

Biodiversitäts-Exploratorien

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

in internationalen Fachzeitschriften 2013-2016





Coverfoto
Garbe U.

Foto oben
Krauss J.

Vorwort



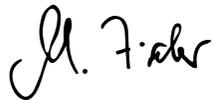
Ich kam aus zwei Gründen zur Biologie. Der eine Grund war, dass mich die natürliche Vielfalt faszinierte. Der andere Grund war, dass ich verstehen wollte, wie sich die Aktivitäten des Menschen auf die Umwelt, vor allem aber auf all die anderen Lebewesen auswirken. Als Biologe lernte ich eine immense Vielfalt von Lebensformen kennen. Sie leben in verschiedenen Lebensräumen, wechselwirken miteinander und haben sich auf faszinierende Weise angepasst. In Deutschland entwickelte sich diese Vielfalt in enger Wechselwirkung mit menschlichen Aktivitäten, allen voran der Landnutzung. Ich lernte auch, dass es immer wieder neue Facetten zu entdecken gibt, zum Beispiel bei den Mikroorganismen im Boden. Sie sind schwer zugänglich, schwierig zu untersuchen.

Ich lernte außerdem, dass wir viel umfassender von Ökosystemen und ihren Lebewesen profitieren, als ich mir vorher vorgestellt hatte. Sie liefern uns Nahrung, Futtermittel, Energie und Holz, regulieren das Klima, die Qualität von Luft, Boden und Wasser, die Bestäubung und das Vorkommen von Schadorganismen. Sie stellen deshalb unsere Lebensgrundlage dar und sind für unsere Lebensqualität zentral. Ich verstand, dass diese Werte uns allen zu Gute kommen, auch wenn wir uns nicht alle dessen bewusst sind, und auch wenn viele nicht wissen, dass zur Erbringung dieser Werte eine hohe Biodiversität erforderlich ist.

In den letzten Jahrzehnten hat die Intensität der Landnutzung in Mitteleuropa stark zugenommen. Viele Wald- und Grünlandflächen werden heute intensiv genutzt. Gleichzeitig sind natürliche Flächen oder naturnahe Nutzungsformen seltener geworden. Leider führt die intensivere Landnutzung zu einem starken Rückgang der biologischen Vielfalt. Während dies für viele Pflanzen und einige Tiergruppen relativ gut untersucht ist, ist diese Veränderung für viele andere Gruppen von Tieren, Pilzen, Bakterien und anderen Einzellern kaum verstanden. Noch weniger kennen wir die vielfältigen Konsequenzen des Rückgangs der Vielfalt für den Nutzen der Natur für den Menschen. Deshalb werden die Zusammenhänge zwischen Landnutzung, Biodiversität und dem Nutzen der Natur für den Menschen in den Biodiversitäts-Exploratorien umfassend erforscht. Die Biodiversitäts-Exploratorien sind ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG langfristig gefördertes Forschungsprogramm, in dem Forschende aus 50 Forschungseinrichtungen in 45 Teilprojekten zusammenarbeiten. Jedes dieser Projekte untersucht verschiedene Facetten der Beziehung zwischen Landnutzung, der Vielfalt aller Gruppen von Lebewesen und verschiedenster Ökosystemfunktionen. Sie alle stützen sich auf 300 gemeinsame Untersuchungsflächen in Wäldern, Wiesen und Weiden, verteilt auf drei Landschaften in Deutschland. Dies ermöglicht einen weltweit einmaligen Reichtum an Informationen und Einsichten.

In diesem Band werden die Ergebnisse von 188 Studien allgemeinverständlich präsentiert. Er vermittelt so an vielen konkreten Beispielen die Faszination, den Wert und die Bedrohung der biologischen Vielfalt.

Ich danke den Landbesitzern, Behörden und der DFG, die diese Forschung ermöglichen, sehr herzlich für ihre Unterstützung und allen am Projekt Beteiligten sehr herzlich für ihren grossen Einsatz und wünsche Ihnen eine spannende Lektüre.



Markus Fischer, Sprecher der Biodiversitäts-Exploratorien

Index



Infrastruktur

Seite 008 - 017



Bodenbiologie und Stoffkreisläufe

Seite 018 - 071



**Theorie und Modellierung
sowie Datenmanagement**

Seite 072 - 109



Pflanzen

Seite 110 - 201



Pilze

Seite 202 - 237



Tiere

Seite 238 - 361



Mikroorganismen

Seite 362 - 399



Anhang

Seite 400 - 419

Infrastruktur

Artikel

Großräumige und langfristige funktionelle Biodiversitätsforschung: Die Biodiversitäts-Exploratorien [S.008](#)

Das Rückgrat der Biodiversitäts-Exploratorien: Die Infrastrukturteams [S.010](#)

Ein quantitativer Index der Landnutzungintensität im Grünland: Einbindung von Mahd, Beweidung und Düngung [S.012](#)

Wie kann man die Intensität der Bewirtschaftung eines Waldbestandes quantifizieren? [S.014](#)

Ein geeignetes Maß für die Bewirtschaftungsintensität von Wäldern [S.016](#)

S.006 - 017

Großräumige und langfristige funktionelle Biodiversitätsforschung: Die Biodiversitäts-Exploratorien

Funktionelle Biodiversitätsforschung untersucht die Ursachen und funktionellen Konsequenzen von Biodiversitätsveränderungen. Landnutzung gehört zu den wichtigsten Ursachen der Änderungen von Biodiversität sowie biogeochemischen und biologischen Ökosystemprozessen und -leistungen.

Allerdings sind Landnutzungsauswirkungen auf genetische und Artendiversität bisher nur für wenige Taxa und trophische Netzwerke gut dokumentiert. Zudem ist kaum bekannt, wie verschiedene Komponenten der Biodiversität und ihre Reaktion auf Landnutzungsänderungen zusammenhängen. Auch ist wenig über gleichzeitige und miteinander wechselwirkende Effekte der Landnutzung auf mehrere verschiedene Ökosystemprozesse und -leistungen bekannt. So ist auch noch unklar, inwieweit Landnutzungseffekte auf Ökosystemprozesse und -leistungen durch Biodiversitätsveränderungen vermittelt werden. Es gilt also einerseits, Landnutzungseffekte auf Biodiversität zu verstehen und andererseits die modifizierende Rolle von Biodiversitätsveränderungen für Landnutzungseffekte auf Ökosystemprozesse, einschließlich biogeochemischer Kreisläufe.

Um diese wichtigen Fragen umfassend zu untersuchen, haben wir ein großes und langfristiges Projekt zur funktionellen Biodiversitätsforschung gestartet: die Biodiversitäts-Exploratorien (www.biodiversity-exploratories.de). Diese umfassen einen Satz standardisierter Untersuchungsflächen in drei Regionen Deutschlands, die jeweils vielfältige Typen und Intensitäten der Wald- und Grünlandnutzung umfassen. Sie dienen als gemeinsame Forschungsplattform für gegenwärtig 40 Projekte mit über 300 Beteiligten, die verschiedenste Aspekte der Beziehung zwischen Landnutzung, Biodiversität und Ökosystemprozessen durch Monitoring, verglei-

chende Beobachtung und Experimente untersuchen. Wir stellen Leitfragen, Konzept und Design der Biodiversitäts-Exploratorien vor – einschließlich der wesentlichen Aspekte der Auswahl und Einrichtung der Untersuchungsflächen und der Projektstruktur – und wir diskutieren die Bedeutung des Ansatzes für die weitere funktionelle Biodiversitätsforschung. Diese beinhaltet die zentrale Bedeutung des gemeinsamen Forschungsdesigns, das sowohl Ursachen als auch Konsequenzen der Veränderungen von Biodiversität und Ökosystemprozessen umfasst, die interdisziplinäre Integration von Biodiversitäts- und Ökosystemforschenden, die Ausbildung einer neuen Generation von integrativen Biodiversitätsforschern und die Anregung funktioneller Biodiversitätsforschung im realen Landschaftskontext, in Deutschland und darüber hinaus.



Autoren

Fischer M., Bossdorf O., Gockel S., Hänsel F., Hemp A., Hessenmöller D., Korte G., Nieschulze J., Pfeiffer S., Prati D., Renner S., Schöning I., Schumacher U., Wells K., Buscot F., Kalko E. K. V., Linsenmair K. E., Schulze E.-D., Weisser W. W.

Erschienen als

Implementing large-scale and long-term functional biodiversity research: The Biodiversity Exploratories. *Basic and Applied Ecology* 11: 473–485 (2010)

doi: 10.1016/j.baae.2010.07.009

Foto

Mai I.

Das Rückgrat der Biodiversitäts-Exploratorien: Die Infrastrukturteams

4 Kernprojekte sind für die Bereitstellung der Infrastruktur innerhalb der Biodiversitäts-Exploratorien zuständig: das zentrale Koordinationsbüro (BEO), die 3 lokalen Managementteams (LMT), die Messtechnik und das zentrale Datenmanagement. Sie alle bieten verschiedene Dienste an und stellen Informationen bereit, auf welche die teilnehmenden Projekte zugreifen können. Damit gewährleisten sie einen reibungslosen Ablauf der Forschungsarbeiten.

Das BEO ist die zentrale Anlaufstelle für alle projektinternen und externen Anfragen von Wissenschaftlern, Behörden und Interessierten. Es ist Ansprechpartner für die Deutsche Forschungsgemeinschaft und repräsentiert die Biodiversitäts-Exploratorien auf wissenschaftlichen und nichtwissenschaftlichen Veranstaltungen. Das BEO bietet außerdem projektinterne Workshops zu verschiedenen Themen für Nachwuchsforscher an.

In jeder der 3 Untersuchungsregionen ist ein LMT für die Erhaltung der jeweils 100 Wald- und Grünlandflächen zuständig. Die LMTs koordinieren die wissenschaftlichen und technischen Aktivitäten vor Ort, sind Ansprechpartner für lokale Akteure, wie z.B. Landbesitzer, Landnutzer, Behörden und die lokale Presse u. a., holen verschiedene Genehmigungen ein und sind für die Öffentlichkeitsarbeit zuständig.

Das Projekt „Messtechnik und Fernerkundung“ ist verantwortlich für die Instandhaltung der zahlreichen Messstationen und zeichnet systematisch und großräumig die meteorologischen und bodenkundlichen Umweltvariablen auf. Außerdem stellt es fernerkundungsbasierte und flächendeckende Informationen zur Landnutzung zur Verfügung.



Das zentrale Datenmanagement dient als Schnittstelle zur Speicherung von Daten und Informationen der einzelnen Forschungsgruppen. Es verwaltet den Austausch von Daten zwischen den Gruppen. Dies wird maßgeblich durch das selbstentwickelte Informationssystem BExIS realisiert. Über BExIS erfolgt auch die Veröffentlichung von Daten. Weiterhin werden Arbeitshilfen zur Durchführung der Feldarbeiten angeboten.

Diese Infrastrukturprojekte bilden das Rückgrat der Biodiversitäts-Exploratorien.



Autoren

Reichel-Jung K., Teuscher M., Vogt J.

Foto

Mai I.

Ein quantitativer Index der Landnutzungsintensität im Grünland: Einbindung von Mahd, Beweidung und Düngung

Die menschliche Landnutzung gilt als wichtiger Einflussfaktor auf die Biodiversität sowie auf Funktionen von Ökosystemen und wird zunehmend in Forschungsprojekte einbezogen. Im Grünland wird die Landnutzung dazu meist durch kategoriale Variablen beschrieben, wie etwa Weiden vs. Wiesen oder gedüngte vs. ungedüngte Flächen. Um jedoch die quantitative Variation in der Intensität der Landnutzung besser beschreiben zu können, sind kontinuierliche Maße der Landnutzung wünschenswert.

Der LUI-Index reduziert die verschiedenen, miteinander korrelierten Dimensionen der menschlichen Landnutzung im Grünland zu einer kontinuierlichen Variable und kann dazu dienen, die Abhängigkeit verschiedener Organismengruppen und Prozesse von der menschlichen Landnutzung zu prüfen. In Verbindung mit detaillierten Analysen kann die Verwendung dieses Index helfen, die relative Bedeutung der menschlichen Landnutzung im Vergleich zu anderen lokalen oder regionalen Faktoren zu erkennen.

Wir führen einen quantitativen Index zur Beschreibung der Landnutzungsintensität (LUI; land use intensity) in bewirtschaftetem Grünland ein. Der LUI-Index standardisiert und addiert drei wesentliche Komponenten der Grünlandnutzung, die Beweidung, die Mahd und die Düngung. Die Effizienz des LUI-Index in Bezug auf die Vorhersagefähigkeit einer Reihe landnutzungsabhängiger Variablen wurde im Rahmen des Projekts Biodiversitäts-Exploratorien am Beispiel von 150 Grünlandflächen in drei Regionen Deutschlands (Schwäbische Alb, Hainich, Schorfheide) geprüft. Die Prüfvariablen umfassten die Stickstoffzahl nach Ellenberg, die Stickstoff- und Phosphorkonzentrationen in der Biomasse, die Konzentrationen von pflanzenverfügbarem Phosphor im Oberboden, das Boden-C/N-Verhältnis sowie die erste Hauptkomponente einer Ordination dieser Variablen.

Während der LUI-Index Änderungen in der ersten Hauptkomponente der Antwortvariablen sowie einige der Einzelvariablen signifikant vorhersagte, waren Regressionen mit einzelnen LUI-Komponenten problematisch, da diese Komponenten, wie die Düngungsintensität oder Mahdfrequenz, miteinander korreliert und somit konfundiert sind. Das Management der Grünlandflächen variierte im Zeitraum 2006 bis 2008 von Jahr zu Jahr, insbesondere aufgrund von Änderungen in der Beweidungsintensität. Das Referenzjahr für die Berechnungen der LUI war daher sehr wichtig, während verschiedene Standardisierungsmethoden keinen großen Einfluss auf den Index hatten. Einige alternative Berechnungsmethoden der Landnutzungsintensität korrelierten stark mit der vorgeschlagenen Form des Index.



Autoren

Blüthgen N., Dormann C. F., Prati D., Klaus V.H., Kleinebecker T., Hölzel N., Alt F., Boch S., Gockel S., Hemp A., Müller J., Nieschulze J., Renner S. C., Schöning I., Schumacher U., Socher S. A., Wells K., Birkhofer K., Buscot F., Oelmann Y., Rothenwöhrer C., Scherber C., Tschardt T., Weiner C. N., Fischer M., Kalko E. K. V., Linsenmair K. E., Schulze E.-D., Weisser W. W.

Erschienen als

A quantitative index of land-use intensity in grasslands: integrating mowing, grazing and fertilization. *Basic and Applied Ecology* 13: 207–220 (2012)

doi: 10.1016/j.baae.2012.04.001

Foto

Garbe U.

Wie kann man die Intensität der Bewirtschaftung eines Waldbestandes quantifizieren?

Die für die Biodiversitäts-Exploratorien zentrale Frage besteht darin, wie sich Landnutzung auf Biodiversität auswirkt. Nun ist diese Frage unter anderem deshalb nicht einfach zu beantworten, weil für die Biodiversität nicht nur die Art der Landnutzung, sondern auch deren Intensität entscheidende Bedeutung hat. Bislang gibt es allerdings kein allgemein akzeptiertes Maß, um forstliche Bewirtschaftungsintensität quantitativ zu beschreiben. Vor diesem Hintergrund wurde ein Indikator, der sogenannte „Silvicultural management intensity“-Index (SMI) entwickelt, der aus zwei Komponenten besteht. Er kann als Maß für die Intensität genutzt werden, mit der ein Waldbestand bewirtschaftet wird. Die Komponenten spiegeln die zwei wesentlichen forstlichen Bewirtschaftungsentscheidungen wieder: die Baumartenwahl und die Menge der entnommenen Biomasse.

Zum einen gilt ein Waldbestand als umso intensiver bewirtschaftet, je mehr seine Biomasse von der eines geschlossenen (forstlich: vollbestockten) Altbestandes abweicht. Zum zweiten spielt die Baumartenzusammensetzung eine Rolle: Schließt sie Arten, wie z. B. die Fichte ein, die einem hohen Risiko unterliegen, durch Stürme oder Insektenbefall verloren zu gehen, gilt der Wald ebenfalls als vergleichsweise intensiv bewirtschaftet, denn es fallen wesentlich mehr Maßnahmen im Wald an. Tatsächlich konnten wir mit dem neuen Index die bewirtschafteten von den unbewirtschafteten Waldbeständen der Exploratorien eindeutig trennen. Zudem war es uns möglich, den Gradient der Nutzungsintensität innerhalb der bewirtschafteten Wälder zu charakterisieren.

Der Index bietet damit die Möglichkeit, Daten der Biodiversität von Organismen mit einem einheitlichen Maß der forstlichen Landnutzungsintensität in Beziehung zu setzen. Damit können wir dazu bei-

tragen, die eingangs erwähnte Leitfrage der Biodiversitäts-Exploratorien zu beantworten. Bislang zeigte sich, dass die untersuchten Artengruppen sehr unterschiedlich auf eine Zunahme der Bewirtschaftungsintensität reagieren. Während das Vorkommen einiger Arten negativ beeinflusst wird, profitieren andere von einer höheren Bewirtschaftungsintensität.



Autoren

Schall P., Ammer C.

Erschienen als

How to quantify forest management intensity in Central European forests. *European Journal of Forest Research* 132: 379–396 (2013)

doi: 10.1007/s10342-013-0681-6

Foto

Mai I.



Ein geeignetes Maß für die Bewirtschaftungsintensität von Wäldern

Die Bewirtschaftung von Wäldern beeinflusst Artenvielfalt, Ökosystemdienstleistungen und -prozesse. Um diesen Einfluss untersuchen zu können, benötigt man ein Maß für die Waldbewirtschaftungsintensität. Dieses Maß soll einfach und wiederholbar, unter verschiedenen Bedingungen messbar und anwendbar sein. Für 150 jeweils 1 ha große Flächen in unterschiedlich bewirtschafteten Wäldern der Exploratorien wurde von uns ein Index der Waldbewirtschaftungsintensität (ForMI) erstellt.

Dieser Index beruht ausschließlich auf Inventurdaten zu lebenden Bäumen, Baumstümpfen und Totholz. Er setzt sich aus 3 verschiedenen Komponenten zusammen:

1. Anteil des geernteten Holzvolumens im Vergleich zum gesamten Holzvolumen
2. Anteil des Holzvolumens von örtlich nicht natürlich vorkommenden Baumarten am gesamten Holzvolumen
3. Anteil des Totholzvolumens mit Sägeschnitten am gesamten Totholzvolumen

Jede Komponente kann einen Wert zwischen 0 (keine Anzeichen für Bewirtschaftung) und 1 (sehr intensive Bewirtschaftung) annehmen. Bei einem Gesamtindex mit dem Wert 0 hätte man also einen Wald ohne Baumstümpfe, mit nur natürlich vorkommenden Baumarten und nur Totholz aus natürlichem Absterben. Ein Gesamtindex von 3 entspräche dagegen einem Kahlschlag von nicht natürlich vorkommenden Baumarten, auf dem ausschließlich Totholz mit Sägeschnitten vorkommt. Da Baumstümpfe eine Verweildauer von ca. 30-40 Jahren in mitteleuropäischen Wäldern haben, gehen wir davon aus, dass wir für diesen Zeitraum mit dem Index eine Aussage über die Bewirtschaftungsintensität erhalten können. In den

Biodiversitäts-Exploratorien konnten wir mit dieser Methode klare Unterschiede zwischen den vorher als unbewirtschaftet bzw. bewirtschaftet bezeichneten Waldflächen vornehmen.

Der Index eignet sich für regionale Vergleiche der Bewirtschaftungsintensität in Wäldern und ist unabhängig von der Qualität der Standorte und dem Alter der Wälder. Nicht möglich sind Aussagen zur Ursprünglichkeit oder zum Urwaldcharakter von Wäldern.



Autoren

Kahl T., Bauhus J.

Erschienen als

An index of forest management intensity based on assessment of harvested tree volume, tree species composition and dead wood origin. *Nature Conservation* 7: 15–27 (2014)

doi: 10.3897/natureconservation.7.7281

Foto

Pommer U.

Bodenbiologie und Stoffkreisläufe

Artikel

- Schnellbestimmung von organischen Boden-
substanzen mittels Farbanalyse und Fourier
Transform Infrarot Spektroskopie [S.020](#) Totholz als Quelle für gelösten Stickstoff [S.030](#)
- Entwerrung von Nahrungsbeziehungen im
Waldboden: Flexible Beute- und Nahrungs-
wahl und viele Konsumenten-Ebenen [S.022](#) Totholz als Quelle für gelöste organische
Substanzen [S.032](#)
- Verändert Dürre die hydrologische Funktion
von Waldböden? [S.024](#) Einfluss der Landnutzungsintensität auf
ammoniumoxidierende Bakterien in Grün-
landböden [S.034](#)
- Wurzel- und Bodenpilze gemäßigter Buchen-
wälder passen sich ihrem Lebensraum auf
unterschiedliche Weisen an [S.026](#) Der Einfluss der Landnutzungsintensität auf
die Ökologie des mikrobiellen Stickstoffum-
satzes in Grünlandböden [S.036](#)
- Waldbewirtschaftung beeinflusst die Diversi-
tät und Gemeinschaftszusammensetzung von
Bodenpilzen [S.028](#) Wie viel Phosphor wird in Grünland- und
Waldböden freigesetzt? [S.038](#)

- Zeitliche Dynamik von Phospholipiden aus
Streu und Boden in unterschiedlichen Wald-
nutzungstypen und Regionen [S.040](#) wiegend durch Bodeneigenschaften bestimmt
- Das Alter von Feinwurzeln in Wald- und
Grünlandböden Deutschlands [S.042](#) Oberirdische Streueinträge und Tongehalte be-
stimmen Kohlenstoffvorräte in Oberböden un-
terschiedlich bewirtschafteter Buchenwälder [S.060](#)
- Abbau von Wurzelstreu im Boden hängt in
Buchenwäldern nicht von der Bodentiefe ab [S.044](#) Steuergrößen der Stickstoffauswaschung aus
organischen Auflagen mitteleuropäischer Bu-
chenwälder [S.062](#)
- Der Abbau von Feinwurzeln im Boden [S.046](#) Räumliche Interaktion von ammoniakoxi-
dierenden Archaeen und nitritoxidierenden
Bakterien in ungedüngtem Grünland [S.064](#)
- Einfluss von Standorteigenschaften und
Grünlandbewirtschaftung auf mikrobielle
Gemeinschaften in Böden [S.048](#) Der pH-Wert als Einflussfaktor für ammo-
niakoxidierende Archaeen in Waldböden [S.066](#)
- Bestimmung von Kohlenstoffvorräten in
steinhaltigen Wald- und Grünlandböden [S.050](#) Einfluss von bestimmten Primer-Paaren auf
die Analyse von bakteriellen Gemeinschaften
in Bodenproben [S.068](#)
- Verweilzeit von Kohlenstoff in Böden unter-
schiedlich bewirtschafteter Buchenwälder [S.052](#) Einflussfaktoren für Ammoniak-Oxidation
entlang eines Landnutzungsgradienten im
Grünland [S.070](#)
- Wie sich 200-jährige Waldbewirtschaftung
auf aktuelle Kohlenstoffvorräte im Boden
auswirkt [S.054](#)
- Kohlenstoffspeicherung und Verweilzeiten
von Kohlenstoff in Wald- und Grünlandböden [S.056](#)
- Enzymaktivitäten in Waldböden werden vor- [S.058](#)

Schnellbestimmung von organischen Bodensubstanzen mittels Farbanalyse und Fourier Transform Infrarot Spektroskopie

Die geographische Lage, Landnutzung (Grünland vs. Wald) und Bewirtschaftungsintensität (intensiv vs. extensiv) können den Gehalt organischer Substanz im Boden (OBS) sowie deren chemische Zusammensetzung beeinflussen. Um den Einfluss dieser Faktoren einzuschätzen, wurden Bodenproben von 300 Untersuchungsflächen mittels Farbmessung und Fourier Transform Infrarot (FTIR) Spektroskopie untersucht. Während die Farbmessung die Helligkeit und Farbtonung des Bodens ermittelt, geben Adsorptionsbanden der FTIR-Spektroskopie Auskunft über Bausteine der OBS. Beides sind relativ schnelle und günstige Analysemethoden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Bodenfarbe umso dunkler ist, je mehr Kohlenstoff im Boden vorhanden ist und je mehr ringförmige Molekülanteile die OBS aufweist. Sowohl die geografische Region, als auch die Landnutzung beeinflussen Bodenelligkeit und Farbtonung und weisen damit auf eine unterschiedliche Zusammensetzung der Böden und ihrer OBS hin.

Die FTIR-Analysen ergaben, dass besonders die funktionellen Gruppen der Amide und Polysaccharide durch die geografische Herkunft der Böden beeinflusst sind und innerhalb geografischer Regionen unterschiedliche Landnutzungen insbesondere Polysaccharide beeinflussen. Ein bedeutender Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf den Gehalt oder die Zusammensetzung der OBS konnte mit diesen Schnellmethoden allerdings nicht nachgewiesen werden.

Mit Hilfe von Farb- und FTIR-Analysen konnten Böden unterschiedlicher Regionen und Landnutzung unterschieden werden. Sie gaben Einblick in den Gehalt und die Zusammensetzung von OBS und deren Eigenschaften, wie beispielsweise die Hydrophobizität.

Erstaunlicherweise konnten aus der Farbmessung zudem mögliche Unterschiede in der Spezifizierung von Eisenoxiden zwischen Probenahmejahren abgeleitet werden. Damit stellen die Analysen wertvolle Schnellmethoden dar, Bodenunterschiede und Einflüsse auf deren OBS zu zeigen.



Autoren

Baumann K., Schöning I., Schrupf M., Ellerbrock R. H., Leinweber P.

Erschienen als

Rapid assessment of soil organic matter: Soil color analysis and Fourier transform infrared spectroscopy. *Geoderma* 278: 49–57 (2016)

doi: 10.1016/j.geoderma.2016.05.012

Foto

Heinze E.

Entwirrung von Nahrungsbeziehungen im Waldboden: Flexible Beute- und Nahrungswahl und viele Konsumenten-Ebenen

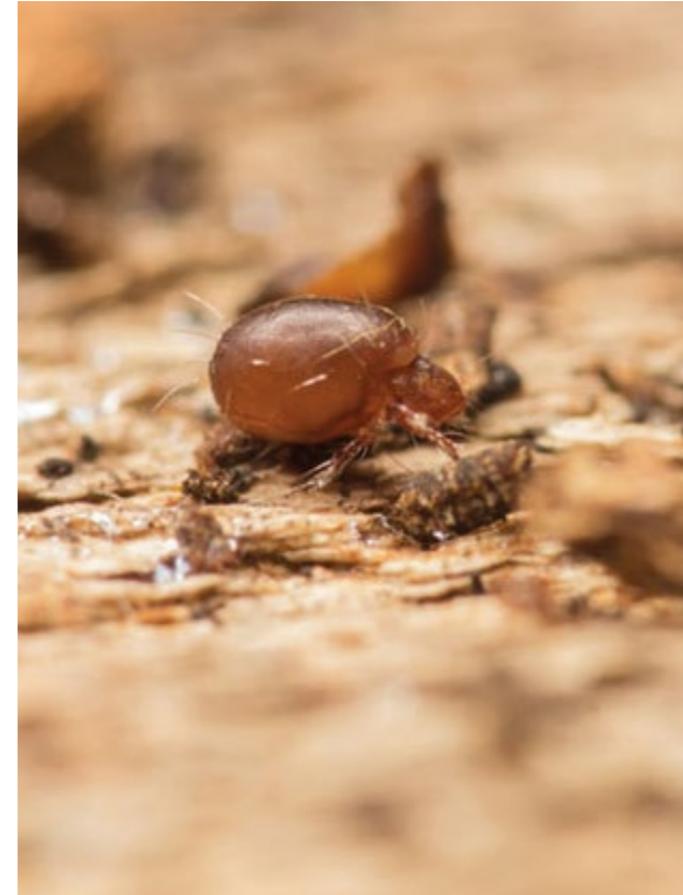
Mit Hilfe von Nahrungsnetzmodellen können Veränderungen der Nahrungsbeziehungen von Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen untersucht und zwischen verschiedenen Ökosystemen verglichen werden. Aufgrund der dichten Struktur und der schlechten Zugänglichkeit des Bodens, existieren bisher fast keine Modelle für Tiergemeinschaften im Waldboden.

Um diese Lücke zu schließen, erstellten wir Boden-Nahrungsnetz-Modelle für 48 Wälder unterschiedlicher Bewirtschaftung. Hierzu erhoben wir Daten über das Vorkommen der Bodentierarten auf den jeweiligen Flächen und kombinierten diese mit detaillierten Informationen über ihre Ernährungsweise und Ressourcen. Die so gewonnenen Modelle verglichen wir mit bekannten Modellen oberirdischer Ökosysteme.

In den erstellten Bodennahrungsnetzen sind je nach Standort zwischen 89 und 168 Arten mit 729 bis 3.344 möglichen Nahrungsbeziehungen erfasst. Die Modelle zeigten, dass Bodentierarten häufig verschiedene Nahrungsquellen nutzen. Viele Arten ernähren sich z. B. von frischen und toten Pflanzenteilen sowie von Pilzen; räuberische Arten erbeuten neben Zersettern und Pflanzenfressern zusätzlich auch andere Räuber. Bodennahrungsnetze unterscheiden sich damit von oberirdischen Nahrungsnetzen mit höherem Anteil an Spezialisten. Eine flexible Ernährungsweise ist für Bodentiere wahrscheinlich vorteilhaft, da die Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen und Beutearten im Boden kleinräumig sehr stark variieren kann.

Die Bodennahrungsnetze wurden nur gering durch Bewirtschaftung der untersuchten Wälder beeinflusst. Einzig der Unterschied Nadelwald und Laubwald hatte einen Effekt auf die Nahrungsnetzstruktur. Die Fähigkeit zur flexiblen Nahrungswahl ermöglicht es vielen

Organismen des Bodens, auch unter veränderten Umweltbedingungen erfolgreich zu sein.



Autoren

Digel C., Curtsdotter A., Riede J., Klarner B., Brose U.

Erschienen als

Unravelling the complex structure of forest soil food webs: higher omnivory and more trophic levels. OIKOS 123: 1157–1172 (2014)

doi: 10.5194/hess-20-1301-2016

Foto

Bluhm S.

Verändert Dürre die hydrologische Funktion von Waldböden?

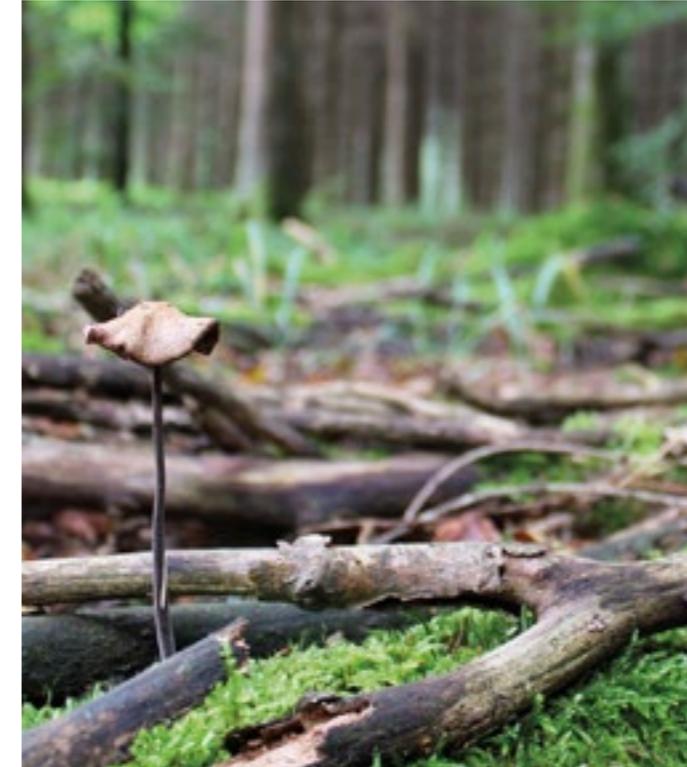
Für Mitteleuropa sagen globale Klimamodelle schwerwiegende Veränderungen der Niederschlagsmuster durch den Klimawandel vorher. Vor allem während der Hauptvegetationsperiode ist mit einem erhöhten Dürrierisiko und vermehrten Hitzeperioden zu rechnen. Die Eigenschaften des Bodens sind entscheidend für die weitere Aufteilung des ankommenden Niederschlags und sind deshalb eine wichtige Komponente des Wasserkreislaufs. Dürre kann die Fließprozesse durch die Beeinflussung der Bodeneigenschaften ändern.

Das Ziel der Arbeit ist es, den Einfluss von Dürre, wie sie von den Klimamodellen prognostiziert wird, auf das Infiltrationsverhalten von Waldböden zu untersuchen.

Es wurden 9 Versuchsflächen in Wäldern mit unterschiedlichen Bodentexturen und Baumartenzusammensetzungen künstlich herbeigeführter Dürre ausgesetzt. Um Änderungen im Infiltrationsverhalten sichtbar zu machen, wurden vor, während und nach der Dürre Färbeversuche mit Lebensmittelfarbe durchgeführt und anschließend digitalisiert ausgewertet.

Die künstliche Dürre veränderte die Infiltrationswege von allen 9 untersuchten Böden. In tonigen und lehmigen Böden begünstigten Schrumpfrisse und Wurzelschrumpfung die Bildung von präferenziellen Fließwegen, die die biologisch aktiven Bodenschichten umgehen. In sandigen Böden erzeugte Hydrophobizität präferenzielles Fließen. Generell wurden alle Böden durch Dürre in ihrem Infiltrationsverhalten verändert. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Trockenheits-Vorgeschichte oder, genereller, die klimatischen Bedingungen in der Vergangenheit der Böden für das Infiltrationsverhalten eine wichtige Rolle spielt als der temporäre Bodenfeuchtezustand.

Zahlreiche ökohydrologische Folgen für bewaldete Ökosysteme können von den Veränderungen in der dreidimensionalen Verteilung des Wassers abgeleitet werden. Neben den Effekten auf Infiltration, Pflanzen- und mikrobielle Gemeinschaften könnten Dürren erheblichen negativen Einfluss auf Grundwasserqualität und Überschwemmungsgefahr haben.



Autoren

Gimbel K. F., Puhlmann H., Weiler M.

Erschienen als

Does drought alter hydrological functions in forest soils? *Hydrology and Earth System Science* 20: 1301–1317 (2016)

doi: 10.5194/hess-20-1301-2016

Foto

Weithmann S.

Wurzel- und Bodenpilze gemäßiger Buchenwälder passen sich ihrem Lebensraum auf unterschiedliche Weisen an

Räumliche Entfernung führt dazu, dass sich Artgemeinschaften in ihrer Zusammensetzung verändern. Pilzgemeinschaften im tropischen Regenwald unterscheiden sich daher beispielsweise stark von denen der Biodiversitäts-Exploratorien. Solche Veränderungen sind an verschiedene Umweltbedingungen gekoppelt, wie veränderter Bodentyp, Vegetation oder Klima. Diese Studie betrachtet die räumlichen Veränderungen von Wurzel- und Bodenpilzen entlang der 3 Exploratorien-Standorte und versucht zu begreifen, welche Umweltfaktoren dabei eine besondere Rolle spielen. Wir untersuchten mittels Hochdurchsatzsequenzierung und darauffolgenden bioinformatischen und statistischen Analysen insgesamt 57 Wurzel- und 57 Bodenproben aus Buchenwäldern.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Gemeinschaft der Wurzelpilze eine Teilmenge der Bodenpilze darstellt. Die räumlichen Veränderungen von Umweltbedingungen (z. B. Bodeneigenschaften und/oder Klima) bewirken größere Unterschiede in Bodenpilzgemeinschaften als in Wurzelpilzgemeinschaften. Das gibt einen Hinweis darauf, dass die Buche selbst zur Stabilisierung der Wurzelpilzgemeinschaften beiträgt. Damit zeigen die Buchen nicht nur Selektivität bei der Auswahl ihrer angegliederten Wurzelgemeinschaft, sondern puffern auch mikroklimatische und umweltbedingte Veränderungen ab, die die pilzliche Bodengemeinschaft direkt beeinflussen.

Die gezeigten Ergebnisse bilden eine Grundlage für weiterführende Studien. Dennoch wird hier bereits deutlich, welche wichtige und enge Beziehung zwischen Pilzen und Bäumen besteht. Forstliche Maßnahmen, die den Baum direkt betreffen, ziehen mit großer Wahrscheinlichkeit auch Veränderungen der Wurzel- und Bodenpilzgemeinschaften nach sich.



Autoren

Goldmann K., Schröter K., Pena R., Schöning I., Schrupp M., Buscot F., Polle A., Wubet T.

Erschienen als

Divergent habitat filtering of root and soil fungal communities in temperate beech forests. *Scientific Reports* 6: 31439 (2016)

doi: 10.1038/srep31439

Foto

Goldmann K.

Waldbewirtschaftung beeinflusst die Diversität und Gemeinschaftszusammensetzung von Bodenpilzen

Pilzgemeinschaften können sehr empfindlich auf Veränderungen von Umweltbedingungen, pflanzlicher Diversität und Artzusammensetzung in Waldökosystemen reagieren.

Wir betrachten in dieser Studie, welche Auswirkungen verschiedene Formen der Waldbewirtschaftung auf Bodenpilze haben. Dabei unterscheiden wir 4 Arten der Waldbewirtschaftung: junger, alter und unbewirtschafteter Buchenwald sowie bewirtschafteter Nadelwald. Deren Einfluss auf die pilzliche Diversität und Gemeinschaftszusammensetzung untersuchten wir in allen 3 Biodiversitäts-Exploratorien. Mittels Hochdurchsatzsequenzierung und darauffolgenden bioinformatischen und statistischen Analysen werteten wir insgesamt 48 Bodenproben aus.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Waldbewirtschaftung sowohl die Diversität als auch die Gemeinschaften der allgemeinen und der in Symbiose mit Baumwurzeln lebenden (= ektomykorrhizalen) Bodenpilze stark beeinflusst. Vor allem die Hauptbaumart, aber auch chemische Komponenten des Bodens bedingen die Ergebnisse maßgeblich. Überraschenderweise spiegeln unbewirtschaftete Wälder nicht die größte Diversität an Bodenpilzen wider. Gerade die Gemeinschaften der Ektomykorrhizapilze zeichnen sich bei veränderter Waldbewirtschaftung durch eine hohe Plastizität aus. Waldbewirtschaftung führt somit nicht automatisch zu einem Rückgang der Vielfalt, sondern begünstigt sogar einige Pilzgruppen.



Autoren

Goldmann K., Schöning I., Buscot F., Wubet T.

Erschienen als

Forest Management Type Influences Diversity and Community Composition of Soil Fungi across Temperate Forest Ecosystems. *Frontiers in Microbiology* 6: 1300 (2015)

doi: 10.3389/fmicb.2015.01300

Foto

Goldmann K.

Totholz als Quelle für gelösten Stickstoff

Totholz ist ein extrem stickstoffarmes Substrat und die Zersetzungsgeschwindigkeit wird häufig durch die Verfügbarkeit von Stickstoff für die holzzersetzenden Mikroorganismen bestimmt. Daher geht man davon aus, dass Stickstoff im Zuge der Totholzzersetzung im zersetzenden Holz festgelegt wird. Im Projekt wurde der Einfluss der Baumart auf die Flüsse an gelöstem Stickstoff (Ammonium, Nitrat und gelöster organischer Stickstoff) aus Totholz untersucht. Dazu wurde der Abfluss von 120 liegenden Stämmen von 13 Baumarten in einem monatlichem Turnus beprobt und die Flüsse an Stickstoff bestimmt und mit denen im Bestandsniederschlag verglichen.

Entgegen der Lehrmeinung wurde Stickstoff aus dem Totholz aller Baumarten freigesetzt. Als dominante Form erwies sich dabei der gelöste organische Stickstoff. Die Freisetzung von Ammonium war in der Vegetationszeit kleiner als in der Ruhezeit, für Nitrat ergaben sich umgekehrte Verhältnisse und für gelösten organischen Stickstoff ergab sich keine Saisonalität. Die Ergebnisse werfen eine Reihe von Fragen zur Stickstoffbilanz bei der Totholzzersetzung auf, denen in neueren Projekten nachgegangen wird.

Die Arbeiten tragen zu einer besseren Bewertung der ökologischen Wirkungen von Totholz in Wäldern bei und sind damit auch für die Bewirtschaftung und den Naturschutz relevant.



Autoren

Bantle A., Borken W., Matzner E.

Erschienen als

Dissolved nitrogen release from coarse woody debris of different tree species in the early phase of decomposition. *Forest Ecology and Management* 334: 277–283 (2014)

doi: 10.1016/j.foreco.2014.09.015

Foto

Mai I.

Totholz als Quelle für gelöste organische Substanzen

Totholz erfüllt in Wäldern wichtige ökologische Funktionen und ist gleichzeitig ein Speicher für Kohlenstoff. Die Totholzerzersetzung erfolgt v. a. über die Freisetzung von CO₂ und durch Auswaschung von gelösten Komponenten mit dem Niederschlag. Die gelösten Komponenten beeinflussen den Boden unterhalb des Totholzes.

In diesem Projekt wurde der Einfluss verschiedener Waldformen, der jeweiligen Baumart, und der Niederschlagsmenge auf die Transportflüsse an gelöstem Kohlenstoff (DOC) und Stickstoff aus Totholz untersucht. Dazu beprobten wir monatlich den Abfluss von 120 liegenden Stämmen von 13 Baumarten.

Es zeigte sich, dass die Konzentrationen von gelöstem Kohlenstoff im Totholzabfluss 3- bis 10-fach höher als im Niederschlag waren. Die höchsten DOC-Konzentrationen und die größten Flüsse an DOC wurden für Totholz von Kirsche und Eiche bestimmt, d. h. für diese Baumarten erfolgt ein größerer Teil der Zersetzung durch Auswaschung. Die geringsten DOC-Flüsse fanden sich hingegen für Esche. Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass die Freisetzung gelöster Komponenten aus Totholz baumartenspezifisch ist und zu einem substanziellen Eintrag von Kohlenstoff und Stickstoff in den Boden unter Totholz führt. Dies erhöht das Potenzial zur Kohlenstoffanreicherung im Boden unterhalb des Totholzes.

Die Arbeiten tragen zu einer besseren Bewertung der ökologischen Wirkungen von Totholz in Wäldern bei und sind damit auch für die Bewirtschaftung und den Naturschutz relevant.



Autoren

Bantle A., Borken W., Ellerbrock R. H., Schulze E. D., Weisser W. W., Matzner E.

Erschienen als

Quantity and quality of dissolved organic carbon released from coarse woody debris of different tree species in the early phase of decomposition. *Forest Ecology and Management* 329: 287–294 (2014)

doi: 10.1016/j.foreco.2014.06.035

Foto

Mai I.

Einfluss der Landnutzungsintensität auf ammonium-oxidierende Bakterien in Grünlandböden

Nitrifikation gilt als einer der Schlüsselprozesse in Böden und bestimmt die Verfügbarkeit von Ammonium beziehungsweise Nitrat. Während Ammonium wenig mobil ist, kann Nitrat leicht in tiefere Bodenschichten und das Grundwasser ausgewaschen werden. Dies führt einerseits zu einem Verlust an Stickstoff im Boden, andererseits belastet es Grundwasserleiter. Darüber hinaus können Bakterien Nitrat durch Denitrifikation in gasförmige Stickstoffverbindungen umwandeln.

Wir untersuchten, inwieweit die Landnutzungsintensität die Nitrifikation in Grünlandböden beeinflussen kann.

Wir bestimmten das Vorkommen der Ammoniak-Oxidierer sowie deren potentielle Aktivität für einige Flächen der Schwäbischen Alb zu 2 verschiedenen Zeitpunkten. Ferner untersuchten wir die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft durch eine Fingerprinting-Methode.

Wir fanden deutliche Verschiebungen in den entsprechenden mikrobiellen Populationen: Während in Böden mit geringer Landnutzung hauptsächlich Archaeen für den ersten Schritt der Nitrifikation verantwortlich sind, gab es in Böden mit hoher Landnutzungsintensität vermehrt Bakterien, die an der Nitrifikation beteiligt sind.

Diese unterschiedlichen Zusammensetzungen der Populationen bedingen stark unterschiedliche Nitrifikationsraten an den untersuchten Standorten. Der Stickstoffkreislauf im Boden hat direkte Konsequenz auf die Stickstoffverfügbarkeit für Pflanzen und deren Produktivität. Daher ist es essenziell, die mikrobielle Gemeinschaft an verschiedenen Standorten und vor allem unter verschiedenen Landnutzungsintensitäten zu untersuchen, um deren Verhalten besser charakterisieren zu können.



Autoren

Meyer A., Focks A., Radl V., Welzl G., Schöning I., Schloter M.

Erschienen als

Influence of land use intensity on the diversity of ammonia oxidizing bacteria and archaea in soils from grassland ecosystems. *Microbial Ecology* 67: 161–166 (2014)

doi: 10.1007/s00248-013-0310-4

Foto

Mai I.

Der Einfluss der Landnutzungsintensität auf die Ökologie des mikrobiellen Stickstoffumsatzes in Grünlandböden

Mikrobieller Stickstoffumsatz in Böden ist ein entscheidender Faktor, der Pflanzenqualität und -gesundheit beeinflusst. Dies trifft besonders auf extensiv genutzte Standorte zu, wo kein oder nur wenig Stickstoff durch Düngung in den Boden eingebracht wird. Entsprechend müssen dort die Pflanzen den vorhandenen Stickstoff möglichst effizient nutzen.

Wir untersuchten, inwieweit unterschiedliche Landnutzungsintensitäten die Stickstoff-Umsetzungsprozesse beeinflussen und sich die entsprechenden Populationen von Mikroorganismen verändern.

An ausgewählten Standorten der Schwäbischen Alb quantifizierten wir das Vorkommen von mikrobiellen Gruppen, die an Stickstoff-Umsetzungsprozessen beteiligt sind, mittels qPCR. Zusätzlich maßen wir die potenziellen Enzymaktivitäten der Prozesse Nitrifikation und Denitrifikation. Die gewonnenen Daten korrelierten wir mit der Pflanzenvielfalt auf den Standorten.

Die gewonnenen Daten zeigen deutlich, dass sich durch intensivere Landnutzung die Denitrifikation erhöht, wogegen Mikroorganismen, die Stickstoff fixieren, geringe Populationsdichten aufweisen.

Dies führt an Standorten mit erhöhter Landnutzung zu einem sehr ineffizienten Stickstoffhaushalt und zur Bildung klimarelevanter Spurengase, wie N_2O .



Autoren

Meyer A., Focks A., Radl V., Keil D., Welzl G., Schöning I., Boch S., Marhan S., Kandeler E., Schloter M.

Erschienen als

Different land use intensities in grassland ecosystems drive ecology of microbial communities involved in nitrogen turnover in soil. PLoS ONE 8: e73536 (2013)

doi: 10.1371/journal.pone.0073536

Foto

Mai I.

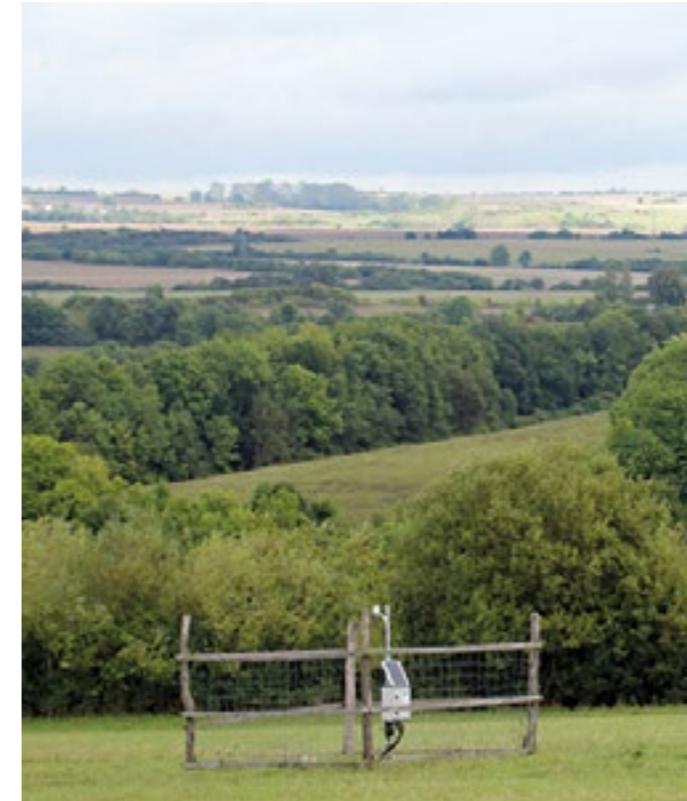
Wie viel Phosphor wird in Grünland- und Waldböden freigesetzt?

Phosphor ist der zweitwichtigste mineralische Nährstoff für alle Lebewesen und eine limitierende Ressource. Pflanzen nehmen Phosphor aus dem Boden auf, indem sie phosphorhaltige Minerale z. B. durch das Ausscheiden von Säuren auflösen und damit für die eigene Nährstoffversorgung verfügbar machen. Wir sind der Frage nachgegangen, inwieweit der Habitattyp (Grünland/Wald) sowie die Bewirtschaftung das Phosphorfreisetzungspotenzial von Pflanzen im Boden beeinflussen.

Wir sammelten Bodenproben und untersuchten diese in einem 96-stündigen Laborversuch, bei der immer gleich viel Säure auf den Boden einwirkte. Der zeitliche Verlauf der Phosphorfreisetzung zeigte 2 Phasen: Zuerst wurde recht schnell eine große Menge leicht lösbarer Minerale aufgelöst, wobei es sich vermutlich um Minerale mit wenig geordneter Kristallstruktur, also mit einer weniger starken Verbindung handelte. Darauf folgte eine langsamere Freisetzung eines kleineren, stabileren Mineralpools, der wahrscheinlich aus kalkhaltigem Hydroxylapatit bestand, einem sehr stark verbundenen Phosphormineral, welches ähnlich aufgebaut ist wie das Material menschlicher Zähne.

Sowohl die Geschwindigkeit der Freisetzung als auch die Menge des freigesetzten Phosphors war in Grünlandböden größer als in Waldböden. Wir vermuten, dass in den meist sauren Waldböden Phosphor fester gebunden ist und die Waldbäume mit ihrer großen Biomasse bereits mehr Phosphor aus dem Boden entnommen haben. Bei Zugabe von organischem Dünger wurde verstärkt Phosphor freigesetzt. Dies kann wohl auf leicht lösbare, phosphorhaltige Minerale zurückgeführt werden, die im Laufe der Zeit zu Mineralen mit besserer Struktur kristallisieren.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Art und Häufigkeit der Düngung die Phosphorverfügbarkeit für Pflanzen deutlich beeinflusst. Daher betonen wir, dass man mit effizientem Düngeinsatz dazu beitragen kann, den immer knapper werdenden Rohstoff Phosphor zu schonen.



Autoren

Alt F., Oelmann Y., Schöning I., Wilcke W.

Erschienen als

Phosphate release kinetics in calcareous grassland and forest soils in response to H⁺ addition. Soil Science Society of America Journal 77: 2060–2070 (2013)

doi: 10.2136/sssaj2013.02.0072

Foto

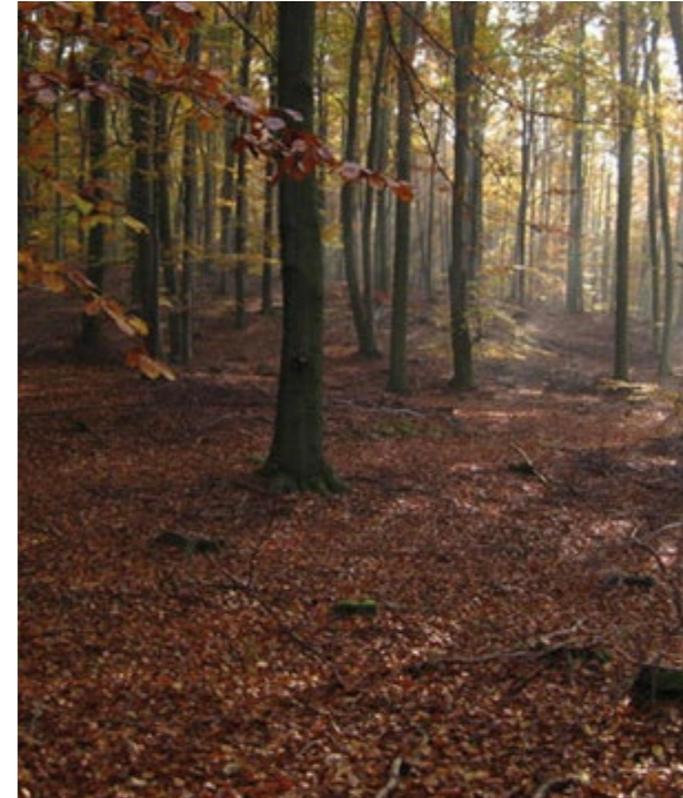
Mai I.

Zeitliche Dynamik von Phospholipiden aus Streu und Boden in unterschiedlichen Waldnutzungstypen und Regionen

Waldböden spielen eine wichtige Rolle als Kohlenstoffspeicher und tragen zur Regulation des Erdklimas bei. Dabei sind mikrobielle Gemeinschaften wichtig für Zersetzungs- und Mineralisierungsprozesse im Boden. Waldnutzung kann diese Gemeinschaften beeinflussen. Ziel unserer Studie war es, den Einfluss unterschiedlicher Waldnutzungsintensitäten auf die mikrobielle Gemeinschaft von Waldböden zu untersuchen. Dazu wurden aus Boden und Blattstreu der Waldplots Phospholipide extrahiert. Anhand des Phospholipid-Profiles wurden Unterschiede zwischen den mikrobiellen Gemeinschaften von Nadelwäldern und Laubwäldern unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Nutzungsintensität untersucht. Die entsprechenden Waldtypen wurden in 2 verschiedenen Jahren zur gleichen Jahreszeit beprobt.

Verschiedene Witterungsbedingungen der beiden Jahre bewirkten Unterschiede in mikrobieller Biomasse und Gemeinschaftszusammensetzung. Die Streuschicht war empfindlicher gegenüber Austrocknung. Zudem unterschieden sich die mikrobiellen Gemeinschaften zwischen den Regionen, wobei die sandigen Böden der Schorfheide anfälliger gegenüber Trockenstress waren. Besonders im Boden blieb das Verhältnis zwischen pilzlicher und bakterieller Biomasse konstant, obwohl die mikrobielle Biomasse insgesamt sowie die Gemeinschaftsstrukturen zeitlich schwankten. Generell wiesen Nadelwälder einen höheren Anteil bakterieller Phospholipide auf, während in Laubwäldern mehr pilzliche Biomasse vorhanden war. In der Streuschicht führte eine steigende Nutzungsintensität zu einem höheren Anteil an bakterieller Biomasse. Da sich deren Anfälligkeit gegenüber Stressfaktoren unterscheidet, sollten mikrobielle Gemeinschaften in Boden und Blattstreu

also separat betrachtet werden. Steigende Landnutzungsintensität bewirkt v. a. in der Blattstreu eine Verlagerung hin zu einem höheren bakteriellen Anteil. Dies könnte sich direkt auf Zersetzungsprozesse und die damit verbundene Kohlenstoffspeicherung im Boden auswirken.



Autoren

Pollierer M. M., Ferlian, O., Scheu S.

Erschienen als

Temporal dynamics and variation with forest type of phospholipid fatty acids in litter and soil of temperate forests across regions. *Soil Biology and Biochemistry* 91: 248–257 (2015)

doi: 10.1016/j.soilbio.2015.08.035

Foto

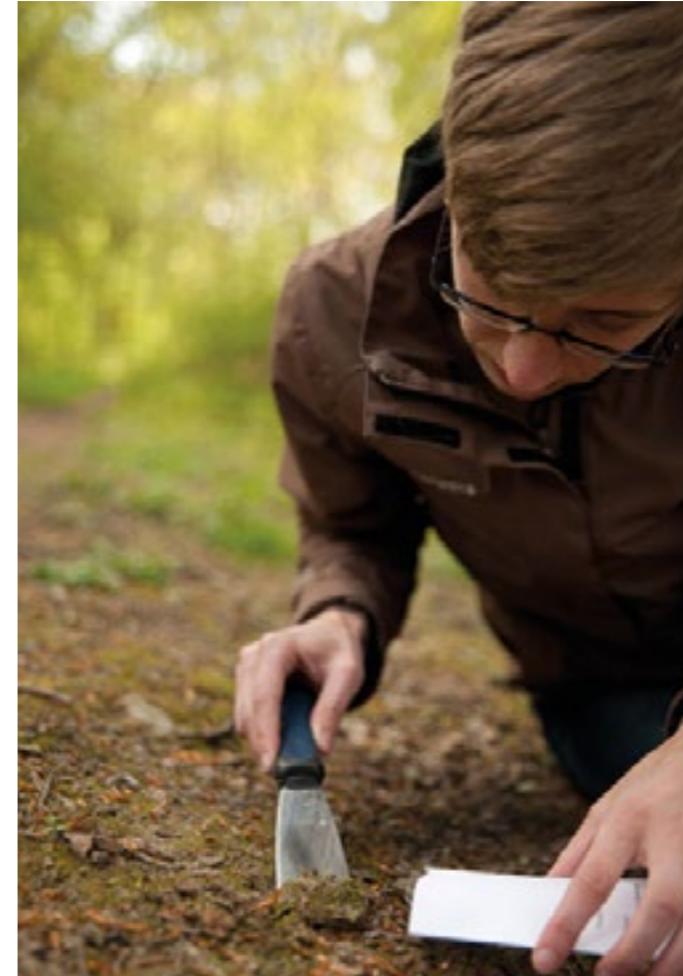
Simons N.



Das Alter von Feinwurzeln in Wald- und Grünlandböden Deutschlands

Kohlenstoff gelangt unter anderem als Wurzelstreu in den Boden. Um eine Kohlenstoffbilanz des Bodens aufstellen zu können, ist es wichtig, Informationen darüber zu haben, wie lange Wurzeln im Boden verweilen. In allen 3 Exploratorien bestimmten wir mittels der Radiokohlenstoffdatierung (^{14}C -Datierung) das mittlere Kohlenstoffalter in Feinwurzeln. Dazu verwendeten wir Wurzelmaterial von allen Wald- und Grünland-VIP-Flächen der Biodiversitäts-Exploratorien. Die Bestimmung des Kohlenstoffalters erfolgte mit Hilfe eines Beschleuniger-Massenspektrometers am Max-Planck-Institut für Biogeochemie in Jena. Obwohl Grünlandböden eine größere Feinwurzelbiomasse vorweisen als Waldböden, ist das mittlere Kohlenstoffalter von Feinwurzeln in Wäldern mit 11,3 Jahren deutlich größer als das in Grünländern mit 1,7 Jahren.

Das mittlere Kohlenstoffalter der Feinwurzeln ist höher, wenn die Pflanzenbiodiversität und die Anzahl an mehrjährigen Pflanzenarten größer sind. Mehrjährige Pflanzenarten haben langlebigere Wurzeln und sind durch eine interne Umverteilung von älteren Kohlenstoffreserven innerhalb der Pflanze gekennzeichnet. Unsere Studie zeigte, dass die Grünlandbewirtschaftung das mittlere Kohlenstoffalter von Feinwurzeln durch seine Effekte auf die Pflanzenbiodiversität und die Vegetationszusammensetzung indirekt beeinflussen kann. Der Erhalt einer hohen Pflanzenbiodiversität sorgt dafür, dass Kohlenstoff länger und in größeren Mengen im Boden gespeichert wird.



Autoren

Solly, E. F., Schöning, I., Boch, S., Müller, J., Socher, S. A., Trumbore, S. E., Schrumpf, M.

Erschienen als

Mean age of carbon in fine roots from temperate forests and grasslands with different management. *Biogeosciences* 10: 4833–4843 (2013)

doi: 10.5194/bg-10-4833-2013

Foto

Berthold M.

Abbau von Wurzelstreu im Boden hängt in Buchenwäldern nicht von der Bodentiefe ab

Böden sind ein wichtiger Speicher für atmosphärisches Kohlendioxid, da sehr viel Kohlenstoff in der organischen Bodensubstanz gespeichert wird. Ein Teil des Kohlenstoffs gelangt über Wurzelstreu in den Boden. Die Zusammensetzung und die Menge der Wurzelstreu sind dabei direkt von der Baumart und somit im genutzten Wald indirekt auch von der Waldbewirtschaftung abhängig. Mit zunehmender Bodentiefe steigt das Alter des in der organischen Substanz des Bodens gespeicherten Kohlenstoffs stark an. Wir wollten wissen, was der Grund für das höhere Kohlenstoffalter in Unterböden ist. Eine Erklärung könnte sein, dass organische Substanz, die in Unterböden gelangt, langsamer abgebaut wird und der in ihr enthaltene Kohlenstoff deswegen länger im Boden verweilt.

Mit der von uns durchgeführten Studie überprüften wir dies in Buchenwäldern. Dazu brachten wir in allen 3 Exploratorien insgesamt 432 mit je 0,5 g frischer Buchenwurzel-Streu gefüllte Beutel in unterschiedliche Bodentiefen (5, 20, 35 cm) ein und verfolgten die Abbaurate der Wurzelstreu über einen Zeitraum von 2 Jahren. Der durchschnittliche Abbau der Wurzelstreu verlief in den Biodiversitäts-Exploratorien unterschiedlich: In der Schorfheide-Chorin waren 24% der Streu nach 2 Jahren abgebaut, in der Schwäbischen Alb 15% und im Hainich-Dün 12%. Entgegen unserer Erwartung gab es jedoch keinen Zusammenhang zwischen der Bodentiefe und der Abbaurate der Wurzelstreu. Unsere Ergebnisse zeigten, dass Umweltfaktoren wie Klima und Ausgangsgestein, jedoch nicht die mit der Bodentiefe variierende mikrobielle Aktivität, den Abbau von Wurzelstreu steuern. In allen Bodentiefen gab es ein vergleichbares Potenzial zum Abbau von frischer Wurzelstreu. Ob dies auch für andere Baumarten zutrifft, muss in weiteren Untersuchungen geklärt werden.



Autoren

Solly E. F., Schöning I., Herold N., Trumbore S., Schrupp M.

Erschienen als

No depth-dependence of fine root litter decomposition in temperate beech forest soils. *Plant and Soil* 393: 273–282 (2015)

doi: 10.1007/s11104-015-2492-7

Foto

Solly E.

Der Abbau von Feinwurzeln im Boden

Abgestorbene Wurzeln im Boden beeinflussen dort den Umsatz von Kohlenstoff. Dieser kann im Boden über lange Zeiträume gespeichert werden. Trotzdem wurde der Abbau von Wurzeln bislang kaum erforscht. Wir untersuchten daher den Einfluss von Standortfaktoren und der Landnutzungsintensität auf den Abbau von Feinwurzeln auf allen 300 Experimentierflächen der Biodiversitäts-Exploratorien. Dazu verwendeten wir Streubeutel (100 µm Maschenweite), die wir zuvor mit standardisiertem Wurzelmaterial (Buchenfeinwurzeln im Wald und Graswurzeln im Grünland) gefüllt hatten. Diese Streubeutel vergruben wir auf den Experimentierflächen für ein Jahr.

Wurzelstreu im Grünland (24% Masseverlust innerhalb eines Jahres) wird schneller abgebaut als im Wald (12% Masseverlust innerhalb eines Jahres). So verlangsamen beispielsweise eine niedrige Bodenfeuchte und Bodentemperatur den Wurzelabbau. Unsere Studie zeigt, dass auch das Lignin/Stickstoff-Verhältnis für die Geschwindigkeit des Wurzelabbaus im Grünland und Wald von großer Bedeutung ist. So wirkt sich die Auswahl der Hauptbaumart im Rahmen der Waldbewirtschaftung auf das Lignin/Stickstoff-Verhältnis von Wurzeln und somit auf den Wurzelabbau aus. Zudem zeigen wir durch unsere Studie, dass eine intensive Landnutzung im Grünland, insbesondere eine höhere Stickstoff-Düngung, zu einer verringerten Abbaurate von Feinwurzeln führt.



Autoren

Solly E. F., Schöning I., Boch S., Kandeler E., Marhan S., Michalzik B., Müller J., Zscheischler J., Trumbore S. E., Schrupp M.

Erschienen als

Factors controlling decomposition rates of fine root litter in temperate forests and grasslands. *Plant and Soil* 382: 203–218 (2014)

doi: 10.1007/s11104-014-2151-4

Foto

Schöning I.

Einfluss von Standorteigenschaften und Grünlandbewirtschaftung auf mikrobielle Gemeinschaften in Böden

Mikroorganismen sind für einen Großteil des Stoffumsatzes im Boden verantwortlich. Hier untersuchten wir den Einfluss von Bodeneigenschaften und Landnutzungsintensität im Grünland auf die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft und die Aktivität der Mikroorganismen. Die mikrobielle Gemeinschaft bestimmten wir quantitativ mit Hilfe von Biomarkern. Die Aktivität der Mikroorganismen charakterisierten wir anhand von Enzymen, die von den Mikroorganismen freigesetzt werden und dem Abbau von organischer Substanz dienen.

Wir untersuchten Oberböden aus den 3 Gebieten, die durch eine unterschiedliche Geologie gekennzeichnet sind. Über alle 3 Regionen betrachtet, erklärten die Bodeneigenschaften zu 60% die Unterschiede in der Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft. Zu 81% erklärten sie die Variationen in den Enzymaktivitäten. Die Niedermoorböden in der Schorfheide mit ihren hohen Humusgehalten enthielten weniger mikrobielle Biomasse als die trockeneren und lehmigeren Standorte im Hainich und auf der Schwäbischen Alb. Jedoch waren die Enzymaktivitäten in der Schorfheide höher als in den anderen beiden Gebieten. Es gab meist einen starken Zusammenhang zwischen dem Gehalt an organischer Substanz und der mikrobiellen Biomasse im Boden. Der Bodenfeuchtegehalt beeinflusste das Mengenverhältnis von Pilzen zu Bakterien stark. Mit steigender Landnutzungsintensität nahm das Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis im Boden deutlich ab. Es gab jedoch keinen direkten Effekt der Landnutzungsintensität auf die Menge der mikrobiellen Biomasse, die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft oder die Enzyme des Stickstoff- und Phosphorkreislaufes. Im Gegensatz dazu stiegen mit zunehmender Landnutzungsintensität die Aktivitäten der Enzyme des Kohlenstoffkreislaufes. Dies verdeutlicht, dass Enzyme als frühe Indika-

toren von Landnutzungsänderungen verwendet werden können. Insgesamt zeigen unsere Ergebnisse jedoch, dass die mikrobiellen Parameter im Boden stärker durch den Standort als durch die Grünlandbewirtschaftung gesteuert werden.



Autoren

Herold N., Schöning I., Gutknecht J., Alt F., Boch S., Müller J., Oelmann Y., Socher S. A., Wilke W., Wubet T., Schrumpf M.

Erschienen als

Soil property and management effects on grassland microbial communities across a latitudinal gradient in Germany. *Applied Soil Ecology* 73: 41–50 (2014)

doi: 10.1016/j.apsoil.2013.07.009

Foto

Schöning I.

Bestimmung von Kohlenstoffvorräten in steinhaltigen Wald- und Grünlandböden

Böden, die nicht ackerbaulich genutzt werden (Wälder, Grünländer), zeichnen sich häufig durch hohe Steingehalte aus. Da gleichzeitig in Wald- und Grünlandböden oft hohe Mengen an Kohlenstoff gespeichert werden, besteht ein großes Interesse, die Kohlenstoffvorräte auch der steinhaltigen Böden so genau wie möglich zu erfassen.

Zur Bestimmung von Kohlenstoffvorräten in steinhaltigen Böden ist es erforderlich, das Volumen der Steine zu kennen. Das Volumen wird häufig aus der Gesteinsdichte und dem Gewicht der Steine abgeleitet. Doch die Bestimmung der Gesteinsdichte ist sehr arbeits- und zeitaufwendig, sodass Wissenschaftler dabei oft auf Literaturwerte zurückgreifen. So nehmen sie für Kalkstein z. B. häufig eine Dichte von $2,7 \text{ g cm}^{-3}$ an. Wir bestimmten daher für 87 Böden aus dem Hainich-Dün die Gesteinsdichte mit einer hydrostatischen Waage. Die Gesteinsdichten wichen unterschiedlich stark von dem Literaturwert ab. Wir zeigten, wie die Verwendung des Literaturwertes für die Gesteinsdichte die Berechnung der Kohlenstoffvorräte beeinflusst. Die durchschnittliche relative Abweichung der Kohlenstoffvorräte betrug zwar nur 2,3 %, was niedriger war als der Fehler, der durch die Beprobung der Böden auftritt. Die relative Abweichung bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte kann jedoch bis auf 37 % ansteigen, wenn die tatsächliche Gesteinsdichte stark von den Literaturwerten abweicht und der Steingehalt im Unterboden Werte von über 50 % erreicht. Deshalb empfehlen wir eine sorgfältige Bestimmung der Gesteinsdichte, wenn die Steingehalte sehr hoch sind.

Unsere Untersuchung zeigt, dass für eine zuverlässige Abschätzung von Lagerungsdichten und Kohlenstoffvorräten in steinhaltigen Wald- und Grünlandböden eine Bestimmung der Gesteinsdichte erforderlich ist.



Autoren

Mehler K., Schöning I., Berli M.

Erschienen als

The importance of rock fragment density for the calculation of soil bulk density and soil organic carbon stock. Soil Science Society of America Journal 78: 1186-1191 (2014)

doi: 10.2136/sssaj2013.11.0480

Foto

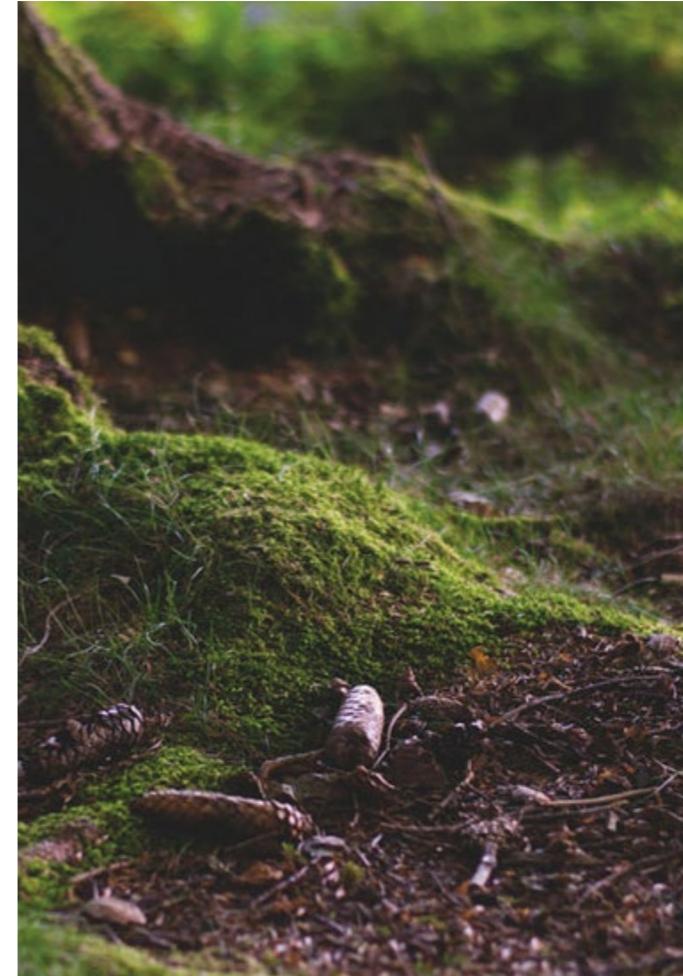
Schöning I.

Verweilzeit von Kohlenstoff in Böden unterschiedlich bewirtschafteter Buchenwälder

Waldböden können große Mengen Kohlenstoff speichern und sind daher über Zeiträume von Jahrzehnten bis Jahrhunderten ein wichtiger Kohlenstoffspeicher. Ein Teil des Kohlenstoffs, der mittels Biomasse in den Boden gelangt, wird dort durch Bindung an Oberflächen von Tonmineralen und Eisenoxide lange Zeit stabilisiert. Die sogenannte „Verweilzeit“ des Kohlenstoffs beschreibt, wie lange Kohlenstoff im Boden verbleibt, bevor er abgebaut und in Form von Kohlendioxid in die Atmosphäre freigesetzt wird. Wissenschaftler vermuten, dass die intensive Waldbewirtschaftung zur Abnahme der Verweilzeit des im Boden an Mineraloberflächen gebundenen Kohlenstoffs führt.

Diese Studie diente dazu, herauszufinden, ob Waldbewirtschaftung (Altersklassenwald, Plenterwald und ungenutzter Wald) die Verweilzeit des stabilen, an Bodenminerale gebundenen Kohlenstoffs im Boden verändert. Wir bestimmten die Verweilzeit von Kohlenstoff mit der Methode der Radiokohlenstoffdatierung (^{14}C -Datierung). Die Verweilzeit des mineralisch gebundenen Kohlenstoffs in Oberböden des Hainich-Dün variierte zwischen 72 und 723 Jahren.

Unsere Ergebnisse zeigten, dass die organische Substanz des Oberbodens einen hohen Anteil jungen Kohlenstoffs enthielt. Dennoch konnten wir in dieser Studie keinen Effekt der aktuellen Waldbewirtschaftung auf die Verweilzeit des an Mineraloberflächen gebundenen Kohlenstoffs im Oberboden feststellen. Vielmehr war die Verweilzeit durch die Tongehalte und die damit einhergehenden Konzentrationen an organischem Kohlenstoff bestimmt. Unsere Studie unterstreicht die Bedeutung von Bodeneigenschaften als bestimmender Faktor für die Verweilzeit von Kohlenstoff im Boden.



Autoren

Schöning I., Grüneberg E., Sierra C. A., Hessenmöller D., Schrumpf M., Weisser W. W., Schulze E.-D.

Erschienen als

Causes of variation in mineral soil C content and turnover in differently managed beech dominated forests. *Plant and Soil* 370: 625–639 (2013)

doi: 10.1007/s11104-013-1654-8

Foto

Pixabay

Wie sich 200-jährige Waldbewirtschaftung auf aktuelle Kohlenstoffvorräte im Boden auswirkt

Europas Wälder wurden seit vielen Jahrhunderten durch den Menschen genutzt. Hier untersuchten wir, ob die aktuellen Kohlenstoffvorräte in Altersklassen- und Plenterwäldern die historische Waldbewirtschaftung der Standorte widerspiegeln. Dazu wählten wir in der Region Hainich-Dün 130 Waldflächen aus, deren Waldbewirtschaftung sich im Laufe der Zeit verändert hatte. Zum Beispiel wurden Altersklassenwälder untersucht, die zu früheren Zeiten als Mittel-, Nieder- und Hutewald genutzt worden waren.

Sowohl bei der Bestimmung der Kohlenstoffvorräte als auch bei der Bestimmung der Verweilzeiten des im Boden stabilisierten Kohlenstoffs zeichnete sich die ursprüngliche Waldbewirtschaftung nicht mehr ab. Eine Modellierung der Bodenkohlenstoffdynamik lässt vermuten, dass starke Störungen von Waldökosystemen, die zu einer Abnahme des Bodenkohlenstoffs führen, durch nachhaltige Waldbewirtschaftung auch in weniger als 100 Jahren wieder ausgeglichen werden können. Daher konnten wir keinen Effekt der Waldbewirtschaftungspraxis des 19. Jahrhundert auf die derzeitigen Kohlenstoffvorräte in unserer Untersuchung mehr feststellen. Wichtiger erscheint daher, durch nachhaltige Waldbewirtschaftung dazu beizutragen, dass die aktuellen Kohlenstoffeinträge in den Boden die Kohlenstofffreisetzung durch Bodenatmung ausgleicht oder sogar übertrifft.



Autoren

Wäldchen J., Schulze E.-D., Schöning I., Schrumpf M., Sierra C.

Erschienen als

The influence of changes in forest management over the past 200 years on present soil organic carbon stocks. *Forest Ecology and Management* 298: 243–254 (2013)

doi: 10.1016/j.foreco.2012.10.014

Foto

Schöning I.

Kohlenstoffspeicherung und Verweilzeiten von Kohlenstoff in Wald- und Grünlandböden

Das vorherrschende Klima und Ausgangsgestein sind die Faktoren, die die Kohlenstoffspeicherung über unterschiedliche Regionen hinweg vorwiegend bestimmen. Innerhalb von Regionen beeinflusst zusätzlich die Landnutzung die Kohlenstoffspeicherung. In dieser Studie untersuchten wir den Einfluss von Standort und Landnutzung auf die Höhe der Kohlenstoffvorräte und die Verweilzeiten von Kohlenstoff in Oberböden des Hainich-Dün und der Schwäbischen Alb. Die Verweilzeiten des Kohlenstoffs bestimmten wir mit der Methode der Radiokohlenstoffdatierung (^{14}C). Die organische Substanz der Böden unterteilten wir mittels Dichtefraktionierung einerseits in frische, pflanzenbürtige organische Substanz und andererseits in organische Substanz, die an Oberflächen von Bodenmineralen über lange Zeiträume im Boden stabilisiert wird.

Unsere Studie zeigte, dass auch an Bodenmineralen stabilisierte organische Substanz einen größeren Anteil frischer organischer Substanz enthält. Die Untersuchungsergebnisse zeigten in der frischen, pflanzenbürtigen organischen Substanz niedrigere Verweilzeiten von Kohlenstoff in Grünlandböden im Vergleich zu Waldböden. In der gleichen Fraktion sahen wir auch geringe Effekte der Grünlandbewirtschaftung. Im Gegensatz dazu konnten wir keinen Einfluss der Landnutzung auf den Kohlenstoff in der an Bodenmineralen stabilisierten Fraktion der organischen Substanz, in der ein Großteil des Kohlenstoffs über viele Jahre gespeichert wird, nachweisen. Dies verdeutlicht, dass es sinnvoll ist, Böden zum Nachweis von Landnutzungseffekten zu fraktionieren. Insgesamt konnten wir auch zeigen, dass die Kohlenstoffspeicherung in Waldböden stärker durch regionale Unterschiede in der Bodentextur und Mineralogie als durch die aktuelle Landnutzung bestimmt wird.



Autoren

Herold N., Schöning I., Michalzik B., Trumbore S. E., Schrupp M.

Erschienen als

Controls on soil carbon storage and turnover in German landscapes. *Biogeochemistry* 119: 435–451 (2014)

doi: 10.1007/s10533-014-9978-x

Foto

Mai I.



Enzymaktivitäten in Waldböden werden vorwiegend durch Bodeneigenschaften bestimmt

Wenn Pflanzenmaterial abstirbt, dann gelangt eine Vielzahl großer pflanzlicher Moleküle (Makromoleküle) wie Cellulose, Lignin und Proteine in den Boden. Die dort lebenden Mikroorganismen können jedoch Makromoleküle nur schwer oder gar nicht verwerten. Sie scheiden daher Enzyme aus, die diese Makromoleküle in kleine, als Energie- und Nährstoffquelle nutzbare Einheiten, abbauen. Die Aktivität der Enzyme beschreibt, wie viele der Makromoleküle Mikroorganismen in einem festgesetzten Zeitraum umsetzen. In unserer Studie untersuchten wir Aktivitäten von Enzymen, die in Ober- und Unterböden im Wald in den Abbau von kohlenstoff-, stickstoff- und phosphorhaltigen Makromolekülen eingebunden sind.

Wissenschaftler vermuten, dass die Art der Waldbewirtschaftung, wie z. B. die Auswahl der Hauptbaumart, Auswirkungen auf die Menge der mikrobiellen Enzyme haben könnte. Die Aktivitäten der meisten Enzyme nehmen mit zunehmender Bodentiefe ab, da auch die Kohlenstoff- und Stickstoffkonzentrationen in Unterböden niedriger sind. Im Gegensatz dazu nimmt die Aktivität der Phenoloxidase (ein am Abbau von Lignin beteiligtes Enzym) mit zunehmender Bodentiefe zu. In Unterböden nimmt auch die relative Häufigkeit von Enzymen, die in den Stickstoffkreislauf eingebunden sind, zu. In den relativ nährstoffarmen Böden der Schorfheide ist zudem die relative Häufigkeit von Enzymen, die Nährstoffe (Stickstoff und Phosphat) pflanzenverfügbar machen, erhöht. Die Ergebnisse zeigen, dass für die Erklärung von Enzymaktivitäten insgesamt Standorteigenschaften am wichtigsten sind: Der Tongehalt beeinflusst die Enzymaktivitäten am stärksten. Im Gegensatz dazu konnten wir keinen sichtbaren Effekt der Waldbewirtschaftung, hier charakterisiert durch den Waldbewirtschaftungsindex SMI, auf die Enzymaktivitäten feststellen.



Autoren

Herold N., Schöning I., Berner D., Haslwimmer H., Kandeler E., Michalzik B., Schrumpf M.

Erschienen als

Vertical gradients of potential enzyme activities in soil profiles of European beech, Norway spruce and Scots pine dominated forest sites. *Pedobiologia* 57: 181-189 (2014)

doi: 10.1016/j.pedobi.2014.03.003

Foto

Mai I.

Oberirdische Streueinträge und Tongehalte bestimmen Kohlenstoffvorräte in Oberböden unterschiedlich bewirtschafteter Buchenwälder

Wissenschaftler nehmen an, dass die Art der Waldbewirtschaftung die Kohlenstoffvorräte in Mineralböden entscheidend beeinflussen kann. Hier untersuchten wir dies an 82 Buchenstandorten des Hainich-Dün. Die Standorte unterschieden sich in der Art ihrer Bewirtschaftung: Wir analysierten unbewirtschaftete Wälder, Plenterwälder und Altersklassenwälder. Um die Kohlenstoffspeicherung im Waldboden besser aufzuschlüsseln, trennten wir die organische Substanz der Böden mit Hilfe einer Dichtefraktionierung in unterschiedliche Fraktionen auf: in eine frische, pflanzenbürtige Fraktion, in eine Fraktion, die in Bodenaggregate eingeschlossen ist, und eine Fraktion, die an Bodenminerale gebunden ist.

Wir konnten zeigen, dass der Kohlenstoff in der Fraktion der frischen, pflanzenbürtigen organischen Substanz stark von der Menge des Kohlenstoffs in der organischen Auflage abhing. Die organische Auflage wiederum unterschied sich zwischen den verschiedenen Waldbewirtschaftungstypen. Der Kohlenstoffvorrat in der organischen Auflage der ungenutzten Wälder und der Plenterwälder war mächtiger als in den Altersklassenwäldern. Das weist auf die Bedeutung der Waldbewirtschaftung für die Kohlenstoffspeicherung im Oberboden hin. Bodeneigenschaften wie der Tongehalt und der Eisenoxidgehalt hingegen beeinflussten hauptsächlich den an Bodenmineralen gebundenen Kohlenstoff. Sogar nach einigen Jahrzehnten der Waldbewirtschaftung können wir keinen Effekt der Bewirtschaftung auf die stabilere, an Bodenminerale gebundene Fraktion des Kohlenstoffs nachweisen.



Autoren

Grüneberg E., Schöning I., Hessenmöller D., Schulze E.-D., Weisser W. W.

Erschienen als

Organic layer and clay content control organic carbon stocks in density fractions of differently managed German beech forests. *Forest Ecology and Management* 303: 1-10 (2013)

doi: 10.1016/j.foreco.2013.03.014

Foto

Heinze E.



Steuergrößen der Stickstoffauswaschung aus organischen Auflagen mitteleuropäischer Buchenwälder

Stickstoff (N) ist ein Haupttreiber des Biodiversitätsverlustes sowie von Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen. In Buchenwäldern wird jährlich die größte Menge N in der Mullaufgabe umgesetzt und potenziell ausgewaschen.

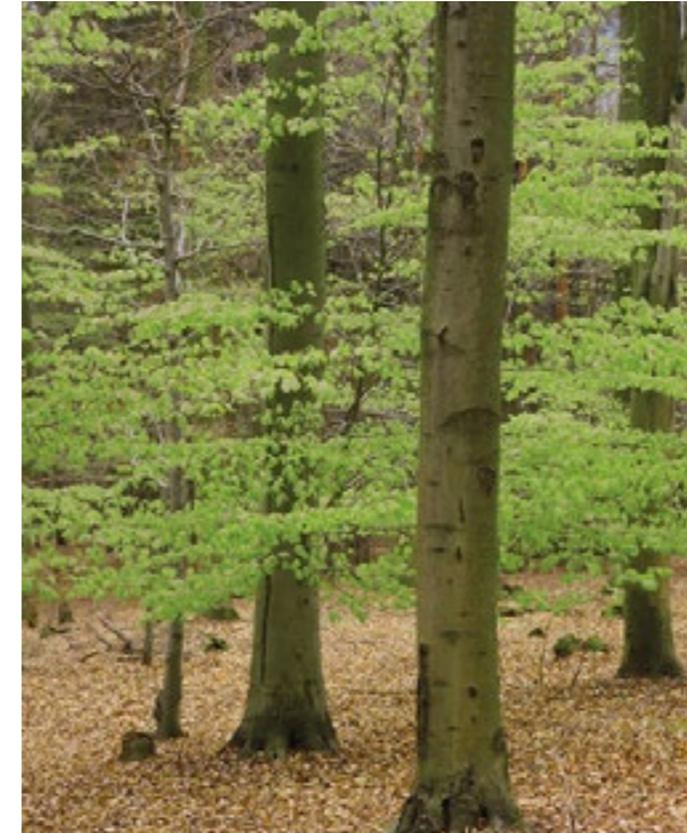
Wir identifizierten Steuergrößen der N-Auswaschung aus Mullaufgaben und untersuchten, ob eine größere Pflanzendiversität die Auswaschung reduziert.

Über einen Zeitraum von 3 Vegetationsperioden maßen wir die gelösten Flüsse von N im Bestandsniederschlag und die N-Auswaschung aus Mullaufgaben in je 6 Buchenwäldern in Hainich-Dün und der Schwäbischen Alb. Zusätzlich bestimmten wir forstliche Parameter, die Biomasse der Bodenfauna und die Diversität der Gefäßpflanzen.

Durchschnittlich wurde aus den Mullaufgaben nur 2,3 kg N ha⁻¹ mehr N ausgewaschen (fast ausschließlich Nitrat) als mit dem Bestandsniederschlag eingetragen wurde. Dies deutete darauf hin, dass die N-Auswaschung trotz einer hohen Streumineralisationsrate durch die N-Aufnahme durch Mikroben und Pflanzen eingeschränkt war. Die N-Auswaschung nahm sowohl mit der Bestandsfläche (Streulieferanten) als auch mit der Biomasse der Bodenfauna (Streuzersetzer) zu, nahm aber mit zunehmender Gefäßpflanzendiversität ab. Insbesondere die Diversität von Kräutern trug zur Reduktion der N-Auswaschung bei, was wahrscheinlich auf eine komplementäre N-Nutzung zwischen funktionellen Pflanzengruppen in Ober- und Unterwuchs zurückzuführen ist.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Zusammenspiel von Pflanzen, Bodentieren und Mikroorganismen, aber auch der Eintrag mit dem

Bestandsniederschlag die Auswaschung von N aus Mullaufgaben in Buchenwäldern auf kalkhaltigen Standorten mit hoher Mineralisation steuert. Trotz seiner geringen Biomasse, kann ein diverser Unterwuchs die N-Auswaschung signifikant reduzieren.



Autoren

Schwarz M. T., Bischoff S., Blaser S., Boch S., Grassein F., Klarner B., Schmitt B., Solly E. F., Ammer C., Michalzik B., Schall P., Scheu S., Schöning I., Schrumpf M., Schulze E.-D., Siemens J., Wilcke W.

Erschienen als

Drivers of nitrogen leaching from organic layers in Central European beech forests. *Plant and Soil* 403: 343–360 (2016)

doi: 10.1007/s11104-016-2798-0

Foto

Pixabay

Räumliche Interaktion von ammoniakoxidierenden Archaeen und nitritoxidierenden Bakterien in ungedüngtem Grünland

Nitrifikation bezeichnet die Umsetzung von Ammonium in leicht auswaschbares Nitrat. Sie ist ein wichtiger Prozess des Stickstoffkreislaufs in Böden. Sie setzt sich aus den Teilprozessen Ammoniak- und Nitrit-Oxidation zusammen, die von 2 unterschiedlichen Organismengruppen durchgeführt werden. Für den kompletten Prozess der Nitrifikation ist ein Interagieren der Schlüsselorganismen, die beide Prozesse durchführen, unverzichtbar. Wir wollten herausfinden, wie die räumliche Verteilung von Vertretern beider Gruppen aussieht und welche Gruppen auch zeitlich miteinander interagieren. Dazu untersuchten wir das Vorkommen und die Zusammensetzung der an der Nitrifikation beteiligten Organismen während eines Jahres. Wir wählten eine 10 x 10 m Fläche mit niedriger Landnutzungsintensität. Unsere Untersuchungsmethoden waren qPCR und Sequenzierung.

Wir stellten das Vorkommen der Schlüsselorganismen zu 6 verschiedenen Zeitpunkten räumlich dar. Dadurch entdeckten wir verschiedene zeitliche Verteilungsmuster v. a. von den nitritoxidierenden Bakterien des Stamms „*Nitrospira*“. Ein Zusammenspiel zwischen Ammoniak- und Nitrit-Oxidierern auf räumlicher Ebene beobachteten wir nur in einem zeitlich eng begrenzten Rahmen: Ammoniakoxidierende Archaeen zeigten die gleiche räumliche Verteilung wie Nitrit-Oxidierer des Stamms „*Nitrospira*“. Das Zusammenspiel dieser beiden Gruppen ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass beide Gruppen Lebensräume mit geringer Substratkonzentration bevorzugen.

Die Nitrifikation spielt eine wichtige Rolle beim effizienten Einsatz von Düngemitteln im Hinblick auf Verfügbarkeit von Stickstoff für Pflanzen. Es ist von hoher Bedeutung, immer alle beteiligten Gruppen und deren Zusammenspiel zu betrachten, um Aussagen über die Funktion von Stickstoffumsetzungsprozessen im Boden treffen zu können.



Autoren

Stempfhuber B., Richter-Heitmann T., Regan K. M., Kölbl A., Wüst P. K., Marhan S., Sikorski J., Overmann J., Friedrich M., Kandeler E., Schlöter M.

Erschienen als

Spatial interaction of archaeal ammonia-oxidizers and nitrite-oxidizing bacteria in an unfertilized grassland soil. *Frontiers in Microbiology* 6: 1567 (2016)

doi: 10.3389/fmicb.2015.01567

Foto

Müller J.

Der pH-Wert als Einflussfaktor für ammoniakoxidierende Archaeen in Waldböden

Der Boden-pH-Wert zählt zu den wichtigsten Einflussfaktoren auf die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft in Böden. Vor allem in sauren Böden (=niedriger pH-Wert) beeinflusst der pH-Wert auch das Gleichgewicht von Ammonium zu Ammoniak. Letzteres ist das bevorzugte Substrat der Ammoniak-Oxidierer, die den ersten Schritt des Nitrifikationsprozesses (Umsetzung von Ammoniak / Ammonium in Nitrat) durchführen. In sauren Böden ist der Ammoniak-Gehalt reduziert, weshalb Böden mit niedrigem pH-Wert, wie dies häufig bei Waldböden der Fall ist, eine besondere Herausforderung für Ammoniak-Oxidierer darstellen.

Deshalb untersuchten wir, wie einzelne Gruppen von Mikroorganismen mit niedrigem pH-Wert zurechtkommen bzw. welche Organismen innerhalb der Ammoniak-Oxidierer dabei eine besondere Rolle spielen.

Unsere Studie untersuchte Vorkommen (Abundanz) und Vielfalt (Diversität) von Ammoniak-Oxidierern in Bodenproben von ausgewählten Waldflächen mittels qPCR und Sequenzierung.

Die Studie zeigte, dass ammoniakoxidierende Archaeen (AOA) mit den Gegebenheiten in einem sauren Boden besser zurechtkommen als Bakterien. Deren Abundanz nimmt mit sinkendem pH-Wert ab. Wir bestimmten mittels Sequenzierung, dass nur wenige der verschiedenen Vertreter der AOA ausschließlich in Böden mit $\text{pH} < 4,5$ sehr häufig vorkamen. Dies lässt darauf schließen, dass diese Vertreter spezielle Anpassungen an das Leben im sauren pH-Bereich haben.

Durch das Vorkommen von spezialisierten ammoniakoxidierenden Archaeen in Böden mit $\text{pH} < 4,5$ konnten wir zeigen, dass der Nitrifi-

kationsprozess durchaus auch in Lebensräumen mit sehr saurem pH-Wert stattfindet und somit das Gleichgewicht der verschiedenen Stickstoffverbindungen im Boden maßgeblich beeinflusst.



Autoren

Stempfhuber B., Engel M., Fischer D., Neskovic-Prit G., Wubet T., Schöning I., Gubry-Rangin C., Kublik S., Schloter-Hai B., Rattei T., Welzl G., Nicol G. W., Schrumpf M., Buscot F., Prosser J. I., Schloter M.

Erschienen als

pH as a driver for ammonia-oxidizing archaea in forest soils. *Microbial Ecology* 69: 879–883 (2015)

doi: 10.1007/s00248-014-0548-5

Foto

Baumann K.

Einfluss von bestimmten Primer-Paaren auf die Analyse von bakteriellen Gemeinschaften in Bodenproben

Um die ganze Bandbreite von mikrobiellen Gemeinschaften im Boden zu beschreiben, sind Studien zur Isolierung von Bakterien häufig nicht ausreichend. Eine wichtige Rolle spielen daher Methoden, die direkt die extrahierte DNA aus Bodenproben nutzen, wie Sequenzierung oder sogenannte Fingerprint-Methoden, wie zum Beispiel B-ARISA (bacterial automated ribosomal intergenic spacer analysis).

Wir untersuchten, wie die Wahl der Primer-Paare (wichtige Bausteine zur Vervielfältigung von DNA) für diese Methode die Resultate beeinflusst. Außerdem hängt von ihr ab, inwieweit nur bakterielle oder auch andere unerwünschte, z. B. pflanzliche DNA erfasst wird.

Wir verglichen dazu 3 verschiedene Primer-Paare miteinander. Diese testeten wir sowohl an Umweltproben eines Langzeit-Dünge-Experiments, als auch an verschiedenen Wald-Standorten auf der Schwäbischen Alb. Ferner untersuchten wir mit Hilfe verschiedener Software und Datenbanken, welche Gruppen von Bakterien theoretisch durch die verschiedenen Primer-Paare erfasst werden.

Die Datenbankanalyse ergab, dass alle Primer-Paare für Bakterien geeignet waren, ein Primer-Paar jedoch auch pflanzliche Sequenzen erfasste. Die Abdeckung verschiedener Bakteriengruppen unterschied sich zwischen den Primer-Paaren. Die Analyse von Umweltproben bestätigte diese Ergebnisse. Die Versuchsergebnisse legen nahe, dass vor allem bei einem B-ARISA von Umweltproben, die sowohl bakterielle als auch pflanzliche DNA enthalten, eine sorgfältige Auswahl der Primer-Paare erfolgen sollte. Nur dadurch erhält man ein Maximum an bakteriellen Taxa und gleichzeitig ein Minimum an pflanzlichen Sequenzen.



Autoren

Purahong W., Stempfhuber B., Lentendu G., Francioli D., Reitz T., Buscot F., Schloter M., Krüger D.

Erschienen als

Influence of commonly used primer systems on automated ribosomal intergenic spacer analysis of bacterial communities in environmental samples. PLoS ONE 10: e0118967 (2015)

doi: 10.1371/journal.pone.0118967

Foto

Baumann K.

Einflussfaktoren für Ammoniak-Oxidation entlang eines Landnutzungsgradienten im Grünland

Landnutzung ist eine der wichtigsten Einflussgrößen der Nitrifikation in Böden, vor allem durch den Eintrag von Ammonium über Düngemittel. Der erste Schritt der Nitrifikation kann sowohl von ammoniakoxidierenden Archaeen (AOA) als auch Bakterien (AOB) durchgeführt werden.

Unsere Fragestellungen waren, welche unterschiedlichen Faktoren das Verhalten der beiden Gruppen beeinflussen, und welche Rolle vor allem die Landnutzungsintensität dabei spielt.

Wir untersuchten mittels qPCR und Sequenzierung Vorkommen und Aktivität von Ammoniak-Oxidierern entlang eines Landnutzungsgradienten, der Mahd, Beweidung und Düngung miteinbezieht, an allen 150 Grünlandstandorten.

Die Studien zeigt, dass die Anzahl von sowohl AOA als auch AOB mit steigender Landnutzung zunimmt. Bei sehr intensiver Landnutzung nimmt die Zahl der AOA wieder leicht ab, vermutlich wird ihre Aktivität gehemmt. Einen klareren Landnutzungseffekt fanden wir nur in den Mineralböden, wohingegen das Vorkommen der Ammoniak-Oxidierer in den Histosolböden der Schorfheide nicht an die Landnutzung gekoppelt ist. In der Schorfheide hingegen dominieren durch die periodische Überschwemmung des Bodens andere Prozesse, wie zum Beispiel die Bildung und Umsetzung von Methan, die Transformation von organischem Material.

Die Landnutzungsintensität hat maßgeblichen Einfluss auf das Vorkommen von Ammoniak-Oxidierern und damit auf die effizientere Stickstoffumsetzung im Boden. Beteiligte Gruppen reagieren jedoch unterschiedlich auf sehr hohe Landnutzungsintensität. Dies sollte bei der Düngung berücksichtigt werden, da Ammoniak-Oxi-

dierer eingebrachtes Ammonium schnell zu Nitrat umwandeln können, welches dann eventuell leicht aus dem Boden ausgewaschen werden kann.



Autoren

Stempfhuber B., Welzl G., Wubet T., Schöning I., Marhan S., Buscot F., Kandeler E., Schloter M.

Erschienen als

Drivers for ammonia-oxidation along a land-use gradient in grassland soils. *Soil Biology and Biochemistry* 69: 179–186 (2014)

doi: 10.1016/j.soilbio.2013.11.007

Foto

Baumann K.



Theorie und Modellierung sowie Datenmanagement

Artikel

Verwendung von Flugdrohnen zur Quantifizierung räumlicher Lückenmuster in Wäldern [S.074](#)

Die Bedeutung von Heterogenität, neu analysiert anhand eines Multi-Skalen- und Multi-Taxa-Ansatzes [S.076](#)

Quantifizierung der Effekte auf die Biodiversität: Waldbewirtschaftungsintensitätsmaße als Alternative zu Bestandseigenschaften [S.078](#)

Viele Wege in den Tod – Baummortalität in einem naturnahen Mischwald [S.080](#)

Entwirrung der Effekte der funktionellen Diversität auf Ökosystemfunktionen mithilfe eines hierarchischen Modells [S.082](#)

Vorschlag eines Ablaufplans zur Prüfung der Datenqualität von Biodiversitätsdaten innerhalb eines Datenverwaltungssystems [S.084](#)

Vorstellung eines erweiterbaren konzeptuellen Modells für wissenschaftliche Daten in Tabellenform [S.086](#)

Entwicklung eines halbautomatischen Systems zur Empfehlung von Visualisierungen für Biodiversitätsdaten [S.088](#)

Erste Schritte zur Entwicklung eines Empfehlungssystems für Visualisierungen von Biodiversitätsdaten [S.090](#)

Entwicklung eines allgemeingültigen Buchungssystems [S.092](#)

Modellierung des Effektes unterirdischen Fraßes auf die Biodiversität im Grünland [S.094](#)

Unterschiedliche Effekte von Wurzelfraß auf die Koexistenz von Wiesenpflanzen entlang eines Nährstoffgradienten [S.096](#)

Vorhersage der Vorkommen von Tierarten anhand ökologischer Theorien [S.098](#)

Dichteverteilung und Biomassen von Bodenbewohnern in der Waldstreuschicht [S.100](#)

Das Fehlen des energetischen Gleichgewichtes bei den Waldboden bewohnenden Wirbellosen [S.102](#)

Indizes für Biodiversität auf dem Prüfstand [S.104](#)

Wie bringen wir Empiriker und Modellierer in der funktionellen Biodiversitätsforschung zusammen? [S.106](#)

Diversitätsmuster beweideter Grünländer weisen auf die Isolation halbnatürlicher europäischer Pflanzengemeinschaften hin [S.108](#)

Verwendung von Flugdrohnen zur Quantifizierung räumlicher Lückenmuster in Wäldern

Flugdrohnen halten verstärkt Einzug in das Monitoring von Naturlandschaften, wie Wälder, Wiesen und Agrargebiete. Sie liefern hochaufgelöste Fotos, auf denen feine Details zu Landschaftsstrukturen erfasst werden. Damit eignen sie sich sehr gut, um die Strukturvielfalt von Waldlücken zu kartieren und darüber den „Fingerabdruck“ einer individuellen Durchforstungsmaßnahme zu erfassen. In unserer Studie war die Hauptfrage, ob durch Identifikation aller Lücken auf einem Hektar auf bestimmte Muster in der Art der Durchforstung geschlossen werden kann. Hierfür verwendeten wir verschiedene Methoden der räumlichen Statistik, wie die sogenannte Paarkorrelationsfunktion und die Markenkorrelationsfunktion. Mit ersterer Funktion lassen sich die abstandsabhängigen Dichten pro Radius quantifizieren, mit letzterer lassen sich die Größenkorrelationen der Lücken in Abhängigkeit vom gegenseitigen Abstandsradius erfassen. Diese Funktionen lassen sich für skalenübergreifende Auswertungen auf einem Hektar aber nur dann anwenden, wenn mindestens 30 bis 40 Datenpunkte bzw. Lücken detektiert werden können, was mit konventionellen und daher gröber aufgelösten Luftbildern in der Form nicht möglich wäre.

Die Ergebnisse von 10 Flächen aus dem Hainich und der Schwäbischen Alb zeigen, dass die Lückenmuster tatsächlich verschiedene Durchforstungsmaßnahmen, wie die Freistellung von Einzelbäumen, widerspiegeln können. Unsere Methodik beweist, dass Flugdrohnen sehr effektive Werkzeuge sind, um sämtliche Details der Struktur im Kronendach zu erfassen. Mit ausgefeilten Methoden der räumlichen Statistik können somit ganz individuell die Managementmaßnahmen der Durchforstung einer jeden Waldfläche erfasst werden. Mit der genauen Kenntnis zur Waldstruktur lässt sich somit auch beschreiben, wie die Waldstruktur durch leicht modifizierte Durchforstungsaktivitäten verbessert werden kann, um zum Bei-

spiel mehr Heterogenität und Strukturvielfalt zu generieren. Dies kommt allgemein der Biodiversität zu Gute.



Autoren

Getzin S., Nuske R. S., Wiegand K.

Erschienen als

Using unmanned aerial vehicles (UAV) to quantify spatial gap patterns in forests. Remote Sensing 6: 6988–7004 (2014)

doi: 10.3390/rs6086988

Foto

Hailer J.



Die Bedeutung von Heterogenität, neu analysiert anhand eines Multi-Skalen- und Multi-Taxa-Ansatzes

Die Bedeutung der räumlichen Skala für β -Diversität (Artenwechsel zwischen Flächen) wurde bereits in vielen Studien gezeigt. Inwiefern räumliche Diversitätsmuster zwischen verschiedenen Organismengruppen zusammenhängen, ist jedoch wenig untersucht. In dieser Studie untersuchten wir, ob Pflanzen und verschiedene Gruppen der Käfer entlang der Nahrungskette (trophische Gruppen) in Buchen-dominierten Wäldern zweier Regionen Deutschlands unabhängig voneinander im Raum organisiert sind.

Generell zeigte sich bei allen trophischen Gruppen eine hohe Bedeutung von β -Diversität im Vergleich zur lokalen α -Diversität für die Gesamtdiversität (γ). Dabei kam die hohe β -Diversität vor allem durch einen räumlichen Wechsel von Arten zustande und weniger durch räumliche Unterschiede im Artenreichtum. Während der Zusammenhang der lokalen Diversität zwischen den trophischen Gruppen gering war, zeigte sich ein enger Zusammenhang in der β -Diversität auf größerer räumlicher Skala. Der Zusammenhang war zwischen direkt interagierenden trophischen Gruppen, wie Pflanzen und Pflanzenfressern, nicht größer als zwischen anderen Gruppen.

Aus den Ergebnissen folgern wir, dass (1) die Heterogenität von Buchenwäldern auf unterschiedlicher räumlicher Skala erhöht werden sollte, um Biodiversität und damit verbundene Funktionen zu fördern, (2) Schutzstrategien sich aufgrund der großen Bedeutung des räumlichen Artenwechsels auf möglichst viele Gebiete, die nicht notwendigerweise die artenreichsten sein müssen, fokussieren sollten, (3) es schwierig ist, Empfehlungen für bestimmte Schutzstrategien auf Grundlage nur eines Indikator-taxons oder einer funktionalen Gilde zu geben.



Autoren

Gossner M. M., Getzin S., Lange M., Pašalić E., Türke M., Wiegand K., Weisser W. W.

Erschienen als

The importance of heterogeneity revisited from a multiscale and multitaxa approach. *Biological Conservation* 166, 212–220 (2013)

doi: 10.1016/j.biocon.2013.06.033

Foto

Pommer U.

Quantifizierung der Effekte auf die Biodiversität: Waldbewirtschaftungsintensitätsmaße als Alternative zu Bestandseigenschaften

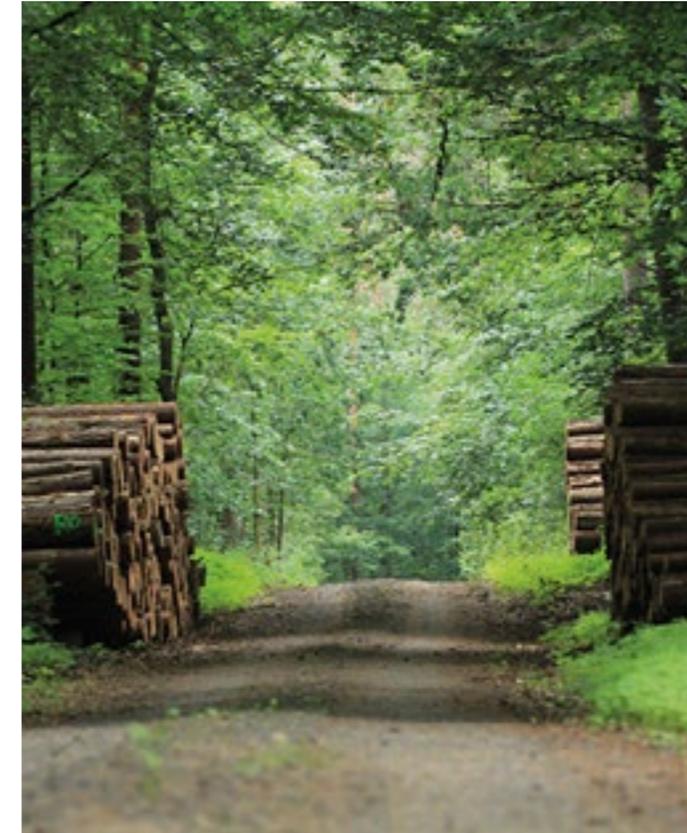
Landnutzung ist als Hauptursache des Biodiversitätsrückgangs bekannt, aber es ist schwierig, deren Intensität zu quantifizieren. Studien verfolgen oft nur einen qualitativen Ansatz und kontrastieren Nutzungskategorien oder nutzen strukturelle Ökosystemmerkmale stellvertretend für Nutzungsintensität.

Um qualitative mit quantitativen Ansätzen am Beispiel der Waldbewirtschaftung zu vergleichen, führten wir eine Biodiversitätsaufnahme von 10 Organismengruppen in 12 Beständen 4 unterschiedlicher Bewirtschaftungstypen durch. Wir verglichen den Erklärungswert des kategorialen Ansatzes mit dem von (1) Bestandsstrukturparametern, (2) Kombinationen von einzelnen Strukturparametern, (3) Maßen der Natürlichkeit von Wäldern und (4) einem quantitativen Deskriptor von Landnutzungsintensität im Wald, Silvicultural Management Intensity (SMI).

Die Diversität vieler Artengruppen unterschied sich zwischen Nutzungskategorien und wurde von einzelnen Strukturparametern und Kombinationen dieser beeinflusst. SMI korrelierte negativ mit der Natürlichkeit von Beständen und für viele Organismengruppen führte ein erhöhter SMI zu einer verringerten Diversität. Nahrungsgruppen reagierten jedoch unterschiedlich. Holz und Rinden besiedelnde Pilze, saprophytische Arthropoden, Pflanzenfresser, Räuber in Baumkronen und Brutvögel zeigten eine deutlich negative Reaktion auf steigende Nutzungsintensität, während andere Gruppen wie Pflanzen nicht reagierten. Moose und bodenaktive Räuber profitierten sogar von einer erhöhten Nutzungsintensität.

Die Verwendung eines quantitativen Maßes von Landnutzungsintensität kann helfen, subtile Zusammenhänge zwischen menschlichem Einfluss und der Diversität von Organismen zu verstehen.

Maße wie der SMI scheinen sinnvolle Instrumente zur Quantifizierung von Nutzungsintensität in Wäldern darzustellen und könnten weltweit auf Biodiversitätsdaten in verschiedenen Waldökosystemen angewendet werden.



Autoren

Gossner M. M., Schall P., Ammer C., Ammer U., Engel K., Schubert H., Simon U., Utschick H., Weisser W. W.

Erschienen als

Forest management intensity measures as alternative to stand properties for quantifying effects on biodiversity. *Ecosphere* 5: 113 (2014)

doi: 10.1890/es14-00177.1

Foto

Mai I.



Viele Wege in den Tod – Baummortalität in einem naturnahen Mischwald

Baummortalität ist ein entscheidender Prozess der Walddynamik, ein bestimmender Faktor der Bestandsproduktivität und ein bedeutsamer Faktor im Biomasse- und Nährstoffkreislauf sowie in der Bestandsverjüngung. Die Frage, wann und warum Bäume sterben, bleibt jedoch nach wie vor eine der großen Herausforderungen der Waldökologie. Es gibt eine Vielzahl von möglichen Einflussfaktoren, und Mortalität kann sowohl ein sehr langsames oder aber ein plötzliches Ereignis sein.

In dieser Studie untersuchten wir 1) wie und in welchem Ausmaß die Gesamtmortalität in unterschiedliche Mortalitätsvarianten unterteilt werden kann, 2) wie Charakteristika von Einzelbäumen diese erklären können und 3) wie Mortalitätsraten der verschiedenen Baumarten zueinander im Verhältnis stehen.

Basierend auf der Wiederholungsinventur im Untersuchungsgebiet definierten wir 6 verschiedene Varianten der Einzelbaummortalität: Entwurzelung und Bruch (beide sowohl mit als auch ohne Fäulnis) sowie stehend tot und durch andere Bäume niedergeworfen. Daraus leiteten wir statistische Modelle für 3 Baumarten (Buche, Hainbuche und Esche) ab.

Für Buche und Hainbuche beobachteten wir eine hohe Mortalität bei kleinen und großen Bäumen und eine niedrige bei mittelgroßen Bäumen. Bei Esche stieg die Mortalität mit der Größe der Bäume an. Für alle Baumarten konnte dies durch den gemeinsamen Ablauf von Prozessen der 6 verschiedenen Mortalitätsvarianten erklärt werden. Die Ergebnisse für Buche legen nahe, dass jede Mortalitätsvariante in verschiedenen Lebensstadien vorherrschend ist: kleine Bäume starben meist stehend oder durch andere Bäume niedergeworfen, mittelgroße Bäume hatten die höchste Überlebenschance und sehr

große Bäume erlitten erhöhte Raten von Mortalität, hauptsächlich durch Entwurzelung oder Bruch.

Baummortalität kann in verschiedene Prozesse unterteilt werden und Baumarten unterscheiden sich in ihrer Anfälligkeit gegenüber einem oder mehreren von ihnen. Dies bildet eine wesentliche Grundlage für das Verständnis der Walddynamik natürlicher Wälder.



Autoren

Holzwarth F., Kahl A., Bauhus J., Wirth C.

Erschienen als

Many ways to die – partitioning tree mortality dynamics in a near-natural mixed deciduous forest *Journal of Ecology* 101: 220–230 (2013)

doi: 10.1111/1365-2745.12015

Foto

Holzwarth F.



Entwirrung der Effekte der funktionellen Diversität auf Ökosystemfunktionen mithilfe eines hierarchischen Modells

Die Hierarchie von Merkmalseinflüssen in Biodiversität-Ökosystem-Beziehungen ist zwar bekannt, wird aber in Design oder Analyse von Experimenten kaum berücksichtigt.

Wir führten einen Modellversuch durch, in dem Biodiversität durch die Verteilung der funktionellen Merkmale von Pflanzen einer Gemeinschaft beschrieben wird. Wir stellten die Hypothese auf, dass 1) die drei Facetten der funktionellen Komposition (funktioneller Reichtum, funktionelle Identität und Unähnlichkeit) die Bilanz der Vegetationsbiomasse unterschiedlich und unabhängig voneinander beeinflussen, 2) Stärke und Richtung der Beziehungen zwischen Biodiversität und Ökosystemfunktionen im Laufe der Waldsukzession variieren und 3) sich dies aus den sich während der Sukzession verändernden Bedeutungen der Prozesse und Zustände auf niedrigeren Hierarchieebenen ergibt.

Wir rechneten ein Vegetationsmodell, in welchem wir die Dynamik der „Veränderung der Biomasse“, eine Ökosystemfunktion hoher Ebene, hierarchisch in ihre verschiedenen sie zusammensetzenden Prozesse (Wachstum, Gewebsumsatz, Verjüngung und Mortalität) und Zustände (Bestandsstrukturen) aufteilten.

Wir beobachteten einen unabhängigen Einfluss von Reichtum, Identität und Unähnlichkeit auf die Veränderung der Biomasse. Die Biodiversität wirkte sich nur während der frühen Sukzession positiv aus und später negativ. Unerwarteter Weise spielten Aneignung (Wachstum, Verjüngung) und Bewahrung (Mortalität, Gewebsumsatz) von Ressourcen eine gleichgewichtige Rolle im gesamten Verlauf der Sukzession.

Die Ergebnisse tragen zu einem mechanistischen Verständnis von

Biodiversitätseffekten bei und mahnen zur Vorsicht gegenüber vereinfachenden Ansätzen, die Hierarchiestufen bei der Analyse von Biodiversitäts-Ökosystem-Beziehungen zu ignorieren.



Autoren

Holzwarth F., Rüger N., Wirth C.

Erschienen als

Taking a closer look: disentangling effects of functional diversity on ecosystem functions with a trait-based model across hierarchy and time. Royal Society Open Science 2: 140541 (2016)

doi: 10.1098/rsos.140541

Foto

Holzwarth F.

Vorschlag eines Ablaufplans zur Prüfung der Datenqualität von Biodiversitätsdaten innerhalb eines Datenverwaltungssystems

Datenverwaltungssysteme sind Plattformen zur Speicherung, zum Austausch und zur Integration von Daten. Gerade für die wissenschaftliche Analyse sind qualitätsgesicherte Daten unverzichtbar. Daher hat sich die Rolle von Datenverwaltungssystemen in den letzten Jahren auch durch den Einbezug des Managements von Datenqualität (data quality management, DQM) erweitert. Typischerweise ist der DQM-Ablaufplan in solchen Systemen festgelegt und standardisiert. Allerdings erfolgt das DQM meist entweder manuell oder minimal. Diese Einschränkung kann durchaus den Hauptteil von Datensätzen in Datenverwaltungssystemen betreffen. Das Ziel dieser Arbeit ist es daher, diese klassischen DQM-Methoden benutzerdefiniert anzupassen und halbautomatisch für Datenverwaltungssysteme mit Biodiversitätsdaten durchführen zu können.

Im Gegensatz zur Überprüfung des wissenschaftlichen Inhalts der Daten steht hier die technische Qualität der Daten im Mittelpunkt. Der vorgeschlagene Ablauf beinhaltet: die Spezifikation von DQM-Kriterien (wobei die Wissenschaftler die Regeln, welche ein Datensatz zu erfüllen hat, festlegen), die client- und serverseitige Überprüfung (wobei die Datensätze darauf geprüft werden, ob sie den festgelegten Regeln entsprechen), das Erstellen eines Datenprofils (welches sich auf das Erstellen eines Berichts über die Daten fokussiert), eine Fehlererkennungsanalyse (wobei Unstimmigkeiten festgestellt werden, die nicht während der Überprüfung gefunden wurden), die Datenaufwertung und Korrektur (wobei fehlerhafte Daten entfernt werden und gültige Daten mit zusätzlichen Informationen versehen werden können) und das Monitoring der Qualität. Im Allgemeinen soll der Ablaufplan die Forscher bei den DQM Aufgaben unterstützen und damit wiederum allen weiteren Personen (Wissenschaftlern und Nichtwissenschaftlern) ermöglichen, die Datensätze besser zu verstehen und richtig anzuwenden.



Autoren

Owonibi M., König-Ries B.

Erschienen als

A quality management workflow proposal for a biodiversity data repository. In: Indulska M., Puroo S. (eds) Advances in conceptual modeling. ER 2014. Lecture Notes in Computer Science 8823: 157–167. Springer, Cham (2014)

doi: 10.1007/978-3-319-12256-4_17

Grafik

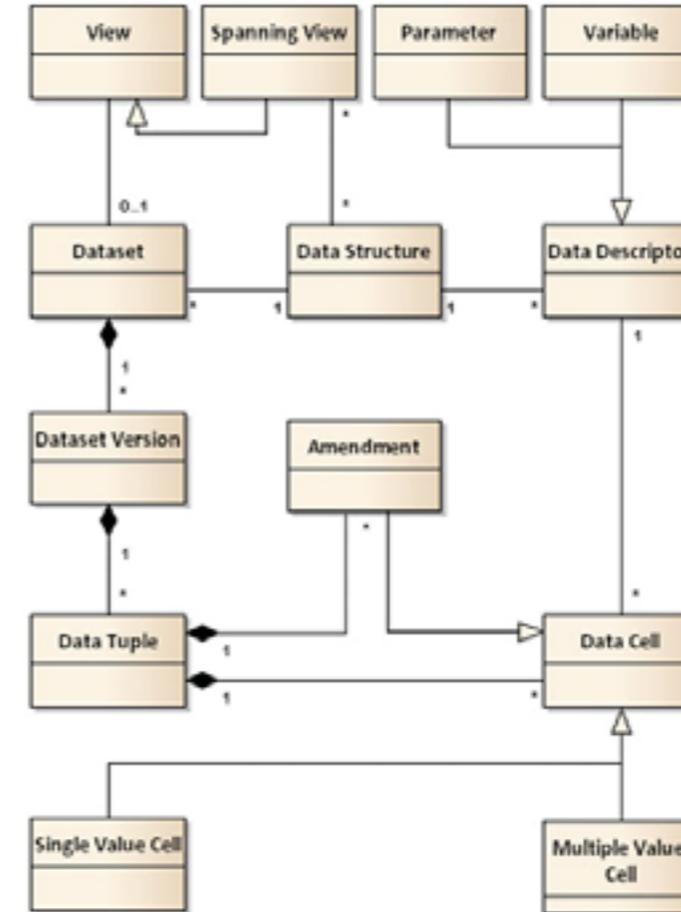
Owonibi M.

Ablaufplan des Qualitätsmanagements für Daten

Vorstellung eines erweiterbaren konzeptuellen Modells für wissenschaftliche Daten in Tabellenform

Forscher aller Disziplinen sammeln beständig Daten. Daher besteht ein zunehmender Bedarf an der Entwicklung von Plattformen, um diese Daten zu speichern, auszutauschen, weiterzuverarbeiten und die Dateninterpretation zu unterstützen. Dies gilt sowohl für die sofortige Nutzung der Daten als auch für eine spätere Wiederverwendung. Unterschiedliche Datenformate und die unterschiedlichen Methoden, wie Forscher ihre Daten eingeben, strukturieren und organisieren, stellen hierbei eine besondere Herausforderung dar.

Es ist schwierig, diese Daten angemessen zu speichern, verschiedene Datensätze zusammenzuführen und die Daten zu verstehen. Als eine Lösung für die genannten Probleme präsentieren wir in diesem Artikel das Datenmodell von BEXIS2 (eine Plattform zur Speicherung und Verwaltung von Forschungsdaten) und wie Daten innerhalb dieses Modells organisiert werden können. Im Besonderen beschreiben wir einen allgemein verwendbaren tabellarischen Datensatz. Der Datensatz ist auf verschiedene Weise erweiterbar und kann auf unterschiedlichen Wegen durch zusätzlich verfügbare Informationen ergänzt werden. Durch die Verwendung dieses Modells können Datenverwaltungssysteme verschiedenartige tabellarische Datensätze angemessen und einfach speichern und integrieren. Das Modell erlaubt weiterhin, dass Datensätze mit standardisierten Begriffen versehen werden. Dies kann helfen, Datensätze von anderen Wissenschaftlern und Nichtwissenschaftlern zu verstehen.



Autoren

Chamanara J., Owonibi M., Algergawy A., Gerlach R.

Erschienen als

An extensible conceptual model for tabular scientific datasets. International symposium on challenges for designing and using datasets. Brussels, Belgium. Proceedings: 72–76 (2015)

Grafik

Chamanara J.
Konzeptuelles Modell für tabellarische Daten

Entwicklung eines halbautomatischen Systems zur Empfehlung von Visualisierungen für Biodiversitätsdaten

Die graphische Darstellung von Informationen ist ein wichtiges Werkzeug in der Wissenschaft. Es hilft den Wissenschaftlern bei dem Ergründen, der Analyse und dem Präsentieren von offensichtlichen und weniger deutlichen Merkmalen ihrer Datensätze. Jedoch sind Wissenschaftler nicht typischerweise Experten für Visualisierung. Daher ist es für sie oft schwierig und zeitaufwändig, die optimale Visualisierung zur Verdeutlichung der gewünschten Botschaft zu wählen.

Um die Wissenschaftler bei der Auswahl einer geeigneten Visualisierung zu unterstützen, haben wir ein halbautomatisches, kontextberücksichtigendes Visualisierungs-Empfehlungs-Modell entwickelt. In diesem Modell werden Informationen von Daten und Metadaten, Publikationen und Nutzerverhalten mit Visualisierungssystemen herausgefiltert. Diese Informationen werden dann genutzt, um eine Auswahl von den am besten geeigneten Visualisierungen vorzuschlagen, um damit die Aussagen eines Datensatzes darzustellen. Die konkrete Umsetzung dieses Vorhabens und dessen Beurteilung wird im Umfeld der Biodiversitätsforschung erfolgen. Dieses System soll Wissenschaftlern aber auch Nichtwissenschaftlern zur Verfügung stehen. Es soll helfen, die wesentlichen Informationen eines Datensatzes zu verstehen, die mittels einer Visualisierung, die das System empfohlen hat, präsentiert werden.



Autoren

Kaur P., Owonibi M., König-Ries B.

Erschienen als

Towards visualization recommendation - A semi-automated domain-specific learning approach. 27th GI-Workshop on foundations of databases. Magdeburg, Germany. Proceedings: 30–35 (2015)

doi: 10.1007/s10531-016-1157-z

Grafik

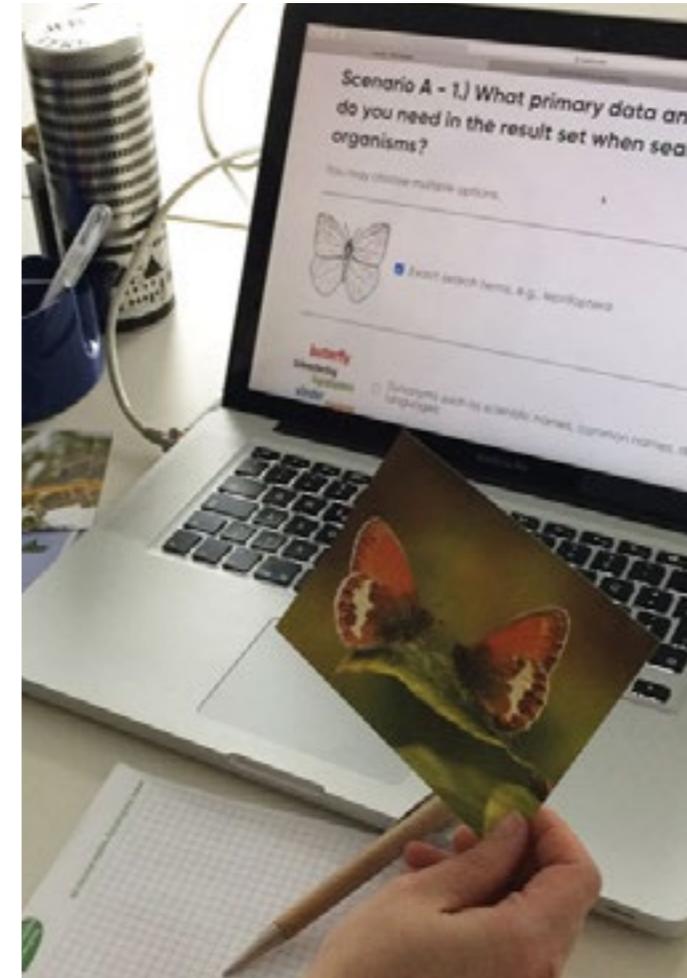
Kaur P.

Fragen eines Wissenschaftlers bezüglich der Darstellung von Daten

Erste Schritte zur Entwicklung eines Empfehlungssystems für Visualisierungen von Biodiversitätsdaten

Um die entscheidenden Probleme zur Erhaltung der biologischen Vielfalt und deren Auswirkungen auf das Ökosystem zu untersuchen, haben Wissenschaftler im letzten Jahrzehnt eine große Menge an sehr verschiedenen Daten erhoben, die meist verteilt gespeichert vorliegen. Die Verwaltung, Weiterverarbeitung und Visualisierung dieser Daten erfordert zunehmend Kenntnisse aus dem Bereich der Informatik. Während vielen Biologen diese fachlichen Kenntnisse fehlen, ist bei Informatikern das Wissen zu biologischen Fachgebieten und den Zusammenhängen innerhalb dieser Daten unzureichend.

Der Schwerpunkt unserer Studie liegt darin, den Wissenschaftlern Visualisierungsmöglichkeiten vorzuschlagen, die bei der Erforschung und dem Verstehen ihrer Daten helfen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen diese Vorschläge auf Erfahrungen basieren, welche Experten des Fachgebietes mit Visualisierungen haben. Wir möchten diese Kenntnisse und Erfahrungen sammeln und bei der Entwicklung eines Empfehlungssystems benutzen. Dieses System soll Wissenschaftlern aber auch Nichtwissenschaftlern zur Verfügung stehen. Es soll Visualisierungen für Daten empfehlen und dabei helfen, die wesentlichen Informationen dieser Daten zu verstehen.



Autoren

Kaur P., Gaikwad J., König-Ries B.

Erschienen als

Towards recommending visualizations for biodiversity data. *Biodiversity and Conservation* 25: 1801–1803 (2016)

doi: 10.1007/s10531-016-1157-z

Foto

Ostrowski A.

Online Umfrage zu Themen der Biodiversität



Entwicklung eines allgemeingültigen Buchungssystems

Buchungen, also die Reservierung von Ressourcen im Vorfeld, spielen im Arbeitsablauf von Organisationen unabhängig von deren Größe eine wichtige Rolle. Hierfür wurden verschiedenste IT-Anwendungen, bekannt als Buchungssysteme (engl. Booking Management Systems), entwickelt. Typischerweise wurden solche Buchungssysteme für einen bestimmten Anwendungsfall entwickelt, was ihre Wiederverwendung stark einschränkt. Beispiele sind Buchungssysteme für Autos, andere haben ihren Fokus auf Buchungen von Häusern, Wohnungen oder Räumen, wieder andere ermöglichen die Buchung von Laborinstrumenten oder Spezialwerkzeug. Im Projekt Biodiversitäts-Exploratorien müssen verschiedenste Ressourcen reserviert werden.

Dazu gehören Geräte zur Aufnahme von Daten bzw. Geräte zur Aufbereitung und Lagerung von Proben, Räume zur Übernachtung von Personen und Lagerung von Materialien. Häufig ist eine gemeinsame Reservierung der Ressourcen nötig. Des Weiteren muss das Untersuchungsgebiet und die geplante Tätigkeit angegeben und ggf. abgestimmt werden. Diese Arten von Ressourcen haben unterschiedliche Eigenschaften und Ausprägungen, sowie verschiedene Anforderungen an die Buchung. Soweit wir wissen, existiert kein Buchungssystem, welches diesen Anwendungsfall abdecken kann. Wir stellen daher ein flexibles und erweiterbares Modell für ein solches Buchungssystem vor. Dieses konzeptionelle Modell beinhaltet Komponenten zur Verwaltung von Ressourceneigenschaften, Zeitplänen, Buchungsabläufen und der Definition von Auflagen. Zurzeit setzen wir das Modell als konfigurierbare Anwendung um. Wir sind der Überzeugung, dass unser Modell und die resultierende Anwendung eine Unterstützung für Forscher, Projektgruppen und Organisationen bei der Verwaltung von verschiedensten Ressourcen mit unterschiedlichen Eigenschaften und Anforderungen sein kann.



Autoren

Owonibi M., Petzold E., König-Ries B.

Erschienen als

Towards a generic resource booking management system. In: Felderer, M., Piazzolo, F., Ortner, W., Brehm, L., Hof, H.-J. (eds) Innovations in enterprise information systems management and engineering. pp 73–81. Springer International Publishing, pp 73–81.

doi: 10.1007/978-3-319-32799-0

Foto

Fürstenau C.

Modellierung des Effektes unterirdischen Fraßes auf die Biodiversität im Grünland

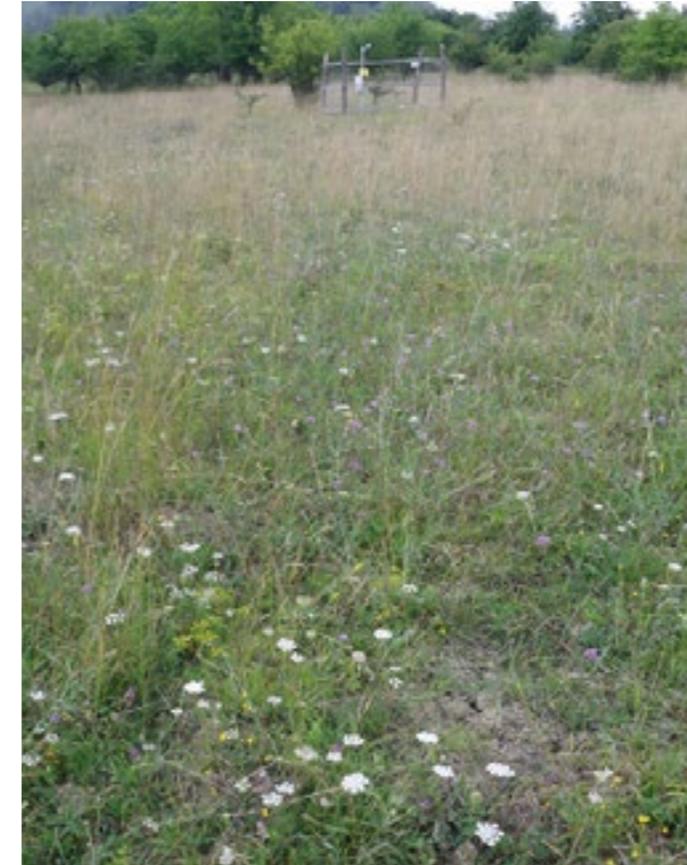
Die Erforschung von Struktur und Stabilität hochkomplexer und vielfältiger Ökosysteme, wie sie beispielsweise die mitteleuropäischen Grünlandflächen darstellen, ist eine der Kernaufgaben in der Ökologie. Größtenteils unklar ist dabei bisher vor allem der Einfluss verschiedener Gruppen von Bodenlebewesen auf die Biodiversität durch so genannte Wurzelherbivorie. Ziel unserer Studie war es daher, mechanistische Erklärungen für mögliche unterschiedliche Effekte von Wurzelherbivorie auf die Pflanzenbiodiversität zu untersuchen.

Dazu entwickelten wir ein Simulationsmodell (genannt IBC-gras) weiter, welches die räumliche Konkurrenz um Bodenressourcen verschiedener Individuen berechnet. Mithilfe dieses neuen, von uns entwickelten Moduls für das Simulationsmodell können sowohl unterschiedliche Fraß-Intensitäten, als auch Häufigkeiten und Verhalten der Bodenlebewesen berücksichtigt werden. Zusätzlich betrachteten wir verschiedene Nährstoffressourcen im Boden mit oder ohne Beweidung.

Laut unseren Ergebnissen verringert Wurzelherbivorie die lokale Artenzahl bzw. erhöht sie unter der Annahme, dass sich die Pflanzenfresser auf lokal dominante Arten spezialisieren. Interessant ist auch, dass die oberirdische Biomasse relativ unabhängig von Wurzelherbivorie und der Veränderung der Artenzahl ist. Nur unter der Annahme, die Pflanzenfresser bevorzugen besonders gut fressbare Pflanzenarten, erhöht sich die Biomasse vor allem auf nährstoffreichen Standorten.

Wir fanden daher mögliche Erklärungen für die vielfältigen, z.T. widersprüchlichen Beobachtungen zur Diversität durch Wurzelherbivorie. Ein besseres Verständnis der komplexen Struktur von Öko-

systemen – hier die ökologische Bedeutung von Wurzelherbivorie im Grünland – hilft generell, die Stabilität einzuschätzen bzw. das Management und Pflege der Grünlandflächen zu optimieren.



Autoren

Körner K., Pfestorf H., May F., Jeltsch F.

Erschienen als

Modelling the effect of belowground herbivory on grassland diversity. *Ecological Modelling* 273: 79–85 (2014)

doi: 10.1016/j.ecolmodel.2013.10.025

Foto

Both S.

Unterschiedliche Effekte von Wurzelfraß auf die Koexistenz von Wiesenpflanzen entlang eines Nährstoffgradienten

Ökologische Prozesse, die dazu beitragen, Ökosysteme wie Grünlandflächen zu stabilisieren, sind bis heute nicht gänzlich erforscht. Sogenannte stabilisierende und ausgleichende Prozesse spielen hierbei eine Rolle. Einer dieser stabilisierenden Prozesse könnte der Fraß an Wurzeln (Wurzelherbivorie) sein. Die bisherigen Belege für die ökologischen Effekte von Wurzelfraß auf die Zusammensetzung von Grünlandgesellschaften und Koexistenz von Pflanzenarten sind allerdings widersprüchlich. Das liegt vor allem an methodischen Schwierigkeiten bei der Erforschung der Bodenbiologie und daran, dass Untersuchungen nur auf einen kleinen Bereich der Umweltvariabilität beschränkt sind.

In dieser Studie wollten wir untersuchen, ob diese Widersprüche durch neue Methoden aufgeklärt werden können. Dazu haben wir die Einzeleffekte von Wurzelfraß durch Käferlarven auf 8 Grünland-Pflanzenarten im Gewächshausversuch dokumentiert. Diese Ergebnisse wurden dann via Modifikation der Wachstumsrate mit dem Computer-Simulationsmodell „IBC-gras“ kombiniert. Dieses Modell berechnet die räumliche Konkurrenz um Bodenressourcen verschiedener Individuen. Wir bestimmten die Effekte auf die Populationen, die Konkurrenzhierarchie und die Konsequenzen für Koexistenz und Diversität.

Dabei konnten wir zeigen, dass Wurzelfraß die Änderungen in der Konkurrenzhierarchie verringert, wenn die Bodennährstoffe abnehmen. Dies könnte auf sich angleichende Arteigenschaften hindeuten. Zusätzliche Beweidung fördert im Zusammenhang mit Fraßintensität und Nährstoffverfügbarkeit die positiven Effekte des Wurzelfraßes auf die Diversität. Unsere Methode zeigt also, dass Wurzelfraß abhängig von den Randbedingungen – wie Intensität, Nährstoffgehalt im Boden oder zusätzliche Beweidung – unter-

schiedlich starke ökologische Effekte auf die lokale Pflanzenbiodiversität haben kann.



Autoren

Pfestorf H., Körner K., Sonnemann I., Wurst S., Jeltsch F.

Erschienen als

Coupling experimental data with individual based modelling reveals differential effects of root herbivory on grassland plant coexistence along a resource gradient. *Journal of Vegetation Science* 27: 269–282 (2016)

doi: 10.1111/jvs.12357

Foto

Pommer U.

Vorhersage der Vorkommen von Tierarten anhand ökologischer Theorien

Die a) Metabolische Theorie und die b) Ökologischen Stöchiometrie sind zwei Konzepte innerhalb der Ökologie, die versuchen, das Vorkommen von Arten und die Biomasse von Populationen innerhalb von Tiergemeinschaften allgemeingültig vorherzusagen. Hierzu verwendete Messgrößen sind für a) die Körpergröße der Organismen und für b) die chemische Zusammensetzung der Nahrung (z. B. das Verhältnis von Kohlenstoff zu anderen Elementen wie Stickstoff), was die Qualität der Nahrung widerspiegelt.

In dieser Studie wurde untersucht, wie diese beiden Konzepte miteinander in einem gemeinsamen Ansatz verknüpft werden können, wie die Messgrößen wechselwirken in der Aussagekraft zum Vorkommen von Arten bzw. deren Biomasse.

Es wurde ein umfassender Datensatz von Gemeinschaften von wirbellosen Bodentieren auf je 16 Waldflächen innerhalb aller 3 Regionen erhoben. Diese Daten enthalten die Anzahl und Körpergrößen pro Tierart und definierter Fläche, somit die Biomasse der Populationen. Ebenfalls wurde die chemische Signatur der Laub- & Nadelstreu gemessen, die einem Großteil der Bodentiere als Nahrung dient. Mit diesen Daten wurde berechnet, ob sich der Zusammenhang von jeweils dem Vorkommen sowie der Biomasse der Bodentiere mit deren Körpermasse unter Einfluss der Streuqualität (bzw. deren chemischen Signatur) verändert.

Es konnte zum ersten Mal gezeigt werden, dass eben die Streuqualität in diesem Zusammenhang von Vorkommen sowie Biomasse der Bodentiere mit deren Körpermasse wechselwirkt. Es zeigt sich damit weiterhin, dass die beiden ökologischen Konzepte nicht unabhängig voneinander verwendet werden sollten, um Vorhersagen zu treffen.

Diese Studie liefert einen Beitrag zur Verwendung von grundlegenden ökologischen Konzepten. Unter Berücksichtigung der entsprechenden Messgrößen können nun ganz allgemein, genauere Vorhersagen zum Vorkommen und zur Biomasse von Bodentieren getroffen werden.



Autoren

Ott D., Digel C., Rall B. C., Maraun M., Scheu S., Brose U.

Erschienen als

Unifying elemental stoichiometry and metabolic theory in predicting species abundances. *Ecology Letters* 17: 1247–1256 (2014)

doi: 10.1111/ele.12330

Foto

Both S.



Dichteverteilung und Biomassen von Bodenbewohnern in der Waldstreuschicht

Bestimmte Konzepte innerhalb der Ökologie versuchen das Vorkommen von Arten und die Biomasse von Populationen innerhalb von Tiergemeinschaften allgemeingültig vorherzusagen. Dafür verwendete Messgrößen sind die Körpergröße der Organismen und die chemische Signatur der Nahrung (z. B. das Verhältnis von Kohlenstoff zu anderen Elementen wie Stickstoff). In einer vorangegangenen Studie wurde generell für das Waldbodensystem gezeigt, dass diese Messgrößen miteinander wechselwirken und gleichzeitig betrachtet werden sollten.

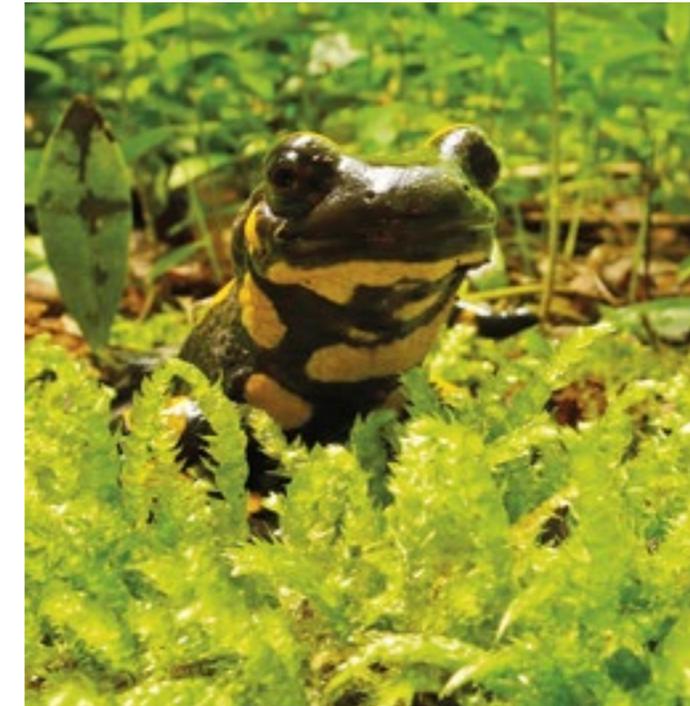
Direkt darauf aufbauend wurde hier untersucht, ob sich diese Wechselwirkungen auch innerhalb einzelner Bodentiergruppen (z. B. Regenwürmer) wiederfinden lassen. Zusätzlich berücksichtigt wurde auch die Lebensraumqualität in Form des Waldtyps, sowie Art und Struktur der Streuauflage, die einem Großteil der Bodentiere als Nahrung dient.

Die Vorkommen und Biomassen von Bodentieren wurden auf Laub- & Nadelwaldflächen innerhalb aller 3 Regionen erhoben. Zusätzlich gemessen wurden die chemische Signatur, die Vielfalt, die Auflagedicke und der pH-Wert der Laub- & Nadelstreu. Es wurde berechnet, ob sich der Zusammenhang von jeweils Vorkommen sowie Biomasse der Bodentiere mit deren Körpermasse unter Einfluss der Streueigenschaften verändert.

Für fast alle Bodentiergruppen, d. h. Insekten und andere wirbellose Tiere (mit Ausnahme der Laufkäfer und Nacktschnecken), konnte die Auswirkung der Streuqualität (vor allem das Verhältnis von Kohlenstoff zu Phosphor, Stickstoff und Natrium) auf den Zusammenhang von Vorkommen sowie Biomasse mit Körpermasse bestätigt werden. Für die Lebensraumqualität waren der Waldtyp und

die Streuauflagedicke am wichtigsten, was bekannte Sachverhalte bestätigt.

Unabhängig von den Unterschieden innerhalb von Waldtypen zeigte sich, dass die chemische Signatur der Streu erheblich mit dem Vorkommen und dem Biomasseaufbau des überwiegenden Teils der Bodentiere wechselwirkt, wobei der Streu-pH nur eine untergeordnete Rolle spielte.



Autoren

Ott D., Digel K., Klarner B., Maraun M., Pollierer M., Rall B. C., Scheu S., Seelig G., Brose U.

Erschienen als

Litter elemental stoichiometry and biomass densities of forest soil invertebrates *Oikos* 123: 1212–1223 (2014)

doi: 10.1111/oik.01670

Foto

Fellendorf M.

Das Fehlen des energetischen Gleichgewichtes bei den Waldboden bewohnenden Wirbellosen

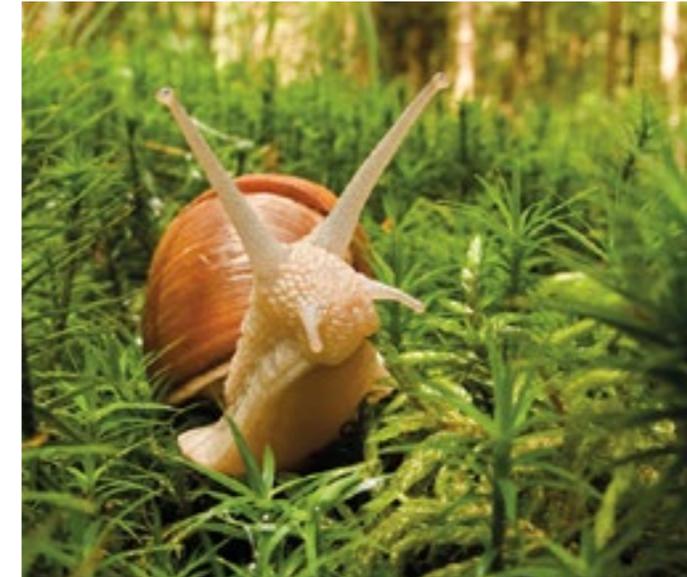
Ökologische Tiergemeinschaften setzen sich aus vielen kleinen (& leichten) und wenigen großen (& schweren) Arten zusammen. Dieser negative Zusammenhang zwischen Häufigkeit und Körpermasse wird mit einem entgegengesetzten positiven Zusammenhang zwischen Energiebedarf bzw. Stoffwechsel der Organismen erklärt. Da größere Tiere mehr Energie benötigen, kann eine größere Anzahl kleinerer Tiere mit derselben Menge an Energie überleben als größere. Die Regel des energetischen Gleichgewichtes besagt, dass sich diese Zusammenhänge genau aufheben, weil Populationen von Tieren, unabhängig von ihrer Körpergröße (& Masse), gleich viel Energie verbrauchen.

Wie hängen Stoffwechsel, Häufigkeit, Energieverbrauch von Populationen bzw. der Biomasse und Körpermasse von Organismen nun wirklich zusammen?

Diese Frage haben wir am Beispiel von wirbellosen Bodentiergruppen untersucht, in Abhängigkeit von Ernährungstypen und Landnutzung. Dafür haben wir in verschiedenen Waldtypen der Biodiversitäts-Exploratorien geforscht. Die Waldtypen wurden in die Kategorien Nadelwälder, Buche jung (in Bezug auf die Umtriebszeit), Buche alt und Buche naturbelassen eingeteilt. Für alle Arten wurden die Häufigkeit auf der jeweiligen Fläche sowie das Gewicht der Individuen bestimmt und daraus sowohl der individuelle Stoffwechsel als auch der jeweiligen ganzen Population berechnet.

Wir können die Grundannahmen bestätigen, dass der Stoffwechsel mit der Körpermasse der Bodentiere zunimmt, während deren Häufigkeit abnimmt, jedoch variierend nach Tiergruppe und Ernährungstyp. Die Dauer, die ein Wald sich selbst überlassen war, wirkte sich positiv auf die Anzahl großer Tiere aus. Die Anzahl von Tieren verschiedener Ernährungstypen passte zur trophischen Energie-

verteilung, so waren weniger Räuber und Allesfresser vorhanden, die höher in den Nahrungsketten zu finden sind, als Pilz- und Detritusfresser. Der Populationsenergieverbrauch nahm generell mit größer werdender Körpermasse der Bodentiere zu, allerdings nicht in dem gleichen Maße, in dem die Häufigkeit der Tiere abnahm. Zusammenfassend bedeutet dies, dass das energetische Gleichgewicht nur auf einzelne Arten zutrifft und kein allgemeines Muster darstellt. Unsere Ergebnisse betonen die Bedeutung großer Tierarten für das Zusammenspiel natürlicher Gemeinschaften. Vor allem in älteren Waldbeständen finden sich Arten wirbelloser Bodentiere mit höherer Körpermasse. Diese dominieren damit die Energieverteilung innerhalb der Nahrungsketten dieser Tiergemeinschaften.



Autoren

Ehnes R. B., Pollierer M. M., Erdmann G., Klarner B., Eitzinger B., Digel C., Ott D., Maraun M., Scheu S., Brose U.

Erschienen als

Lack of energetic equivalence in forest soil invertebrates. *Ecology* 95: 527–537 (2014)

doi: 10.1890/13-0620.1.

Foto

Fellendorf M.



Indizes für Biodiversität auf dem Prüfstand

Biodiversität ist eine ausgesprochen multidimensionale Größe, in die viele Messungen von verschiedenen Organismengruppen oder -eigenschaften einfließen können. Oft setzen Wissenschaftler in solchen Fällen Indizes ein. Die Biodiversität ist hier keine Ausnahme. Es besteht allerdings kein Konsens dazu, welche der vielen zur Verfügung stehenden Indizes für welche Sachverhalte optimal sind.

Wir untersuchten 60 Grünlandflächen, auf denen der Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) vorkommt. Anhand der Daten von diesen Flächen prüften wir, welche Biodiversitätsindizes vorteilhaft sind.

Wir nutzten Daten zu Pflanzendiversität, Diversität von arbuskulären Mykorrhizapilzen, Arthropoden, Insektenlarven und zur chemischen und molekularen Diversität des Spitzwegerichs und berechneten eine Reihe von oft eingesetzten Biodiversitätsindizes.

Die Verwendung unterschiedlicher Indizes konnte Biodiversitätsverhältnisse besser abbilden, d. h. mehr Beziehungen zwischen den gemessenen Variablen identifizieren, als ein einziger Index.

Für die Quantifizierung von Biodiversität und deren Schutz sind Indizes von praktischer Bedeutung; unsere Untersuchung legt nahe, die Wahl des verwendeten Index sorgfältig zu prüfen und ggf. mehrere zu verwenden.



Autoren

Morris K. E., Caruso T., Buscot F., Fischer M., Hancock C., Maier T. S., Meiners T., Müller C., Obermaier E., Prati D., Socher A. S., Sonnemann I., Wäschke N., Wubet T., Wurst S., Rillig M. C.

Erschienen als

Choosing and using diversity indices: insights for ecological applications from the German Biodiversity Exploratories. *Ecology and Evolution* 4(18): 3514–3524 (2014)

doi: 10.1002/ece3.1155

Foto

Rillig M.

Wie bringen wir Empiriker und Modellierer in der funktionellen Biodiversitätsforschung zusammen?

Ein verbessertes Verständnis von Biodiversität und Ökosystemfunktionen ist die Basis für erfolgreiches Ökosystemmanagement. Bislang gelang es nur selten, sowohl empirische Forschung (Monitoring und Experimente) als auch Modellierungsansätze erfolgreich zu integrieren. Zunächst gilt es zu klären, warum die Zusammenarbeit von Empirikern und Modellierern schwierig ist. Wie lassen sich die verschiedenen Forschungsansätze besser integrieren?

Basierend auf Diskussionen während eines Workshops und im Anschluss daran, skizzieren wir hier einen Rahmen, wie funktionelle Biodiversitätsforschung idealerweise funktionieren sollte. Ein wesentliches Element dabei ist, dass die Wissenschaftler das gleiche Ziel für den Schutz von Biodiversität und Ökosystemfunktionen verfolgen: das Testen von Theorien und Verallgemeinerungen verknüpft mit angewandter Forschung. Überaus wichtig ist dabei eine gemeinsame Projektplanung. Zudem bedarf die Umsetzung einer Forschungsagenda, die die Empiriker und Modellierer integriert, einer Veränderung nationaler und europäischer Förderpolitik.

Eine stärkere Zusammenarbeit zwischen Empirikern und Modellierern ist notwendig für unser Vermögen, den Einfluss von globalem Wandel, z. B. Klimawandel, auf Biodiversität und Ökosystemfunktionen zu verstehen und vorherzusagen.



Autoren

Jeltsch F., Blaum N., Brose U., Chipperfield J. D., Clough Y., Farwig N., Geissler K., Graham C. H., Grimm V., Hickler T., Huth A., May F., Meyer K. M., Pagel J., Reineking B., Rillig M. C., Shea K., Schurr F. M., Schröder B., Tielbörger K., Weiss L., Wiegand K., Wiegand T., Wirth C., Zurell D.

Erschienen als

How can we bring together empiricists and modellers in functional biodiversity research? *Basic and Applied Ecology* 14: 93–101 (2013)

doi: 10.1016/j.baae.2013.01.001

Foto

Fischer C.

Diversitätsmuster beweideter Grünländer weisen auf die Isolation halbnatürlicher europäischer Pflanzengemeinschaften hin

Die Veränderung der Landnutzung führte in den letzten Jahrzehnten zu starkem Artenrückgang insbesondere in artenreichen, halbnatürlichen Grünländern. Gründe dafür sind insbesondere die zunehmenden Habitatverluste und -verkleinerungen sowie die Verinselung von Habitaten und der Verlust regional verbindender Prozesse wie Samenausbreitung durch Weidetiere. Es ist jedoch unklar, in welchem Ausmaß sich die Abnahme regionaler Prozesse bereits auf Pflanzengemeinschaften ausgewirkt hat.

Wir untersuchten, wie stark artenreiche, halbnatürliche Grünländer bereits von der Abnahme regional verbindender Prozesse, wie z. B. Samenausbreitung durch Weidetiere, betroffen sind.

Wir verknüpften dazu ein kleinskaliges mechanistisches individuellen- und traitbasiertes Pflanzengemeinschaftsmodell mit einem empirischen Datensatz artenreicher, beweideter Grünländer der Biodiversitäts-Exploratorien. Die in Vegetationsaufnahmen gefundenen Arten wandelten wir in funktionelle Pflanzentypen, wie sie das Modell kennt, um. Zusätzlich passten wir das Modell an die Landnutzungsintensität der entsprechenden Flächen an (2 Level Nährstoffverfügbarkeit, 3 Level Beweidungsintensität). Die im Feld gefundenen Diversitätsmuster der mehrjährigen Pflanzen verglichen wir anschließend mit den Simulationsergebnissen des Modells mit verschiedenen Annahmen von regionalem Sameneintrag.

Freiland- und Modellergebnisse stimmten sehr gut überein, wenn im Modell nur lokaler Sameneintrag zugelassen wurde. Bei zusätzlichem Sameneintrag von einer regionalen Skala wichen die simulierten Muster jedoch stark von den empirisch gefundenen ab.

Die Ergebnisse deuten stark darauf hin, dass die untersuchten Grünländer räumlich bereits sehr isoliert sind.



Autoren

Weiss L., Pfestorf H., May F., Körner K., Boch S., Fischer M., Müller J., Prati D., Socher S. A., Jeltsch F.

Erschienen als

Grazing response patterns indicate isolation of semi-natural European grasslands *Oikos* 123: 599–612 (2014)

doi: 10.1111/j.1600-0706.2013.00957.x

Foto

Mai I.

Pflanzen

Artikel

Die Reaktion auf Trockenheit und Konkurrenz verschiedener Buchenherkünfte an unterschiedlichen Standorten in Deutschland [S.114](#)

Chemische Beschaffenheit baumbürtiger organischer Substanz in mitteleuropäischen Wäldern [S.116](#)

Warum sind Wiesen bunt? Blütenfarben, Farbkontraste und Vielfalt der Bestäuber [S.118](#)

Asynchronie ist für stabile Artengemeinschaften noch wichtiger als Diversität [S.120](#)

Waldbewirtschaftung und die Vielfalt von Pflanzenarten [S.122](#)

Alte Wälder bieten Flechten mehr Lebensraum [S.124](#)

Die versteckte Vielfalt von Moosen und Flechten in Baumkronen [S.126](#)

Der Artenreichtum von Flechten im Grünland ist am höchsten in extensiven Schafweiden [S.128](#)

Langsam kriechende Schnecken verhindern schnellen Artenverlust in Flechtengemeinschaften [S.130](#)

Weißklee-Pflanzen erinnern sich an die Landnutzung bei ihrer Elterngeneration [S.132](#)

Pflanzenmerkmalbasierte Tests zur Untersuchung der Mechanismen zur Bildung von Pflanzengemeinschaften [S.134](#)

Die Verbreitung nah verwandter Pflanzenarten steht nicht im Zusammenhang mit ihrer Frost- oder Trockentoleranz [S.136](#)

Sind europäische Pflanzen ohne spezialisierte Bestäubungssysteme eher in anderen Regionen der Welt invasiv? [S.138](#)

Verringert die Intensivierung der Landnutzung die phylogenetische Vielfalt von Pflanzen auf Grünlandflächen? [S.140](#)

Bodenmikroorganismen erhalten Pflanzendiversität im Grünland [S.142](#)

Einfluss von Bodenmikroorganismen auf die lokale Häufigkeit von 3 Grasarten entlang eines Landnutzungsgradienten [S.144](#)

Fördert eine ökologische Bewirtschaftung die Vielfalt von Pflanzen und Arthropoden auf Kosten von Ertrag und Bodenfruchtbarkeit? [S.146](#)

Direkte und indirekte Zusammenhänge zwischen Pflanzenartenreichtum und Produktivität im Grünland: regionale Unterschiede verhindern eine einfache Verallgemeinerung [S.148](#)

Lassen sich Heu- und Bodenproben von ökologisch bzw. konventionell bewirtschafteten Grünlandflächen anhand ihrer Stickstoff-

und Kohlenstoff-Isotopie (¹⁵N und ¹³C) unterscheiden? [S.150](#)

Zeitliche und kleinräumige Schwankungen von Aufwuchs, Aufwuchsqualität und Nährstofflimitierung von Pflanzen im Grünland [S.152](#)

Pflanzenartenvielfalt beeinflusst den Trockenstress des Grünlands: Erkenntnisse einer umfangreichen Studie in Pflanzen und Böden [S.154](#)

Die floristische Anreicherung von Grünland unterschiedlicher Landnutzungsintensität mittels Störung und Ansaat [S.156](#)

Vollständigere Stickstoffausnutzung bei hoher Pflanzendiversität im Grünland [S.158](#)

Maschinelle Entnahme ungestörter Bodenprobensäulen für die Röntgen-Computertomographie [S.160](#)

Untersuchung der Bodenstruktur und der Wurzelentwicklung in unterschiedlich bewirtschafteten Grünlandstandorten mittels Röntgen-Computertomografie [S.162](#)

Wie werden baumfressende Insekten durch den Buchenanteil im Wald und deren Abholzung beeinflusst? [S.164](#)

Beeinflusst die umgebende Vegetation die Pflanzenchemie und damit pflanzenfressende Insekten und deren natürliche Feinde? [S.166](#)

Buchen in Mischung mit anderen standortgerechten (Nadel-)Baumarten sind von weniger Trockenstress betroffen als Buchen in Reinbeständen [S.168](#)

Verwendung eines Laserscanners zur Erfassung der Kronenkonkurrenz von unterschiedlichen Baumarten und Analyse der Auswirkung von Konkurrenz auf das Wachstum von Buchen [S.170](#)

Moderate Störungen fördern die Vielfalt von Moosen und einjährigen Pflanzen im Grünland [S.172](#)

Mehr Moose durch mehr Totholz in Wäldern [S.174](#)

Welchen Einfluss hat die Waldbewirtschaftung auf die im Erbgut von Rotbuchen verankerten genetischen Merkmale? [S.176](#)

Identifizierung von Merkmalen im Erbgut von Rotbuchen, die potenziell an dem Austrieb der Blätter beteiligt sind [S.178](#)

Wärmebildfotografie – eine Alternative zur optischen Fotografie in der Forstwirtschaft? [S.180](#)

Forstliche Bewirtschaftung und Biodiversität [S.182](#)

Effizientere Kronenraum-N-Rückhaltung in höher diversen mitteleuropäischen Wäldern [S.184](#)

Düngung, Mahd und Beweidung beeinflussen die Diversität von Pflanzen im Grasland, eine Untersuchung auf 1.500 Grasland-Flächen [S.186](#)

Der Einfluss wurzelfressender Insektenlarven auf das Zusammenspiel von Pflanzen mit ober- und unterirdisch lebenden Organismen wird durch die Landnutzungsintensität verändert [S.188](#)

Wurzelfressende Insektenlarven gehen Verbindungen mit großen, schnellwachsenden Pflanzen ein [S.190](#)

Horizontale Wanderung von Schnellkäferlarven wird durch die lokale Nahrungsverfügbarkeit bestimmt [S.192](#)

Veränderungen des Bodens durch wurzelfressende Insektenlarven beeinflussen die Produktivität einer Grünland-Pflanzengemeinschaft und bestimmen die Auswirkung erneuten Wurzelbefalls [S.194](#)

Landnutzung bewirkt Evolution: Veränderungen beim Süßgras „Weiche Trespe“ [S.196](#)

Die Reaktion von Grünlandpflanzengemeinschaften auf die Aufgabe der Weidetierhaltung [S.198](#)

Funktionelle Eigenschaften von Pflanzengemeinschaften zeigen den Effekt der Landnutzung auf die Pflanzendiversität im Grünland [S.200](#)

Die Reaktion auf Trockenheit und Konkurrenz verschiedener Buchenherkünfte an unterschiedlichen Standorten in Deutschland

Zukünftige Klimavorhersagen für Mitteleuropa deuten darauf hin, dass der Sommerniederschlag zwischen 15 % und 50 % abnehmen wird. Ebenso verändert sich die Variabilität des Niederschlages, was zu Jahren mit ausgedehnten Trockenperioden führen kann. So stellt sich die Frage, wie tolerant Sämlinge der dominanten Baumart *F. sylvatica* bei unterschiedlichen Trockenheitsbedingungen sind, und welchen Einfluss dabei biotische Wechselwirkungen haben.

In dieser Studie haben wir ein Regendachexperiment durchgeführt, um den gemeinsamen Effekt von Trockenheit, Konkurrenz und Herkunft zu testen.

Dafür bauten wir Dächer mit verstellbaren Dachelementen, die eine flexible Niederschlagsreduktion zwischen 10 % und 70 % erlauben. Darunter pflanzten wir Sämlinge aus 3 Herkünften, die den Regionen der 3 Exploratorien entsprachen, und setzten sie unterschiedlichen Trockenheits- und Konkurrenzbedingungen aus. Danach testeten wir, ob die Konkurrenz des Unterwuchses den negativen Einfluss der Trockenheit auf die Sämlinge verstärkt und ob Herkünfte aus trockeneren Gebieten besser an die Trockenheit angepasst sind.

Nach 6 Monaten künstlich erzeugter Trockenheit fanden wir eine reduzierte stomatare Leitfähigkeit (Maß für die Transpiration), welches als eine Anpassung an das verringerte Wasserangebot betrachtet werden kann. Jedoch fanden wir keine Reduktion in den Wuchseigenschaften. Es zeigte sich, dass der Standort den größten Einfluss auf die Leistung hatte, während wir keine Anpassung der Herkünfte an die Trockenheitsbedingungen fanden. Des Weiteren waren die Trockenheitseffekte am trockensten Standort am größten. Hier erhöhte sich auch die stomatare Leitfähigkeit in Anwesen-

heit von Konkurrenten, während es sich auf mittelfeuchten Standorten entgegengesetzt verhielt. Am feuchtesten Standort gab es keinen Unterschied.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass biotische Wechselwirkungen in Abhängigkeit vom Standort entweder die Trockenheitseffekte verstärken oder diese abmildern können.



Autoren

Baudis M., Ellerbrock R. H., Felsmann K., Gessler A., Gimbel K., Kayler Z., Puhlmann H., Ulrich A., Weiler M., Welk E., Bruehlheide H.

Erschienen als

Intraspecific differences in responses to rainshelter-induced drought and competition of *Fagus sylvatica* L. across Germany Forest Ecology and Management 330: 283–293 (2014)

doi: 10.1016/j.foreco.2014.07.012

Foto

Baudis M.

Chemische Beschaffenheit baumbürtiger organischer Substanz in mitteleuropäischen Wäldern

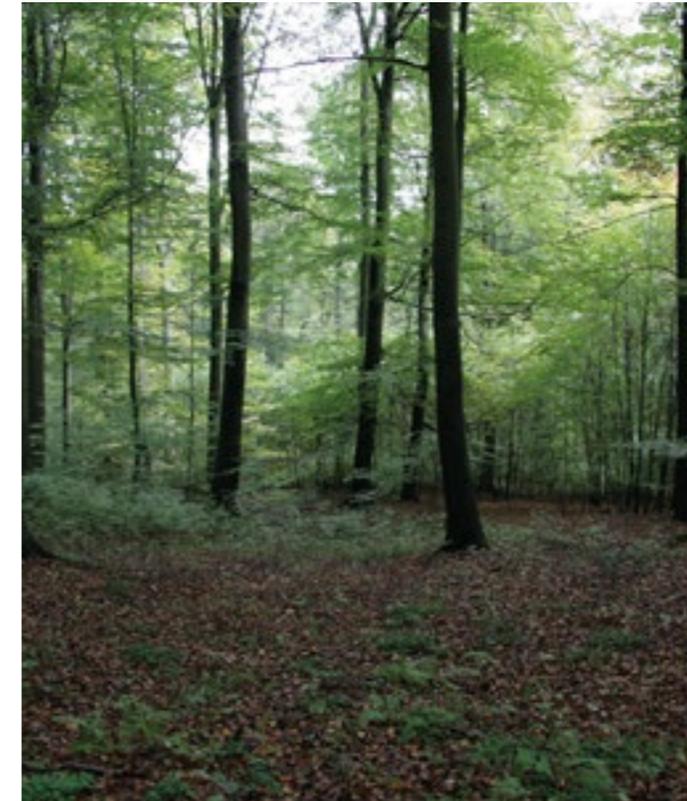
Die organische Substanz ist für viele Prozesse und Funktionen in Ökosystemen von zentraler Bedeutung und besteht zum größten Teil aus organischem Kohlenstoff. Wichtig für das Umweltverhalten von organischer Substanz sind deren chemische Struktur und die Qualität des Kohlenstoffs.

Im Rahmen dieser Studie wurde die Zusammensetzung der organischen Substanz erforscht, die in Waldökosystemen mit dem Niederschlagswasser verlagert wird und dabei den Kronenraum, die Stammoberfläche der Bäume sowie die Humusaufgabe passiert.

Lösungsproben des Kronendurchlasses, des Stammabflusses und der Humusaufgaben aus naturnahen Buchenbeständen und Fichtenmonokulturen wurden jeweils filtriert und unfiltriert gefriergetrocknet, und die Rückstände anschließend mittels Feststoff-¹³C-Kernspinresonanz-Spektroskopie untersucht. Dieses Verfahren gibt Auskunft über die Nachbarschaftsbeziehungen der einzelnen Kohlenstoffatome, mit welchen anderen ¹³C-Atomen sie strukturell verbunden und in welchen Stoffgruppen sie auftreten. So konnten wir neue Erkenntnisse über die Zusammensetzung und Qualität gelöster (in filtrierten Proben) und partikulärer (in unfiltrierten Proben) baumbürtiger organischer Substanz sammeln.

Unsere Untersuchungen zeigen deutliche Unterschiede sowohl in der Qualität der organischen Substanz zwischen den beiden Baumarten, als auch zwischen der gelösten und der partikulären Fraktion. Während die Kohlenstoffzusammensetzung in den beiden Lösungsfraktionen unter Fichte sehr ähnlich ist, zeigen sich deutliche Unterschiede für die Buchenbestände. Hier ist die gelöste organische Substanz in Lösungen des Kronendurchlasses durch höhere Anteile an phenolischen und aromatischen Verbindungen geprägt.

Viele phenolische Verbindungen sind als Botenstoffe mit z. T. keimhemmender Wirkung bekannt. Ein erhöhter Eintrag dieser Verbindungen unter Buche könnte beispielsweise die Keimfähigkeit anderer Pflanzen herabsetzen und somit die Zusammensetzung der Bodenvegetation in Buchenbeständen beeinflussen.



Autoren

Bischoff S., Schwarz M. T., Siemens J., Thieme L., Wilcke W., Michalzik B.

Erschienen als

Properties of dissolved and total organic matter in throughfall, stemflow and forest floor leachate of central European forests. *Biogeosciences* 12: 2695–2706 (2015)

doi: 10.5194/bg-12-2695-2015

Foto

Gockel S.

Warum sind Wiesen bunt? Blütenfarben, Farbkontraste und Vielfalt der Bestäuber

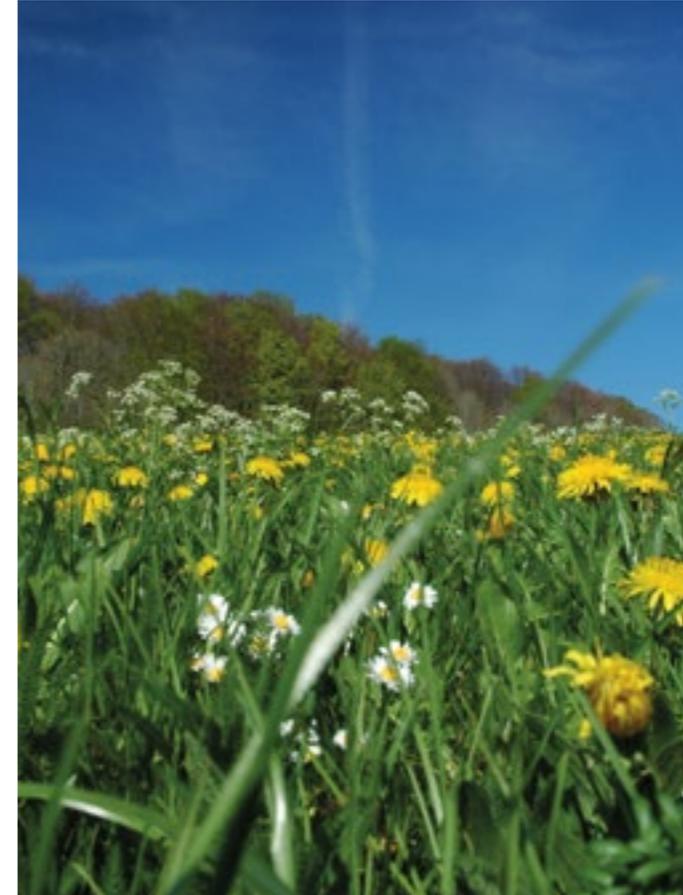
Blüten bieten unterschiedliche Signale, um bestäubende Insekten anzulocken, vor allem Duft, Form und Farbe. Bei Farbmerkmalen kommt es dabei auf die Farbkontraste zwischen Blüten und dem umgebenden Blattgrün an. Da verschiedene Insekten Farben sehr unterschiedlich wahrnehmen, sollten dabei die visuellen Fähigkeiten des jeweiligen Insekts für die Beschreibung der Farbkontraste berücksichtigt werden.

In dieser Untersuchung wurde erstmals die Bedeutung solcher Farbkontraste für die Vielfalt der Blütenbesucher der Pflanzenarten auf Grünlandflächen analysiert. Mit Hilfe eines Farbspektrometers wurden die Farbspektren der Blüten von 140 Pflanzenarten in den Wiesen und Weiden charakterisiert, mit der Wellenlängenempfindlichkeit der Farbrezeptoren der Insektengruppen verrechnet und als Kontraste zum grünen Hintergrund analysiert.

In der Schwäbischen Alb waren die Farbkontraste generell stärker ausgeprägt, und hier zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen Kontrast und Blütenbesucher-Vielfalt der Pflanzenarten. In den anderen beiden Regionen Hainich und Schorfheide kann die geringere Blütenvielfalt und das Fehlen einiger spezialisierter Blüten-Insekten-Beziehungen zu insgesamt geringeren Kontrasten und zum Ausbleiben solcher Zusammenhänge beigetragen haben.

In dieser Studie wird deutlich, dass die Biodiversität von Arten grundsätzlich mit einer Vielfalt von Lebensweisen und relevanten optischen Signalen einhergehen kann, die sich auf die Interaktionen zwischen Arten auswirken. Bunte Wiesen haben einen hohen ästhetischen Wert. Darüber hinaus spielen die unterschiedlichen Blütenfarben aber auch eine entscheidende funktionelle Rolle für

die Vielfalt blütenbesuchender Insekten und damit für die wichtigen Bestäuber dieser Grünlandpflanzen.



Autoren

Renoult J. P., Blüthgen N., Binkenstein J.,
Weiner C. N., Werner M., Schaefer M.

Erschienen als

The relative importance of color signaling
for plant generalization in pollination net-
works. *Oikos* 124: 347–354 (2015)

doi: 10.1111/oik.01361

Foto

Weiner C.

Asynchronie ist für stabile Artengemeinschaften noch wichtiger als Diversität

Tier- und Pflanzenpopulationen sind nicht konstant, sondern schwanken oft stark zwischen den Jahren. In der Gesamtdichte sind die Artengemeinschaften und deren Funktionen für das Ökosystem viel konstanter und damit „stabiler“ als die Populationen jeder einzelnen Art. Diese Stabilität der Gemeinschaften steigt mit der Artenvielfalt, da sich zufällige Schwankungen in der Summe ausgleichen. Außerdem spielt die Asynchronie zwischen den Arten eine Rolle, etwa wenn eine Art in einem relativ trockenen Jahr relativ selten, eine andere Art dagegen häufig ist, und sich die Verhältnisse im folgenden Jahr umdrehen.

In dieser Studie wurden jährliche Schwankungen in der Dichte von mehr als 2600 Arten von Insekten und Spinnen über Vögel bis zu Fledermäusen und krautigen Pflanzen über einen Zeitraum von 6 Jahren auf 300 Wald- und Grünlandflächen ausgewertet.

Die Analysen ergaben, dass hauptsächlich die Asynchronie zwischen den lokal häufigen Arten für die unterschiedlich ausgeprägte Stabilität der Gemeinschaften verantwortlich ist, gefolgt von der Biodiversität, und als dritter Faktor wirkt sich die Individuendichte positiv aus. Die Landnutzung wirkte sich vor allem auf die Stabilität der Tiergemeinschaften aus. Bei Arthropoden und Vögeln waren die Gemeinschaften im Wald deutlich stabiler als im Grünland. Bei Vögeln im Grünland und Fledermäusen im Wald wurde eine negative Auswirkung der Zunahme der Landnutzungsintensität auf die Stabilität nachgewiesen. Die langfristige Stabilität von Ökosystemen wird durch eine intakte Artengemeinschaft gewährleistet, eine Reduzierung der Arten durch menschliche Landnutzung kann diese Stabilität reduzieren.

Noch relevanter als die reine Zahl von Arten ist jedoch, welche Arten miteinander vorkommen und wie unterschiedlich diese sind: Je höher deren Asynchronie, desto höher die Stabilität des Systems. Maßnahmen zum Naturschutz und Management von Ökosystemen sollten daher besonders die zeitliche Dynamik der Artengemeinschaften berücksichtigen.



Autoren

Blüthgen N., Simons N. K., Jung K., Prati D., Renner S. C., Boch S., Fischer M., Hölzel N., Klaus V. H., Kleinebecker T., Tschapka M., Weisser W. W., Gossner M. M.

Erschienen als

Land use imperils plant and animal community stability through changes in asynchrony rather than diversity. *Nature Communications* 7: 10697 (2016)

doi: 10.1038/ncomms10697

Foto

Müller J.



Waldbewirtschaftung und die Vielfalt von Pflanzenarten

Wie beeinflussen unterschiedliche Bewirtschaftungsformen die Anzahl der Pflanzenarten in Wäldern? Diese Frage wird kontrovers diskutiert, denn Studien, die unterschiedlich bewirtschaftete Wälder in mehreren Regionen und Bestandesaltersklassen berücksichtigt haben, fehlen weitgehend.

Wir untersuchten deshalb die Pflanzenartenvielfalt von 1.500 Waldflächen mit einer Größe von je 20 × 20 m in den 3 Regionen Deutschlands. In allen Regionen deckten wir mit unseren Untersuchungsflächen verschiedene Bewirtschaftungsmethoden (unbewirtschaftet, Dauer- oder Plenterwälder, durch Kahl- oder Schirmschlag entstandene Laub- und Nadelholz-Altersklassenwälder unterschiedlicher Altersstufen), verschiedene Bestandesalter, Standortbedingungen und Störungen (z. B. Rückegassen) ab.

Im Durchschnitt war die Vielfalt in Altersklassenwäldern um 13% höher als in unbewirtschafteten Beständen, während sich Laubholz-Altersklassenwälder nicht von Dauer- oder Plenterwäldern unterschieden. Überraschenderweise wiesen Nadelholzbestände der Schwäbischen Alb und des Hainich-Dün eine höhere Pflanzenartenvielfalt als Laubholzbestände auf. Ältere Altersklassenwälder hatten eine niedrigere Vielfalt von Straucharten und lichtbedürftigen Kräutern als jüngere. In ungenutzten Laubwäldern war die Vielfalt von typischen Waldarten niedriger als in bewirtschafteten Laubwäldern. Im Hainich-Dün kamen 20% weniger Pflanzenarten in ungenutzten als in Plenterwäldern vor.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass Störungen durch Waldbewirtschaftung die Pflanzenartenvielfalt fördern. Dies impliziert jedoch, dass die Gesamtartenvielfalt von Pflanzen nicht als Indikator für den Naturschutzwert von Wäldern geeignet ist, sondern eher Störun-

gen durch Waldbewirtschaftung anzeigt. Zur Messung des Naturschutzwertes empfehlen wir deshalb die Untersuchung von ausgewählten Zielarten.



Autoren

Boch S., Prati D., Müller J., Socher S., Baumbach H., Buscot F., Gockel S., Hemp A., Hessenmöller D., Kalko E. K. V., Linsenmair K. E., Pfeiffer S., Pommer U., Schöning I., Schulze E.-D., Seilwinder C., Weisser W. W., Wells K., Fischer M.

Erschienen als

High plant species richness indicates management-related disturbances rather than the conservation status of forests. *Basic and Applied Ecology* 14: 496–505 (2013)

doi: 10.1016/j.baec.2013.06.001

Foto

Pixabay

Alte Wälder bieten Flechten mehr Lebensraum

Flechten stellen eine wichtige und artenreiche Gruppe in Wäldern dar. Sie reagieren sehr empfindlich auf Umweltveränderungen und Luftverschmutzungen, da sie die im Regen enthaltenen Nähr- und Schadstoffe direkt über ihre gesamte Oberfläche aufnehmen und langsam wachsen. Flechten sind deshalb hervorragende Zeigerorganismen, zum Beispiel für Luftverschmutzung und Naturnähe. Verschiedene Flechtenarten besiedeln unterschiedliche Substrate, wie Baumrinde, Steine, Totholz und Boden. Umfangreiche Studien zu Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsformen in Wäldern auf die Vielfalt von Flechten sind jedoch selten.

Wir erfassten deshalb die Flechtenarten von 631 unterschiedlich genutzten Waldbeständen auf jeweils 400 m² großen Flächen. Im Durchschnitt kamen auf diesen Flächen 19 Arten in der Schwäbischen Alb, 5 Arten im Hainich-Dün und 6 Arten in der Schorfheide-Chorin vor. Diese regionalen Unterschiede sind auf die hohen Luftbelastungen im Hainich-Dün und der Schorfheide-Chorin vor 1990 zurückzuführen. Ungenutzte Wälder beherbergten 20% mehr gefährdete Arten als genutzte. In standortgerechten Laubwäldern kamen 60% mehr Arten und sogar 280% mehr gefährdete Arten vor als in den gepflanzten Nadelwäldern. Die Artenvielfalt war generell in alten Beständen höher als in jungen.

Unsere Ergebnisse verdeutlichen die Bedeutung der Luftreinhaltung, extensiver Bewirtschaftungsformen, alter Bäume und verschiedener Substrate für die Artenvielfalt von Flechten. Wir empfehlen deshalb: i) ungenutzte Wälder sowie die Dauer- oder Plenterwaldbewirtschaftung mit einheimischen Laubbaumarten zu fördern, ii) in genutzten Wäldern Baumgruppen oder für die Holzproduktion uninteressante Einzelbäume überaltern zu lassen und iii) den Totholzanteil in Wäldern aktiv zu erhöhen (insbesondere von stehendem Totholz).



Autoren

Boch S., Prati D., Hessenmöller D., Schulze E.-D., Fischer M.

Erschienen als

Richness of lichen species, especially of threatened ones, is promoted by management methods furthering stand continuity. PLOS ONE 8: e55461 (2013)

doi: 10.1371/journal.pone.0055461

Foto

Boch S.

Die versteckte Vielfalt von Moosen und Flechten in Baumkronen

Die Erfassung der biologischen Vielfalt gehört zu den wichtigsten Aufgaben von Ökologie und Naturschutz. Moose und Flechten stellen eine wichtige und artenreiche Gruppe in Wäldern dar. Sie besiedeln unterschiedliche Substrate, wie Baumrinde, Steine, Totholz und Boden. Bei Untersuchungen im Wald werden sie in der Regel jedoch nur bis in zugängliche Höhen von ca. 2 m erfasst (z. B. an Baumstämmen). Ihre Vielfalt, insbesondere von Baumkronen-Spezialisten, wird somit wahrscheinlich in den meisten Studien unterschätzt. Unterscheidet sich der Anteil dieser übersehenen Arten zwischen unterschiedlichen Waldtypen, könnte es bei Erfassungen der Artenvielfalt zu verfälschten Ergebnissen und somit zu irreführenden Naturschutzempfehlungen kommen.

Wir erfassten deshalb Moose und Flechten in 30 Wäldern auf einer Fläche von je 20 × 20 m in den 3 Regionen Deutschlands. Zunächst beschränkten wir uns auf die Erfassung von Arten auf Rinde von Bäumen und Sträuchern bis zu einer Höhe von 2 m. Danach kletterten wir in die Krone eines Baumes und erfassten die dort vorkommenden Arten.

Im Durchschnitt wurden 54 % der Flechten- und 20 % der Moosarten pro Baum übersehen, wenn die Krone nicht berücksichtigt wurde. Nachdem alle vorkommenden Substrate der 20 × 20 m Fläche abgesehen wurden, blieb der Anteil der übersehenen Arten mit 38 % der Flechten- und 4 % der Moosarten immer noch hoch. Die Anzahl der übersehenen Flechtenarten variierte stark zwischen den 3 Regionen, mit einer höheren Anzahl übersehener Arten in der Schwäbischen Alb als in den anderen beiden Gebieten, und war in Buchenwäldern höher als in Nadelwaldbeständen. Mit zunehmendem Brusthöhendurchmesser des untersuchten Baumes nahm die Anzahl der übersehenen Arten zu.

Die Unterschiede in der Anzahl der übersehenen Arten zwischen unterschiedlichen Waldtypen deuten darauf hin, dass die Ergebnisse früherer Studien verfälscht sein könnten und dies zu irreführenden Naturschutzempfehlungen geführt haben könnte.



Autoren

Boch S., Müller J., Prati D., Blaser S., Fischer M.

Erschienen als

Up in the tree – the overlooked richness of bryophytes and lichens in tree crowns. PLOS ONE 8: e84913 (2013)

doi: 10.1371/journal.pone.0084913

Foto

Boch S.



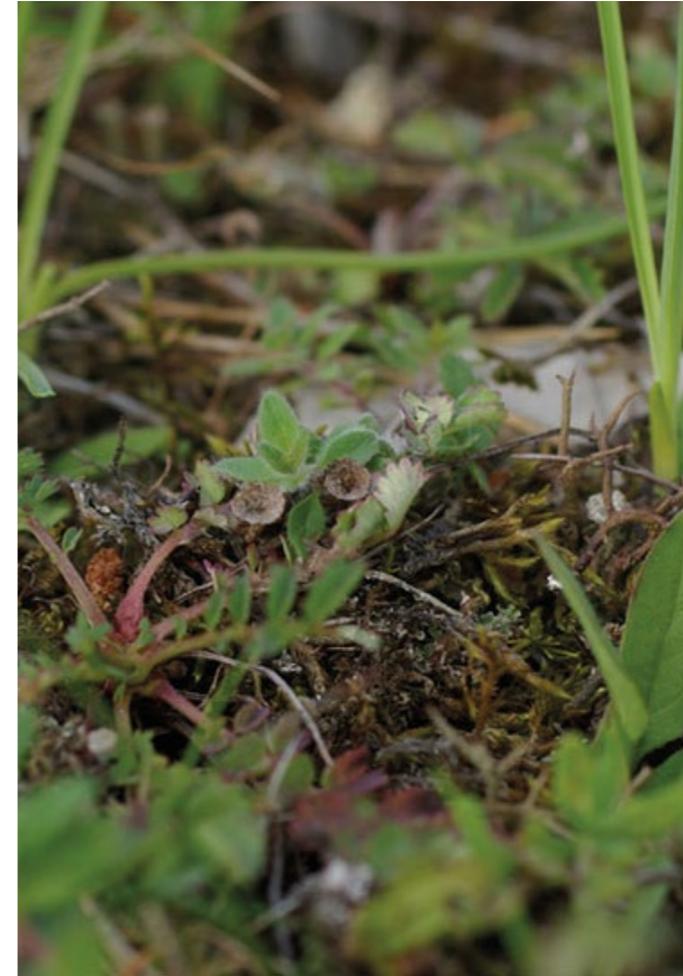
Der Artenreichtum von Flechten im Grünland ist am höchsten in extensiven Schafweiden

Flechten absorbieren die im Regen enthaltenen Nähr- und Schadstoffe direkt über ihre gesamte Oberfläche und reagieren daher sehr empfindlich auf Umweltveränderungen und Luftverschmutzungen. Verschiedene Flechtenarten besiedeln unterschiedliche Substrate, wie Baumrinde, Gestein, Totholz und Erdboden. Sie sind jedoch sehr konkurrenzschwach und werden rasch von schnellwachsenden Pflanzen verdrängt, wenn die Vegetation zu dicht wird.

Wir erfassten auf 490 Grünlandflächen die Artenvielfalt von Flechten, sowie die Anzahl der besiedelbaren Substrate. Wir wollten herausfinden, wie sich verschiedene Landnutzungen auf die Anzahl der Substrat- und somit die Flechtenartenvielfalt auswirken.

Weiden beherbergten generell mehr Flechtenarten als gemähte Wiesen oder Mähweiden. Besonders hohe Artenzahlen fanden wir in extensiv genutzten Schafweiden, den sogenannten Trockenrasen oder Wachholderheiden. Dort war die Artenzahl der Flechten durchschnittlich 10-mal höher als in Rinder- oder Pferdeweiden. Diese extensiven, ungedüngten Weiden zeichnen sich durch einen besonders hohen Strukturreichtum mit vereinzelt stehenden Gehölzen, Steinhaufen und einer lückigen, artenreichen Pflanzendecke mit offenen Bodenstellen aus. Die von der extensiven Beweidung geförderte Vielfalt an Substraten, die von Flechten besiedelt werden können, ist ausschlaggebend für eine hohe Flechtenartenvielfalt. Düngung fördert hingegen das Wachstum dominanter Pflanzenarten, wodurch Flechten verdrängt und deren Artenzahl reduziert wird.

Diese strukturreichen Lebensräume mit extensiver Nutzung sollten erhalten und durch Extensivierung von weiteren landwirtschaftlichen Flächen gefördert werden. Dies käme nicht nur den Flechten, sondern auch vielen anderen Organismengruppen zugute.



Autoren

Boch S., Prati D., Schöning I., Fischer M.

Erschienen als

Lichen species richness is highest in non-intensively used grasslands promoting suitable microhabitats and low vascular plant competition. *Biodiversity and Conservation* 25: 225–238 (2016)

doi: 10.1007/s10531-015-1037-y

Foto

Boch S.

Langsam kriechende Schnecken verhindern schnellen Artenverlust in Flechtengemeinschaften

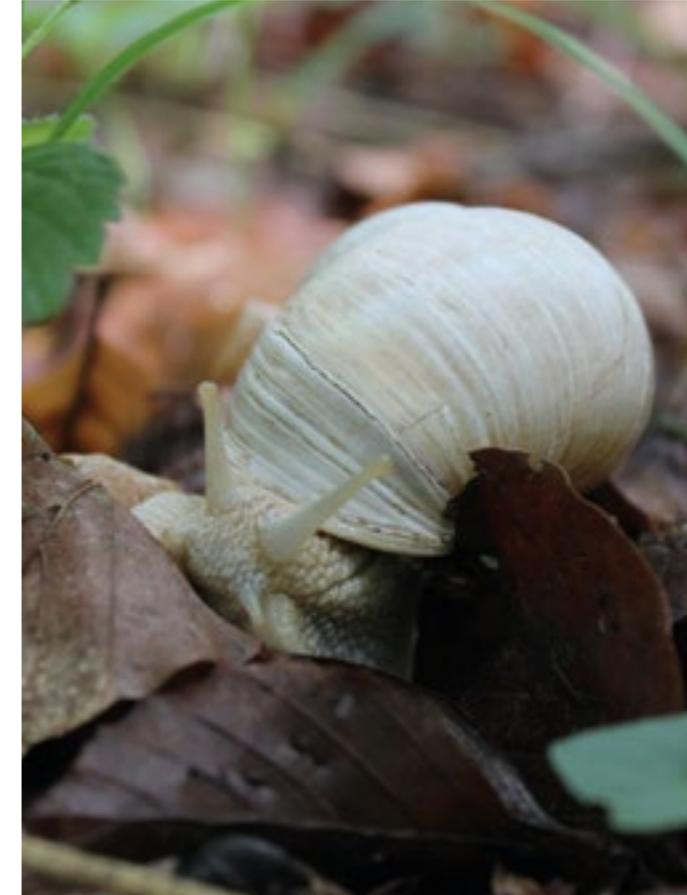
Intakte, artenreiche Ökosysteme funktionieren besser als verarmte. Die Artenvielfalt ist durch menschliches Handeln bedroht. Sterben bestimmte Arten aus, kann dies zum Zusammenbruch des gesamten Systems führen. Welche Rolle dabei einzelne Arten spielen, bleibt jedoch häufig unerforscht. Eine Möglichkeit, diesen Zusammenhang zu verstehen, ist der experimentelle Ausschluss von Arten oder Artengruppen über einen bestimmten Zeitraum.

Schnecken sind, wie die Kühe auf der Weide, wichtige Pflanzenfresser in bislang wenig erforschten Gemeinschaften aus Flechten, Moosen, Algen und Pilzen, den sogenannten Kryptogamengemeinschaften. Über einen Zeitraum von 6 Jahren wurden darum Schnecken von Buchen und Fichten der Schwäbischen Alb ausgeschlossen, um Effekte der Schneckenbeweidung auf die Vielfalt und Zusammensetzung der an Baumstämmen wachsenden Kryptogamengemeinschaften zu untersuchen.

An Buchen mit Schnecken stiegen mit der Zeit die Artenzahlen von Moosen und Flechten an. Interessanterweise erholten sich die Flechten zunächst an Bäumen ohne Schneckenfraß, wurden dann jedoch von schnellwachsenden Algen und Pilzen überwuchert. Dadurch nahmen die Häufigkeit und die Anzahl der Flechten ab. An Fichten zeigte sich ein ähnliches Bild: Ohne Schnecken nahm die Häufigkeit einiger Flechtenarten zu, jedoch auf Kosten der Artenzahl. Moose blieben generell unbeeinflusst.

Die Ergebnisse zeigen, dass Schnecken besonders häufige und schnellwachsende Arten fressen. Dadurch wird die Konkurrenz zwischen den beteiligten Artengruppen minimiert und die Artenvielfalt bleibt erhalten. Dieses Beispiel verdeutlicht die regulierende Schlüsselrolle einiger Arten für den Erhalt von Funktionen und der

Vielfalt von Ökosystemen und die möglichen negativen Auswirkungen durch ihr Fehlen.



Autoren

Boch S., Prati D., Fischer M.

Erschienen als

Gastropods slow down succession and maintain diversity in cryptogam communities. *Ecology* 97: 2184–2191 (2016)

doi: 10.1002/ecy.1498

Foto

Weithmann S.



Weißklee-Pflanzen erinnern sich an die Landnutzung bei ihrer Elterngeneration

Umweltveränderungen können nicht nur das Wachstum, sondern auch die Evolution von Pflanzen beeinflussen. Ein weiterer Prozess, der aber bisher viel weniger untersucht wurde, betrifft die generationsübergreifenden Effekte (transgenerational effects), bei denen sich Umweltveränderungen direkt auf das Wachstum der Nachkommen von Pflanzen auswirken.

Die Intensivierung der Landnutzung ist eine der wichtigsten Umweltveränderungen im Grünland, da diese stark die Standortseigenschaften und Konkurrenzverhältnisse beeinflusst. In dieser Studie sind wir der Fragestellung nachgegangen, ob Grünlandpflanzen evolutive Anpassungen aufweisen oder generationsübergreifende Effekte bei unterschiedlichen Bedingungen hinsichtlich der Produktivität oder Intensität von Mahd oder Beweidung auftreten.

Hierfür sammelten wir Samen des Weißkleees in 58 Grünlandflächen, die sich stark in Produktivität und/oder Intensität von Mahd oder Beweidung unterschieden. Nachkommen dieser Pflanzen wurden im Versuchsgarten unter verschiedenen Bedingungen d. h. in konkurrenzfreien oder räumlich homogenen oder heterogenen Konkurrenzumwelten aufgezogen.

Die Nachkommen von Kleepflanzen aus Grünländern unterschiedlicher Landnutzungsintensität unterschieden sich in ihrem Wachstum. Ohne Konkurrenz zeigten die Nachkommen aus extensiv genutzten Wiesen und Weiden das stärkste Wachstum. In Anwesenheit von Konkurrenten hingegen wuchsen v. a. die Nachkommen von Pflanzen stark beweideter oder häufig gemähter Standorte am besten.

Unsere Studie zeigt, dass sich Landnutzungsänderungen nicht nur direkt auf die Pflanzen selbst auswirken, sondern dass sie auch län-

gerfristige und generationenübergreifende Effekte haben. Falls die von uns beobachteten Unterschiede auf eine Anpassung an die Landnutzung zurückzuführen sind, dann sollte dies auch bei der Auswahl des Saatguts für Maßnahmen der Renaturierung und im Nutzgrünland berücksichtigt werden.



Autoren

Wang Z., Bossdorf O., Prati D., Fischer M., van Kleunen M.

Erschienen als

Transgenerational effects of land use on offspring performance and growth in *Trifolium repens*. *Oecologia* 180: 409–420 (2016)

doi: 10.1007/s00442-015-3480-6

Foto

Pommer U.

Pflanzenmerkmalbasierte Tests zur Untersuchung der Mechanismen zur Bildung von Pflanzengemeinschaften

Es wird gegenwärtig angenommen, dass viele Pflanzengesellschaften nicht mit Arten gesättigt sind und sich noch neue Arten ansiedeln könnten. Das Fehlen von Arten wird untersucht, um die Mechanismen zur Bildung von Pflanzengemeinschaften zu verstehen und Regeln zu finden, wie sich neue Pflanzenarten in bestehende Grünlandgemeinschaften einfügen.

In einem Vorgängerprojekt wurde die deutsche Referenz-Vegetationsdatenbank (GVRD) aufgebaut, die Vegetationsaufnahmen enthält, anhand derer wir Auftretenswahrscheinlichkeiten für bisher in den Versuchsflächen fehlende Arten berechnen konnten. Wir erwarten, dass diejenigen Arten, die in allen Grünlandtypen Deutschlands am häufigsten gemeinsam mit den Arten der Versuchsflächen vorkommen, diejenigen sein werden, die sich auch am besten in den Versuchsflächen etablieren.

Wir pflanzten Jungpflanzen aus regionaler Herkunft in bestehende Grünlandgemeinschaften mit verschiedenen Landnutzungsintensitäten auf insgesamt 54 Versuchsflächen. Die neuen noch fehlenden Arten wurden nach 4 Szenarien ausgewählt: ihren morphologischen Merkmalen zu den schon vorhandenen Arten 1) sehr ähnlich bzw. 2) unähnlich, 3) berechnet aus der GVRD besonders häufig mit den vorhandenen Arten gemeinsam auftretend und 4) zufällig ausgewählt.

Über 1,5 Jahre wurde die Überlebensrate der Jungpflanzen der verschiedenen Szenarien in Bezug auf die Landnutzungsintensität dokumentiert. Berechnet wurde zudem, wie unterschiedlich die Pflanzenmerkmale im Mittel durch das Hinzufügen der neuen Arten in die Gesellschaft wurden.

Die Unterschiedlichkeit der Pflanzenmerkmale nahm über alle eingepflanzten Szenarien mit steigender Landnutzungsintensität ab, d. h. die Arten wurden sich ähnlicher. Die Arten aus dem 3. Szenario hatten höhere Überlebensraten und änderten im Mittel nichts an der Unterschiedlichkeit der Pflanzenmerkmale, da sie vermutlich gleiche Anpassungen an die Umweltbedingungen haben.



Autoren

Breitschwerdt E., Jandt U., Bruelheide H.

Erschienen als

Do newcomers stick to the rules of the residents? Designing trait-based community assembly tests. *Journal of Vegetation Science* 26: 219–232 (2015)

doi: 10.1111/jvs.12235

Foto

Breitschwerdt E.

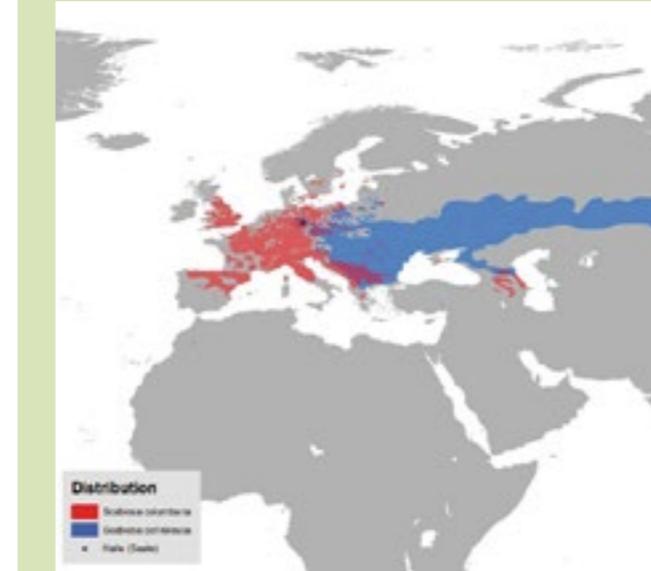
Die Verbreitung nah verwandter Pflanzenarten steht nicht im Zusammenhang mit ihrer Frost- oder Trockentoleranz

Diese Arbeit hatte das Ziel, die fundamentale Nische von 16 Graslandarten zu quantifizieren. Den Gegenstand der Untersuchung stellten 16 Artenpaare aus 8 Gattungen dar, deren Arten sich im Verbreitungsgebiet und damit in ihrer realisierten klimatischen Nische unterschieden.

Die Abbildung 1 zeigt die Verbreitungsgebiete am Beispiel der 2 Graslandarten Tauben-Skabiose (*Scabiosa columbaria*) und Gelbe Skabiose (*S. ochroleuca*). Im Labor und Gewächshaus wurden Pflanzen dieser Arten unter kontrollierten Bedingungen von Samen angezogen und auf Frosthärte und auf Trockentoleranz untersucht.

Im Ergebnis unterschieden sich zwar die Gattungen deutlich in ihrer Frosttoleranz, die Arten jedoch nur in einem geringen Maße. In 2 der Gattungen waren Arten, deren Verbreitung weiter in kalte Gebiete reichte, frosthärter, während 2 andere Arten das entgegengesetzte Muster zeigten und sich die übrigen Arten nicht unterschieden. In Bezug auf Trockentoleranz bestanden keine Unterschiede zwischen den Arten der gleichen Gattung. Somit konnte kein deutlicher Zusammenhang über alle Arten zwischen der fundamentalen und der realisierten Nische festgestellt werden. Dies bedeutet, dass es nicht möglich ist, von der realisierten Nische, die auf dem Verbreitungsgebiet beruht, auf die physiologischen Charakteristika der Arten zu schließen und umgekehrt.

Dies bedeutet für die Praxis, dass die auf Frost- oder Trockentoleranz basierenden Vorhersagen für die zukünftigen Verbreitungsgebiete von Arten aufgrund von Klimaänderungen mit großen Unsicherheiten behaftet sind.



Autoren

Hofmann, M., Büttof, A., Welk, E., Bruehlheide, H.

Erschienen als

Relationship between fundamental and realized niches in terms of frost and drought resistance. Preslia 85: 1–17 (2013)

Grafik

Hofmann M.

Verbreitungskarten von der Tauben-Skabiose (*Scabiosa columbaria*, rot) und der Gelben Skabiose (*S. ochroleuca*, blau) und ihrem gemeinsamen Verbreitungsgebiet in lila.

Sind europäische Pflanzen ohne spezialisierte Bestäubungssysteme eher in anderen Regionen der Welt invasiv?

Einige Pflanzenarten nutzen für ihre Bestäubung viele verschiedene Insekten und haben somit ein generalisiertes Bestäubungssystem, während andere Pflanzen nur auf wenige Bestäuber spezialisiert sind. Wenn insektenbestäubte Pflanzenarten in eine neue Region eingeführt werden, besteht die Möglichkeit, dass ihre üblichen Bestäuber dort nicht vorkommen. Vor allem Pflanzenarten mit spezialisierter Bestäubung haben dann eine geringere Chance, sich fortzupflanzen und somit invasiv zu werden.

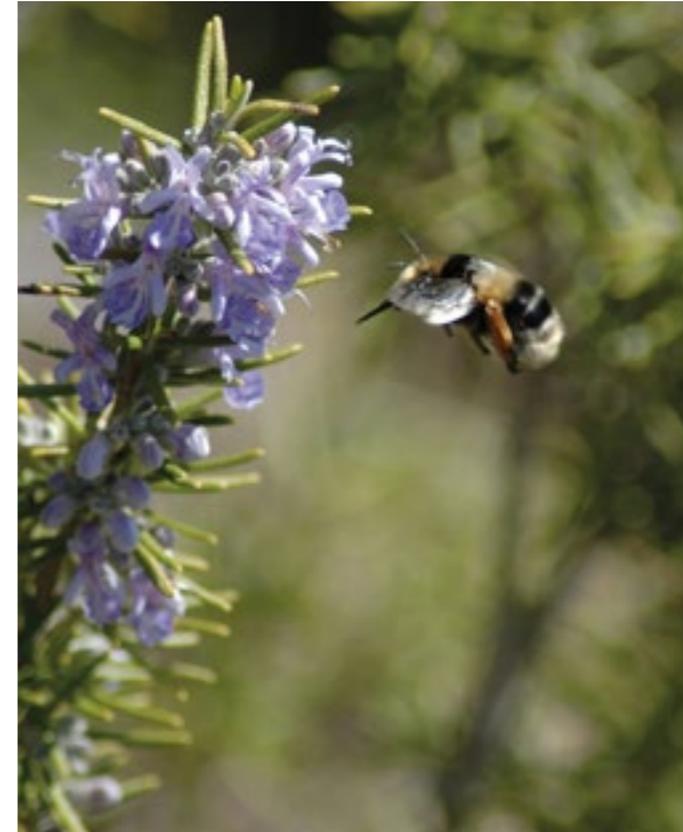
Wir haben die Frage gestellt, ob das invasive Potenzial von Pflanzenarten durch deren Spezialisierung auf Bestäubungsarten und -familien, ihre Möglichkeit zur Selbstbestäubung sowie die Dauer der Blühperiode und ihre Wechselwirkungen beeinflusst wird.

Wir haben Pflanzen-Bestäuber-Interaktionsdaten von 119 deutschen Wiesenflächen benutzt, um für 118 europäische Pflanzenarten die Spezialisierung auf Bestäuber zu bestimmen. Danach analysierten wir, ob der Grad der Invasion jeder Art in 7 Ländern auf 4 nicht-eurasischen Kontinenten durch die Bestäuberspezialisierung, sowie die Blühperiode, das Selbstbestäubungspotenzial und ihre Wechselwirkungen beeinflusst wird.

Es zeigte sich, dass Pflanzenarten mit langen Blühperioden den höchsten Invasionsgrad besaßen. Die Spezialisierung auf bestimmte Bestäuberarten erhöhte den Grad der Invasion geringfügig für selbstbestäubende Arten, nicht aber für Arten ohne dieses selbstbestäubende Potenzial.

Es lässt sich zusammenfassend sagen, dass die Länge der Blühperiode, die Interaktion von Bestäuberspezialisierung und Selbstbestäubung das Invasionspotenzial von deutschen Pflanzenarten in

anderen Teilen der Welt beeinflusst. Somit sollten Fortpflanzungsmerkmale von Pflanzen bei der Risikobewertung und dem Management der eingeführten Pflanzen berücksichtigt werden, um die jeweilige einheimische Biodiversität zu schützen.



Autoren

Chrobock T., Weiner C. N., Werner M., Blüthgen N., Fischer M., van Kleunen M.

Erschienen als

Effects of native pollinator specialization, self-compatibility and flowering duration of European plant species on their invasiveness elsewhere. *Journal of Ecology* 101: 916–923 (2013)

doi: 10.1111/1365-2745.12107

Foto

Weiner C.



Verringert die Intensivierung der Landnutzung die phylogenetische Vielfalt von Pflanzen auf Grünlandflächen?

Die Artenzahl und die funktionelle Diversität befassen sich mit der Vielfalt von ökologischen Funktionen und Prozessen im Ökosystem. Daneben ist auch die phylogenetische Diversität (PD), ein Maß für die evolutionären Gemeinsamkeiten von Artengemeinschaften, potenziell wichtig für verschiedene Ökosystemfunktionen. Generell wird davon ausgegangen, dass nah verwandte Arten ähnliche Eigenschaften besitzen. Bei intensiver Landnutzung dominieren Arten, die mit höherem Stress auf diesen Flächen besser zurechtzukommen. Wenn diese Arten nah miteinander verwandt sind, verringert sich somit die PD von Artengemeinschaften mit steigender Intensität der Landnutzung.

In dieser Publikation wollen wir die Frage beantworten, ob mit steigender Landnutzungsintensität die PD von Pflanzengemeinschaften abnimmt.

Wir berechneten die PD von Pflanzengemeinschaften auf 150 Grünlandflächen in 3 Regionen in Deutschland basierend auf einem detaillierten Stammbaum für mitteleuropäische Gefäßpflanzen. Im nächsten Schritt untersuchten wir, ob es eine negative Beziehung zwischen Landnutzungsintensität und PD von Pflanzengemeinschaften gibt.

Wir fanden nur einen sehr schwachen Rückgang der PD mit Intensivierung der Landnutzung. Die Ergebnisse unterschieden sich zwischen seltenen und häufigen Arten und zwischen den Regionen. Wir konnten keinen generellen negativen Effekt der Landnutzung auf die PD nachweisen. Ein möglicher Grund dafür ist, dass die relevanten Eigenschaften der Arten nicht auf eine Gruppe nah verwandter Arten beschränkt sind.



Obwohl intensive Landnutzung die Artengemeinschaften verändert, wirkt sich das nicht unbedingt auf die PD aus. Nichtsdestotrotz kann PD als ein zusätzliches Maß auf regionaler Ebene eingesetzt werden, um den Effekt von Landnutzungsintensität auf Biodiversität und Ökosystemfunktionen vorhersagen zu können.



Autoren

Egorov E., Prati D., Durka W., Michalski S., Fischer M., Schmitt B., Blaser S., Brändle M.

Erschienen als

Does land-use intensification decrease plant phylogenetic diversity in local grasslands? PLoS ONE 9: e103252 (2014)

doi: 10.1371/journal.pone.0103252

Foto

Müller J.

Bodenmikroorganismen erhalten Pflanzendiversität im Grünland

Das Wachstum von Pflanzen sowie die lokale Ausbreitung von Pflanzenarten werden maßgeblich von der individuellen Konkurrenzkraft der Pflanzenarten und von biotischen Interaktionen, z. B. mit Bodenmikroorganismen, beeinflusst. Für die Konkurrenzkraft einer Art ist die individuelle Größe ein bestimmender Faktor, da große Pflanzenarten einen Vorteil bei der Nutzung limitierender Ressourcen (wie z. B. Licht) gegenüber kleineren Arten haben.

In unserer Studie untersuchten wir, ob das Wachstum von großen Pflanzenarten, die potenziell dominant sein könnten, es aber nicht sind, negativ von Bodenmikroorganismen beeinflusst wird.

In Gewächshausexperimenten testeten wir den Effekt von Bodenmikroorganismen auf das Wachstum von 33 Pflanzenarten, die sich in individueller Größe sowie lokaler Häufigkeit unterschieden. Hierzu wurden die Pflanzen entweder mit oder ohne Bodenmikroorganismen behandelt.

Wir fanden heraus, dass das Wachstum von großen Pflanzenarten, die jedoch nicht besonders häufig im Grünland vorkommen, besonders negativ von Bodenmikroorganismen beeinflusst wird. Weiterhin stellten wir fest, dass sich diese Effekte entlang eines Landnutzungsgradienten speziell für Gräser und Kräuter unterschieden. Im Extensivgrünland wirkten sich die Bodenmikroorganismen stark negativ auf das Wachstum von Gräsern aus, wohingegen sie im Intensivgrünland einen positiven Effekt auf das Wachstum hatten.

Aus diesen Ergebnissen schlussfolgern wir, dass Bodenmikroorganismen einen wesentlichen Anteil zur Biodiversität im Grünland beitragen, indem sie potenziell dominante Pflanzenarten – vor allem konkurrenzstarke Gräser im Extensivgrünland – in ihrem Wachstum einschränken.

Unsere Ergebnisse lassen vermuten, dass eine landnutzungsbedingte Veränderung der Bodenmikroorganismengemeinschaft, durch z. B. Düngung, im extensiv genutzten Grünland zur Förderung von großen bzw. konkurrenzstarken Gräsern und damit zum Verlust von Biodiversität führen kann.



Autoren

Heinze J., Bergmann J., Rillig M. C., Joshi J.

Erschienen als

Negativebiotic soil-effects enhance biodiversity by restricting potentially dominant plant species in grasslands. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 17: 227–235 (2015)

doi: 10.1016/j.ppees.2015.03.002

Foto

Heinze J.



Einfluss von Bodenmikroorganismen auf die lokale Häufigkeit von 3 Grasarten entlang eines Landnutzungsgradienten

Landnutzung hat einen starken Einfluss auf die lokale Häufigkeit und Diversität von Bodenmikroorganismen. Vor allem der Eintrag von Nährstoffen und die Bewirtschaftung von Flächen (Mahd, Weide) können das Wachstum und die lokale Häufigkeit von Pflanzenarten wesentlich beeinflussen.

Entlang eines Landnutzungsgradienten untersuchten wir, ob das Wachstum und damit die lokale Häufigkeit von Pflanzenarten durch die landnutzungsspezifischen Bodenmikroorganismen beeinflusst wird.

Hierzu führten wir 2 Gewächshaus-Experimente mit je 3 Grasarten durch, welche sich in lokaler Häufigkeit entlang des Gradienten unterschieden. Diese Arten pflanzten wir als Einzelpflanzen (Experiment 1) und in 3-Artenmischung (Experiment 2) mit und ohne Bodenmikroorganismen auf verschieden intensiv genutzte Flächen.

Ohne Konkurrenz, als Einzelpflanzen, beeinflussten die Bodenmikroorganismen die 3 Grasarten gleich. In den 3-Artenmischungen hingegen zeigten die Mikroorganismen der verschieden intensiv genutzten Flächen sehr unterschiedliche Effekte auf das Wachstum der Grasarten, welche stark mit den lokalen Häufigkeiten der jeweiligen Arten übereinstimmten. Diese Ergebnisse zeigen, dass Bodenmikroorganismen die Wechselwirkungen zwischen Pflanzenarten – vor allem auf indirektem Weg – beeinflussen und damit einen starken Einfluss auf die Häufigkeit von Pflanzenarten und somit die Diversität im Grünland haben.

Um Artendiversität zu erhalten, sollten zukünftige Managementmaßnahmen (Intensivierung bzw. Extensivierung) Veränderungen der Bodenmikroorganismengemeinschaften mit berücksichtigen,

da die lokale Häufigkeit von Pflanzenarten u. a. durch das Zusammenspiel von Bodenmikroorganismen und Pflanzenkonkurrenz beeinflusst wird.



Autoren

Heinze J., Werner T., Weber E., Rillig M. C., Joshi J.

Erschienen als

Soil biota effects on local abundances of three grass species along a land-use gradient. *Oecologia* 179: 249–259 (2015)

doi: 10.1007/s00442-015-3336-0

Foto

Heinze J.

Fördert eine ökologische Bewirtschaftung die Vielfalt von Pflanzen und Arthropoden auf Kosten von Ertrag und Bodenfruchtbarkeit?

Ökologische Landwirtschaft ist eine der wichtigsten Strategien, möglichst umweltverträglich landwirtschaftliche Produkte zu erzeugen. In Deutschland gibt es immer mehr Betriebe, die ökologische Landwirtschaft betreiben. Dabei ist wenig erforscht, ob ökologische Landwirtschaft die Artenvielfalt und die Fruchtbarkeit im Grünland beeinflusst, erst recht, wenn man unterschiedliche Typen von Grünland (Wiese, Weide, Mähweide) untersucht.

Ziel dieser Studie war es daher, herauszufinden, ob eine ökologische Landwirtschaft im Grünland die Artenvielfalt von Pflanzen und Arthropoden begünstigt und inwiefern dabei Erträge und Bodenfruchtbarkeit gemindert werden.

Dazu haben wir auf ökologisch und konventionell bewirtschafteten Grünlandflächen die Artenvielfalt von Pflanzen und Arthropoden erfasst. Zudem wurden dort die Aufwuchsmenge und der Futterwert der Pflanzen sowie die Bodenfruchtbarkeit und die Landnutzungsintensität gemessen. Ökologische Grünlandflächen mussten zum Zeitpunkt der Studie abgeschlossen zertifiziert sein. Dagegen wurden alle Flächen als konventionell bewirtschaftet eingestuft, wenn deren Nutzung den Vorgaben ökologischer Zertifizierung widersprach, zum Beispiel durch die Nutzung von synthetischem Dünger.

Das ökologische Grünland zeigte dabei eine niedrigere Landnutzungsintensität als die konventionellen Flächen. Auch der Phosphorgehalt im Boden war auf ökologischen Flächen niedriger. Die Artenvielfalt von Arthropoden war im ökologisch bewirtschafteten Grünland höher. Allerdings gab es keinen Unterschied bei der Artenvielfalt der Pflanzen, dem Aufwuchs oder dem Futterwert.



Wir folgern daraus, dass eine ökologische Bewirtschaftung nicht immer automatisch zu einer höheren Artenvielfalt führt. Dennoch bietet die ökologische Bewirtschaftungsform eine gute Möglichkeit, die Biodiversität im landwirtschaftlichen Grünland zu unterstützen, ohne dabei die Erträge oder die Bodenfruchtbarkeit zu senken.



Autoren

Klaus V. H., Kleinebecker T., Prati D., Gossner M. M., Alt F., Boch S., Gockel S., Hemp A., Lange M., Müller J., Oelmann Y., Pasalic E., Renner S. C., Socher S. A., Türke M., Weisser W. W., Fischer M., Hölzel N.

Erschienen als

Does organic grassland farming benefit plant and arthropod diversity at the expense of yield and soil fertility? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 177: 1–9 (2013)

doi: 10.1016/j.agee.2013.05.019

Foto

Klaus V. H.

Direkte und indirekte Zusammenhänge zwischen Pflanzenartenreichtum und Produktivität im Grünland: regionale Unterschiede verhindern eine einfache Verallgemeinerung

Allgemein ist bekannt, dass die Artenzahl der Pflanzen im Grünland in Beziehung zur Produktivität steht. Dabei schließen sich eine hohe Artenzahl und hohe Produktivität weitgehend aus. Zudem sind die Konzentrationen von Nährstoffen in den oberirdischen Pflanzenteilen direkt mit der Produktivität eines Bestandes verknüpft. Zusätzlich kann die Nährstoffkonzentration den Einfluss von Landnutzung oder Boden auf die Produktivität anzeigen. Ist ein Nährstoff so knapp verfügbar, dass er das Pflanzenwachstum und damit die Produktivität begrenzt, so spricht man von Wachstums- oder Nährstofflimitierung.

In dieser Studie untersuchten wir die Beziehungen zwischen Produktivität und Artenreichtum der Pflanzen im Grünland. Wir analysierten dabei die Rolle einzelner Nährstoffe im Bezug zur Wachstums-limitierung und zum Artenreichtum. Ein besonderes Augenmerk wurde dabei auf Unterschiede zwischen den 3 Regionen der Biodiversitäts-Exploratorien gelegt.

Dazu haben wir auf 295 Flächen der 3 Regionen die Artenzahl der höheren Pflanzen erfasst, die Aufwuchsmenge bestimmt sowie die Konzentrationen der wichtigsten Nährstoffe im Aufwuchs gemessen (Stickstoff, Phosphor, Kalium). Über sog. Strukturgleichungsmodelle, eine Methode zum Abschätzen und Testen von Zusammenhängen, war es möglich, direkte und indirekte Beziehungen zwischen Produktivität bzw. Pflanzennährstoffen und dem Artenreichtum getrennt zu erfassen.

Wie zu erwarten, hatten die Nährstoffkonzentrationen und die Produktivität einen zumeist deutlich negativen Einfluss auf die Artenzahl der Pflanzen. Hierbei fanden wir deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen, die auf andere Bodeneigenschaften

sowie eine unterschiedliche Landnutzungsgeschichte zurückzuführen sind.

Durch diese Arbeit wurde deutlich, dass die Beziehung zwischen Produktivität und Artenreichtum stark von regionalen Gegebenheiten abhängig ist und somit eine ausreichende Anzahl an Probeflächen nötig ist, um allgemeingültige Aussagen treffen zu können.



Autoren

Klaus V. H., Hölzel N., Boch S., Müller J., Socher S. A., Prati D., Fischer M., Kleinbecker T.

Erschienen als

Direct and indirect associations between plant species richness and productivity in grasslands: regional differences preclude simple generalization of productivity-biodiversity relationships. *Preslia* 85: 97–112 (2013)

Foto

Klaus V. H.



Lassen sich Heu- und Bodenproben von ökologisch bzw. konventionell bewirtschafteten Grünlandflächen anhand ihrer Stickstoff- und Kohlenstoff-Isotopie (^{15}N und ^{13}C) unterscheiden?

Die Unterscheidung ökologisch und konventionell erzeugter Produkte bzw. die Nachverfolgung ihrer Produktionswege ist eine wichtige Aufgabe von Herkunfts- und Lebensmittelkontrollen. Ein modernes Verfahren, um Informationen über die Produktion organischer Materialien zu erhalten, ist die sogenannte Isotopen-Analyse. Kohlenstoff (C) hat zum Beispiel natürlicherweise 2 stabile Isotope: während ^{12}C zu 98,9% vorkommt, ist ^{13}C mit 1,1% deutlich seltener.

Ziel dieser Studie war es daher zu untersuchen, ob sich Heu- und Bodenproben von ökologisch bzw. konventionell bewirtschafteten Grünlandflächen anhand ihrer Stickstoff- und Kohlenstoff-Isotopie (^{15}N und ^{13}C) unterscheiden lassen. Ein solcher Unterschied könnte später für Herkunfts- und Lebensmittelkontrollen genutzt werden.

Daher haben wir natürliche Häufigkeiten stabiler Isotope von Stickstoff und Kohlenstoff (^{15}N und ^{13}C) von oberirdischer Grünland-Biomasse (Heu) und Bodenproben analysiert, um Unterschiede zwischen ökologischer und konventioneller Landwirtschaft nachvollziehen zu können.

Es zeigte sich, dass sich nur ^{13}C im Boden signifikant zwischen ökologisch und konventionell bewirtschaftetem Grünland unterscheidet. Dies deutet darauf hin, dass es schwierig sein wird, die Proben anhand der erhobenen chemischen Eigenschaften zu unterscheiden. Anhand der erhaltenen Ergebnisse konnten in einem weiteren Test auch nur rund zwei Drittel der Proben korrekt einer Bewirtschaftungsweise zugeordnet werden.

Die Studie hat zwar einen interessanten Unterschied der ^{13}C -Häufigkeiten im Boden unterschiedlich bewirtschafteter Bestände gefunden, jedoch besteht weiterer Forschungsbedarf, um eine sichere

Zuordnung ökologisch und konventionell erzeugter Produkte im Grünland zu ermöglichen.



Autoren

Klaus V. H., Hölzel N., Prati D., Schmitt B., Schöning I., Schrumpf M., Fischer M., Kleinbecker T.

Erschienen als

Organic vs. conventional grassland management: Do ^{15}N and ^{13}C isotopic signatures of hay and soil samples differ? PLoS ONE z8: e78134 (2013)

doi: 10.1371/journal.pone.0078134

Foto

Klaus V. H.

Zeitliche und kleinräumige Schwankungen von Aufwuchs, Aufwuchsqualität und Nährstofflimitierung von Pflanzen im Grünland

Im Laufe des Jahres verändern sich im Grünland die Aufwuchsmenge und -qualität von Pflanzen durch Zuwachs oder Altern des Pflanzengewebes. Zusätzlich zu diesen zeitlichen Schwankungen können aber auch kleinräumige Unterschiede auf einer Fläche auftreten, die bisher kaum erforscht wurden. Dabei ist es v. a. von großem Interesse, die Begrenzung des Pflanzenwachstums durch Nährstoffe (sog. Nährstofflimitierung) genauer zu untersuchen. Eine Methode, diese Nährstofflimitierung abschätzen zu können, ist das Messen verschiedener Konzentrationsverhältnisse von Nährstoffen in den Pflanzen zueinander, z. B. Stickstoff zu Phosphor.

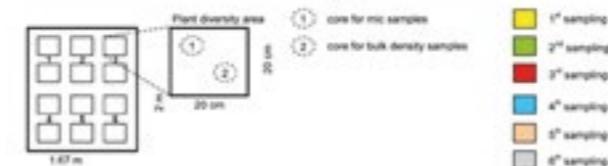
Ziel unserer Studie war es daher, Schwankungen der Aufwuchsmenge, der darin enthaltenen Nährstoffe sowie der Nährstofflimitierung einer Grünlandfläche über das Jahr zu untersuchen.

Zusätzlich wurde getestet, ob kleinräumige Unterschiede in der Biodiversität von Pflanzen in Beziehung zu den Nährstoffgehalten der Pflanzenbiomasse stehen.

Hierzu wurde eine ungedüngte Grünlandfläche auf der Schwäbischen Alb in viele kleinere Probeflächen eingeteilt und an 6 Terminen intensiv untersucht. Zusätzlich zur Bestimmung der Pflanzen und ihrer Vielfalt wurden dort Boden- und Pflanzenproben entnommen und ihre Nährstoffgehalte analysiert.

Es zeigte sich, dass Biodiversität der Pflanzen gemeinsam mit der Phosphorkonzentration schwankte, wobei noch nicht genau geklärt ist, wie dies zustande kommt. Die Ergebnisse bewiesen zudem, dass das Pflanzenwachstum primär durch Stickstoff begrenzt wurde, unabhängig von Zeitpunkt und räumlicher Lage der Probenahme. Eine Ausnahme war die Probennahme Anfang April, wobei neben

Stickstoff auch Phosphor wachstumsbegrenzend war. Untersuchungen vor dem Wuchsbeginn der Pflanzen scheinen daher von großer Bedeutung zu sein, um die Nährstoffkreisläufe in einem Grünlandbestand gänzlich verstehen zu können. Hier zeigte sich dementsprechend zukünftiger Forschungsbedarf.



Autoren

Klaus V. H., Boch S., Boeddinghaus R. S., Hölzel N., Kandeler E., Marhan S., Oelmann Y., Prati D., Regan K. M., Schmitt B., Sorkau E., Kleinebecker T.

Erschienen als

Temporal and small-scale spatial variation in grassland productivity, biomass quality, and nutrient limitation. *Plant Ecology* 217: 843–856 (2016)

doi: 10.1007/s11258-016-0607-8

Grafik

Berner D.

Pflanzenartenvielfalt beeinflusst den Trockenstress des Grünlands: Erkenntnisse einer umfangreichen Studie in Pflanzen und Böden

Der Verlust von Arten kann extreme Auswirkungen auf unsere Ökosysteme haben. Dies ist umso bedeutender, wenn Ökosysteme durch diesen Artenverlust empfindlicher auf den Klimawandel und damit einhergehende Trockenperioden reagieren.

Diese Untersuchung sollte daher klären, ob Trockenstress, gemessen in Pflanzen und Böden, mit der Biodiversität der Pflanzen im Wirtschaftsgrünland zusammenhängt. Dies würde beispielsweise bedeuten, dass eine höhere Pflanzenartenvielfalt Trockenstress der Pflanzen reduzieren kann.

In dieser Studie wurde eine spezifische Methode angewandt, um nachträglich Trockenstress in Grünlandbeständen zu messen. Dabei wird die Menge eines natürlich vorkommenden stabilen Isotops des Kohlenstoffs in der oberirdischen Biomasse der Pflanzen (sog. ^{13}C) bestimmt, was als guter Indikator für Trockenstress dient. Da Pflanzen unter Trockenstress und Wassermangel ihre Spaltöffnungen an den Blättern schließen, reichert sich das schwerere Isotop (^{13}C) relativ zum leichteren Isotop (^{12}C) im Gewebe und später auch in der organischen Substanz des Bodens an.

Unsere Untersuchungen zeigten, dass artenreichere Pflanzengesellschaften weniger Trockenstress erleiden als artenarme. Wir konnten zudem zeigen, dass starke Düngung indirekt Trockenstress verstärkt, weil sie zu einem Rückgang der Artenzahl führt.

Unsere Ergebnisse weisen also darauf hin, dass artenreichere Grünlandbestände mehr Trockenheitstoleranz aufweisen. Dies bedeutet ebenfalls, dass durch einen Rückgang der Pflanzen-

artenvielfalt negative Auswirkungen des Klimawandels noch verstärkt werden. Als Gegenmaßnahme könnte es sinnvoll sein, zusätzliche Pflanzenarten in artenarme Grünlandbestände einzubringen.



Autoren

Klaus V. H., Hölzel N., Prati D., Schmitt B., Schöning I., Schrumpf M., Solly E. F., Hänsel F., Fischer M., Kleinebecker T.

Erschienen als

Plant diversity moderates drought stress in grasslands: Implications from a large real-world study on ^{13}C natural abundances. *Science of the Total Environment* 566–567: 215–222 (2016)

doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.05.008

Foto

Klaus V. H.

Die floristische Anreicherung von Grünland unterschiedlicher Landnutzungsintensität mittels Störung und Ansaat

Die Erforschung von Beziehungen zwischen der Biodiversität und wichtigen Funktionen von Ökosystemen stellt ein aktuelles Forschungsfeld dar. Dabei steht im Fokus, wie sich ein Verlust von Arten auf unterschiedlich profitable Funktionen und Prozesse auswirkt, z. B. auf den Ertrag von Grünlandflächen.

Ziel dieser Studie war es, zu untersuchen, ob eine Erhöhung der Artenvielfalt der Pflanzen im Grünland auch zu einer verbesserten Funktionalität führt.

Um die Effekte einer erhöhten Artenvielfalt unter natürlichen Bedingungen zu untersuchen, wurden in einem Experiment Pflanzenarten in bestehendes Grünland eingesät. Die Ansaat von Arten wurde dabei auch mit kleinflächigem Aufbrechen der Grasnarbe kombiniert, um das Keimen des Saatgutes zu verbessern. Dazu wurden auf je 73 Grünlandflächen in Teilflächen entweder Oberbodenstörung oder Ansaat oder beides kombiniert durchgeführt. Die Oberbodenstörung wurde durch Fräsen bzw. Eggen (Tiefe bis 10 cm) durchgeführt. Das Saatgut enthielt je nach Region 47 - 66 Arten und ist Regio-Saatgut (Pflanzen regionaler Herkunft).

Erste Ergebnisse zeigen einen deutlichen Erfolg, wo Oberbodenstörung und Ansaat kombiniert durchgeführt wurden. Störung oder Ansaat alleine führten hingegen nicht, oder nur in einer Region, zu einem kurzfristigen Anstieg der Artenzahl. Wir schlussfolgern daraus, dass Grünlandbestände stark samen- und ausbreitungslimitiert sind und dass ein aktives Einbringen von Arten nötig ist, um eine höhere Artenvielfalt zu erreichen. Das Stören der Grasnarbe schafft offene Stellen für die Keimung und Etablierung neuer Arten.



In den nächsten Jahren wird untersucht, ob sich die im ersten Jahr gekeimten Pflanzen auch langfristig halten können und ob dies Auswirkungen auf die Funktionalität des Grünlands hat. Das vorliegende Experiment gehört damit zu den weltweit größten Experimenten zur Erforschung der Effekte von erhöhter Pflanzenvielfalt im Grünland, und seine Ergebnisse sind für Landbewirtschafter und für den Naturschutz relevant.



Autoren

Klaus V. H., Schäfer D., Kleinebecker T., Fischer M., Prati D., Hölzel N.

Erschienen als

Enriching plant diversity in grasslands by large-scale experimental sward disturbance and seed addition along gradients of land-use intensity. *Journal of Plant Ecology* 10: 581–591

doi: 10.1093/jpe/rtw062

Foto

Klaus V. H.

Vollständigere Stickstoffausnutzung bei hoher Pflanzendiversität im Grünland

Komplementarität führt zu einer effektiveren Ressourcennutzung und wird als zentraler Mechanismus gesehen, um positive Beziehungen zwischen Pflanzenvielfalt und Biomasseproduktion zu erklären. Der Mechanismus der komplementären Ressourcennutzung wurde bisher jedoch nur experimentell oder entlang sehr kurzer Umweltgradienten nachgewiesen.

Ziel dieser Studie war es daher, den Einfluss von Artendiversität im Grünland auf die Effektivität der Nutzung des wichtigen Pflanzennährstoffes Stickstoff zu untersuchen.

Dazu wurden auf den Grünlandflächen der Regionen Hainich, Schorfheide und Schwäbische Alb Stickstoffisotopensignaturen der Bestandsbiomasse und ausgewählter Einzelarten untersucht. Anhand des Verhältnisses des leichteren zum schwereren Stickstoff ($^{14}/^{15}\text{N}$) lassen sich erhöhte Verluste durch Auswaschung in das Grundwasser oder gasförmige Abgabe in die Atmosphäre ermitteln.

Anhand der Stickstoffisotopie in der Pflanzenbiomasse konnten wir erstmals zeigen, dass der Mechanismus der komplementären Ressourcennutzung auch in realen, nicht-experimentellen Systemen von Bedeutung ist. Obwohl unter Freilandbedingungen der Stickstoffkreislauf von einer Vielzahl weiterer Faktoren beeinflusst wird, führt eine höhere Pflanzendiversität zu einer effektiveren Nutzung von Stickstoff im System.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass eine höhere Pflanzendiversität helfen kann, unerwünschte Stickstoffverluste und die damit verbundenen negativen Folgen zu verringern.



Autoren

Kleinebecker T., Hölzel N., Prati D., Schmitt B., Fischer M., Klaus V. H.

Erschienen als

Evidence from the real world: ^{15}N natural abundances reveal enhanced nitrogen use at high plant diversity in Central European grasslands. *Journal of Ecology* 102: 456–465 (2014)

doi: 10.1111/1365-2745.12202

Foto

Kleinebecker T.

Maschinelle Entnahme ungestörter Bodenprobensäulen für die Röntgen-Computertomographie

Die physikalische Bodenstruktur, das heißt die Anordnung von Poren und Festsubstanz, hat großen Einfluss auf alle im Boden stattfindenden Umsatzprozesse. Der Porenraum des Bodens ist dabei der Lebensraum für die Bodenlebewesen. Daher ist es für die Biodiversitätsforschung von großem Interesse, mehr über die Auswirkungen der Landnutzungsintensität auf den Lebensraum der Bodenlebewesen, sprich dem Porenraum, zu erfahren.

Die Bestimmung der Porenraumverteilung erfolgt üblicherweise an ungestörten Bodenproben. Dabei stellte sich für unser Projekt die Frage, wie man möglichst effizient tatsächlich ungestörte Bodenproben von den 150 Grünland-Untersuchungsflächen der Biodiversitäts-Exploratorien entnehmen kann. Bei der bis dato üblichen Methode werden Stechzylinder mit dem Hammer in den Boden geschlagen und ausgegraben. Die mechanische Beanspruchung verursacht aber Deformierungen, sodass man nicht mehr von einer wirklich ungestörten Bodenprobe ausgehen kann.

Die Kombination einer manuellen, aber zeitintensiven Probenahmetechnik für tatsächlich ungestörte Bodensäulen von Rogasik mit der maschinellen Probenahmetechnik für das Stechen von Lysimetern von der Firma UGT führte zur Entwicklung einer neuen Art der Probenahme. So können ungestörte Bodensäulen mit einem Durchmesser und einer Höhe von jeweils 12 cm entnommen werden.

Die Methode konnte effektiv auf fast allen Standorten eingesetzt werden. Alle diese Proben wurden schließlich mittels medizinischer Röntgen-Computertomographie (CT) untersucht und der Makroporenraum analysiert. Mit einem zweiten Gerät wurden kleinere ungestörte Teilproben mit einer Größe von 3 cm in Höhe und Durchmesser entnommen. Mittels Mikro-CT erfolgte an diesen Proben

die Untersuchung der Mikrostruktur mit einer Auflösung bis zum Mesoporenraum. Die Verbindung zwischen maschineller Probenentnahme und CT ist zukunftsweisend und ermöglichte an einer großen Probenzahl einen tieferen Einblick in das System Boden, Pflanze und Bodenlebewesen zu erhalten.



Autoren

Kuka K., Illerhaus B., Fritsch G., Joschko M., Rogasik H., Paschen M., Schulz H., Seyfarth M.

Erschienen als

A new method for the extraction of undisturbed soil samples for X-ray computed tomography. Journal of Nondestructive Testing & Ultrasonics 20: 1-8 (2013)

Foto

Kuka K.

Untersuchung der Bodenstruktur und der Wurzelentwicklung in unterschiedlich bewirtschafteten Grünlandstandorten mittels Röntgen-Computertomografie

Grünlandflächen erbringen viele Ökosystemleistungen. Dabei sind Kenntnisse über ökologische Prozesse in einem Grünland Voraussetzung, um die Bewirtschaftung z. B. im Hinblick auf Anpassung an den Klimawandel, Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit oder Erhöhung der Produktivität zu optimieren.

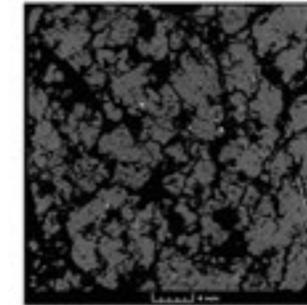
So ist es interessant, den Zusammenhang zwischen der Landnutzungsintensität, der Bodenstruktur und deren Einfluss auf die Wurzelbildung der Pflanzen aufzuklären.

Daher wurde in unserem Projekt die Bodenstruktur als geeigneter Indikator genutzt, um die Auswirkung der Landnutzungsintensität auf die Boden-Pflanze-Interaktion zu erforschen. Die Bodenstruktur wurde mit der zerstörungsfreien Methode der Röntgen-Computertomografie untersucht. Dabei wurden in dieser Studie erstmals gleichzeitig Parameter zur Bodenstruktur und der Wurzelbildung unterschiedlich intensiv bewirtschafteter Grünlandflächen bestimmt. Es wurden von 3 Untersuchungsflächen der Schwäbischen Alb Bodenproben entnommen. Diese Proben wurden mit einem Mikro-Röntgencomputertomografen gescannt. Anschließend wurden die Poren-, Festsubstanz- und Wurzelraumparameter (3 Phasen) ermittelt.

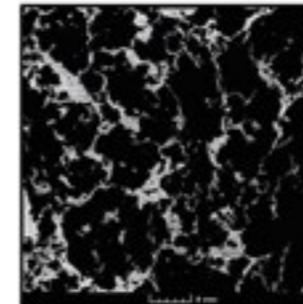
Es zeigt sich, dass in den 3D-Aufnahmen zwischen den 3 Phasen unterschieden werden konnte. Die Ergebnisse zeigen einen Zusammenhang zwischen der Bodenstruktur und der Wurzelbildung. Es wurden deutlich höhere Wurzelvolumina und –oberflächen bei einer höheren Strukturierung des Bodens festgestellt. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass die Bodenstruktur und die Wurzelentwicklung neben den standörtlichen Bedingungen maßgeblich von der Bewirtschaftung beeinflusst werden. Mit Intensivierung

des Managements (Düngung, Schnitthäufigkeit) nimmt das Wurzelwachstum ab.

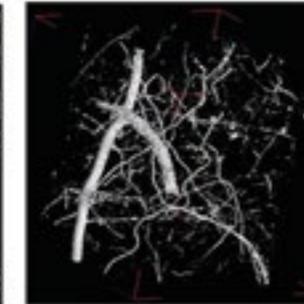
Da die Bodenstruktur die Umsatzprozesse im Boden beeinflusst und die Wurzeln als Kohlenstoffquelle zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit dienen, helfen die Ergebnisse dieser Studie bei der Verbesserung des Verständnisses der Ökosystemfunktion-Beziehungen in Grünlandböden.



2D-Bild der Festphase



2D-Bild des Porenraums



3D-Bild der Wurzeln



Autoren

Kuka K., Illerhaus B., Fox C. A., Joschko, M.

Erschienen als

X-ray computed microtomography for the study of the soil-root relationship in grassland soils. *Vadose Zone Journal* 12: Art. 14 (2013)

doi: 10.2136/vzj2013.01.0014

Foto

Kuka K.

Wie werden baumfressende Insekten durch den Buchenanteil im Wald und deren Abholzung beeinflusst?

Unsere Wälder liefern dem Menschen eine Reihe wichtiger Ökosystemdienstleistungen. Sie schützen den Boden vor Erosion und produzieren Sauerstoff und Holz. Sehr wichtige Konsumenten im Wald sind pflanzenfressende Insekten (Herbivore). Sie ermöglichen wichtige Nährstoffkreisläufe und dienen selbst als Nahrung für insektenfressende Arten. Allerdings hat der Mensch durch Abholzung, Aufforstung von Monokulturen, das Einbringen exotischer Pflanzenarten, aber auch durch Jagd, Beweidung, Umweltverschmutzung und durch die Folgen des Klimawandels einen starken Einfluss auf das Ökosystem Wald mit den dort lebenden Tieren und Pflanzen.

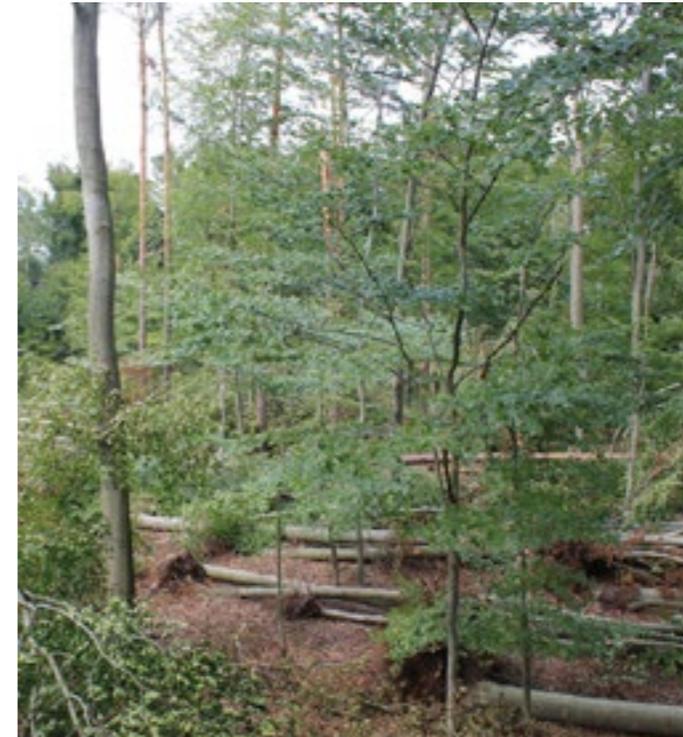
In diesem Zusammenhang untersuchten wir, welchen Einfluss die Zusammensetzung an Baumarten und die Abholzung auf das Vorkommen herbivorer Insekten und deren Fraßschaden in Buchenbeständen haben.

Im Herbst 2012 sammelten wir im Hainich und auf der Schwäbischen Alb Buchenblätter und untersuchten das Ausmaß des Fraßschadens an diesen Blättern, d.h. das Ausmaß an Fraßspuren, Fraßgängen und weiterer Blattverletzungen. Im Sommer 2013 entnahmen wir zusätzlich Astproben aus verschiedenen Baumhöhen (5/10/15 m) in allen 3 Gebieten. Auch hier untersuchten wir den Fraßschaden, aber auch das Vorkommen herbivorer Insekten.

Wir konnten zeigen, dass sich der Fraßschaden in den 3 Regionen stark unterscheidet. Neben diesen regionalen Unterschieden sind herbivore Insekten auch durch die Folgen der Forstwirtschaft beeinflusst. Je höher der Anteil an Buchen in einem Bestand, desto höher der Fraßschaden an den beprobten Buchen. Mit steigender Holznutzung allerdings sinkt der Fraßschaden. Kauende Insekten wie Raupen, Käfer und Minierer (Pflanzenfresser, die Gänge in

die Blätter fressen) sind von forstlichen Maßnahmen am stärksten betroffen. Zusätzlich konnten wir zeigen, dass sich der Fraßschaden im Saisonverlauf in Richtung Baumkrone verschiebt.

Durch diese Studie konnten wir Zusammenhänge zwischen der Forstwirtschaft und dem Vorkommen herbivorer Insekten besser verstehen.



Autoren

Mangels J., Blüthgen N., Frank K., Grassein F., Hilpert A., Mody K.

Erschienen als

Tree species composition and harvest intensity affect herbivore density and leaf damage on beech, *Fagus sylvatica*, in different landscape contexts. PLoS ONE 10: e0126140 (2015)

doi: 10.1371/journal.pone.0126140

Foto

Pommer U.

Beeinflusst die umgebende Vegetation die Pflanzenchemie und damit pflanzenfressende Insekten und deren natürliche Feinde?

Eine erhöhte Landnutzung verringert die Pflanzenartenzahl der Vegetation und kann sich gleichzeitig auf den Gehalt an primären und sekundären Pflanzeninhaltsstoffen auswirken. Eine veränderte Anzahl an Wirtspflanzen wie auch an Pflanzen der begleitenden Vegetation kann herbivore Insekten und ihre natürlichen Feinde z. B. beim Auffinden der Pflanzen beeinflussen. Veränderungen in den Gehalten an Nährstoffen und in den sekundären Pflanzeninhaltsstoffen können Auswirkungen auf die Insekten haben, die an den Wirtspflanzen fressen, und auf deren natürliche Feinde, die sie über ihre Wirte aufnehmen.

Wir untersuchten, wie sich die Landnutzung und die Pflanzenzusammensetzung in unmittelbarer Umgebung einer Pflanze (Spitzwegerich) auf den Gehalt an Stickstoff und den Pflanzeninhaltsstoffen Aucubin und Catalpol auswirken. Außerdem ermittelten wir, wie die Veränderung in der Pflanzenchemie 2 Rüsselkäferarten, die an Spitzwegerich fressen, sowie deren natürliche Gegenspieler (parasitische Wespen) beeinflusst.

Der Gehalt an Aucubin und Catalpol in Spitzwegerichblättern stieg mit der Anzahl an Pflanzenarten in der Umgebung. Die Produktion dieser Verbindungen könnte eine Reaktion des Spitzwegerichs auf die Anwesenheit anderer Pflanzen sein, um sich gegen diese zu verteidigen. Aucubin- und Catalpol-Gehalte beeinflussten nicht die spezialisierten Rüsselkäfer, auf der Schwäbischen Alb jedoch das Vorkommen parasitischer Wespen.

Ein erhöhter Stickstoffgehalt im Spitzwegerich wurde auf Flächen mit intensiverer Landnutzung durch Düngung, Beweidung und Mahd gemessen. Dieser wirkte sich negativ auf das Vorkommen der Rüsselkäfer aus – eventuell durch eine Verschiebung des Nährstoffgleichgewichts.

Unsere Studie zeigt, dass durch Art und Intensität der Landnutzung und der damit verbundenen Zusammensetzung der Vegetation die Pflanzenchemie verändert wird. Diese Veränderungen setzen sich in der Nahrungskette fort, indem sie z. B. pflanzenfressende Insekten und deren natürliche Feinde beeinflussen.



Autoren

Wäschke N., Hancock C., Hilker M., Obermaier E., Meiners T.

Erschienen als

Does vegetation complexity affect host plant chemistry, and thus multitrophic interactions, in a human-altered landscape? *Oecologia* 179: 281–292 (2015)

doi: 10.1007/s00442-015-3347-x

Foto

Meiners T.

Buchen in Mischung mit anderen standortgerechten (Nadel-)Baumarten sind von weniger Trockenstress betroffen als Buchen in Reinbeständen

Der Zuwachs und die Gesundheit von Buchen leiden unter der Zunahme von sommerlichen Trockenperioden sowie Hitzewellen infolge der globalen Erwärmung.

Ist daher die gezielte Entwicklung von Buchenmischbeständen mit Einbringung standortgerechter (Nadel-)Baumarten eine geeignete waldbauliche Maßnahme zur Minderung dieser nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels auf die Buche?

Nach Entnahme von 24 Bohrkernen an Buchen in Beständen aller 3 Regionen wurden Messungen der Jahrringbreiten und Vergleiche zum Ausmaß von Trockenstress in Trockenjahren mit Hilfe der sog. Kohlenstoffisotopen-Massenspektromie durchgeführt.

Verglichen mit den Buchen aus Reinbeständen sind Bäume, die ausschließlich von gebietstypischen Mischbaumarten (Kiefern, Edellaubhölzern oder Fichten) umgeben waren, im Mittel besser gewachsen. Dieses Grundmuster trifft auch auf extreme Trockenjahre zu, obwohl die hitzebedingten Zuwachseinbrüche in Buchenreinbeständen i. d. R. schwächer ausgeprägt waren. Innerhalb der gleichen Region erholten sich die Reinbestands-Buchen langsamer von den Zuwachseinbrüchen der Trockenjahre als die Bäume der jeweiligen Vergleichsbestände, die von Mischbaumarten umgeben waren. Die Ergebnisse der Jahrringanalyse und die Bestimmung der Kohlenstoffisotopenverhältnisse im Holz deuten auf eine verbesserte Wasserversorgung derjenigen Buchen hin, deren Nachbarn (konkurrenzschwächere) Mischbaumarten darstellen.

Die Anfälligkeit der Baumart Buche gegenüber klimabedingten Umweltveränderungen wird durch den von Nachbarbäumen ausgehenden Konkurrenzdruck und damit zusammenhängend von

der Artzugehörigkeit der Nachbarbäume beeinflusst. Je stärker sich die Mischbaumart in ihren funktionalen Eigenschaften von der Buche unterscheidet, umso geringer ist der von ihr ausgehende Konkurrenzdruck. Dies wirkt sich wiederum positiv auf die Wasserverfügbarkeit der Buche und in der Folge sowohl auf langfristige Zuwachsraten als auch auf das Reaktionsvermögen im Falle von Trockenheitsereignissen aus.



Autoren

Metz J., Annighöfer P., Schall P., Zimmermann J., Kahl T., Schulze E.-D., Ammer C.

Erschienen als

Site-adapted admixed tree species reduce drought susceptibility of mature European beech. *Global Change Biology* 22: 903–920 (2016)

doi: 10.1111/gcb.13113

Foto

Metz J.

Verwendung eines Laserscanners zur Erfassung der Kronenkonkurrenz von unterschiedlichen Baumarten und Analyse der Auswirkung von Konkurrenz auf das Wachstum von Buchen

Der Zuwachs von Einzelbäumen in einem Wald wird durch ein Zusammenspiel unterschiedlicher Faktoren (z. B. Witterung, Bodenfruchtbarkeit, Insektenfraß) beeinflusst. Die artabhängige Konkurrenzwirkung der direkten Nachbarn ist jedoch der einzige Parameter, auf den durch waldbauliche Eingriffe steuernd eingewirkt werden kann. Bisher verwendete vereinfachte Modelle zur Erforschung des Zusammenhangs zwischen Kronenkonkurrenz und Einzelbaumzuwachs bilden die Prozess- und Formenvielfalt im Kronenraum jedoch nur unzureichend ab.

Durch den Einsatz eines 3D-Laserscanners wurden 24 Baumgruppen in Beständen der 3 Regionen mit hoher Auflösung erfasst. Daraus wurde abgeleitet, in welchem Maße eine Konkurrenz durch Nachbarbäume (Fichte, Kiefer, Edellaubholz) auf Buchen besteht und dann dem Zuwachs der betrachteten Bäume gegenübergestellt. Dadurch wurde ein Konkurrenzindex berechnet, der im Gegensatz zu Modellkronen die tatsächliche Kronenform der Bäume berücksichtigt und daher die Konkurrenz zwischen Nachbarbäumen und den Zuwachs besser erklären kann.

Reine Buchenbestände sind bei gleicher Dichte einem etwas höheren Konkurrenzdruck ausgesetzt, als wenn die Nachbarbäume Edellaubhölzer (z. B. Eiche, Esche, Ahorn) sind, da sie um dieselben Ressourcen kämpfen. Die Nadelbaumarten Fichte und Kiefer sind viel schwächere Konkurrenten. Das gemessene Baumwachstum ist ein Spiegelbild des berechneten Konkurrenzdrucks. Ausschließlich von Kiefern umgebene Buchen leisten die mit Abstand höchsten Zuwächse, gefolgt von den Bäumen, die mit Fichten oder Edellaubhölzern um Ressourcen konkurrieren. Am geringsten fiel der Einzelbaumzuwachs in den Reinbeständen aus.

Der berechnete Konkurrenzindex aus Scannerdaten erklärt Zuwächse besser als Ansätze, die geometrische Kronenformen nutzen und trägt so zur Verbesserung des Verständnisses von Konkurrenzprozessen in Mischbeständen bei. Eine Anreicherung von Buchenreinbeständen mit Mischbaumarten entlastet die Buchen von der starken innerartlichen Konkurrenz.



Autoren

Metz J., Seidel D., Scheffer D., Schulze E.-D., Ammer C.

Erschienen als

Crown modeling by terrestrial laser scanning as an approach to assess the effect of above-ground intra- and interspecific competition on tree growth. *Forest Ecology and Management* 310: 275–288 (2013)

doi: 10.1016/j.foreco.2013.08.014

Foto

Metz J.

Moderate Störungen fördern die Vielfalt von Moosen und einjährigen Pflanzen im Grünland

Im Grünland gelten der Theorie nach moderate Störungen, die kleine Lücken in der Vegetation verursachen (z. B. leichte Trittschäden durch Weidevieh oder Maulwürfe), als förderlich für die Vielfalt von Pflanzen. Man nimmt an, dass kleine Arten, die normalerweise von schnellwüchsigen verdrängt werden, diese Lücken besiedeln. Zu häufige und zu starke Störungen könnten allerdings wiederum kontraproduktiv sein.

In 86 Grünlandflächen der Regionen Schorfheide-Chorin und Hainich-Dün untersuchten wir die Pflanzen und Moose auf 4 gleich großen Flächen. 3 dieser Flächen störten wir ein Jahr vor der Untersuchung in 3 unterschiedlichen Intensitäten (wenig, mittel, stark) mit einem 12 cm breiten Bodenbohrer.

Unsere experimentellen Störungen hatten in allen Nutzungstypen einen positiven Effekt auf die Artenzahlen der einjährigen Pflanzenarten, die auf offene Bodenstellen für die Keimung angewiesen sind. Moose profitierten von Vegetationslücken, sprich offenen Bodenstellen. Überstieg der von uns gestörte offene Boden jedoch einen Wert von 12 % der untersuchten Fläche, sank die Anzahl der Moose wieder. Dieses Ergebnis zeigt, dass konkurrenzschwache Arten, wie einjährige Pflanzen und Moose, die bei zu dichter Vegetation verdrängt werden, von moderaten Störungen profitieren. Dies bestätigt somit auch die Theorie der höchsten Artenzahlen bei mittleren Störungsintensitäten.

In der Praxis könnten moderate Störungen des Bodens und der auf der Bodenoberfläche befindlichen Streuschicht, z. B. durch Striegeln, einen Beitrag zur Förderung der Diversität von einjährigen Arten und Moosen liefern. Da es jedoch für viele Pflanzenarten schwierig ist, die oft abgelegenen und isolierten Flächen durch

Samenausbreitung zu erreichen, wäre eine mit Störung kombinierte Einsaat einheimischer Arten in vielen Fällen ratsam. Dies wird nun in einem grösser angelegten Störungs- und Einsaatexperiment auf den Grünlandflächen getestet.



Autoren

Müller J., Heinze J., Joshi J., Boch S., Klaus V. H., Fischer M., Prati D.

Erschienen als

Influence of experimental soil disturbances on the diversity of plants in agricultural grasslands. *Journal of Plant Ecology* 7: 509–517 (2014)

doi: 10.1093/jpe/rtt062

Foto

Müller J.

Mehr Moose durch mehr Totholz in Wäldern

In Mitteleuropa ist ein Großteil der Wälder bewirtschaftet, in Deutschland sind es mehr als 95 % der Waldfläche. Nur ein geringer Prozentsatz der Wälder wurde aus der Nutzung ausgenommen, um den Anteil von Wildnisgebieten und Flächen mit einer natürlichen Walddynamik zu erhöhen. Aufgrund der jahrhundertelangen Holznutzung gibt es in deutschen Wäldern jedoch nur wenige extrem alte Bäume, und der Totholzanteil ist generell relativ gering. Totholz ist aber ein wichtiger Lebensraum für teilweise sehr spezialisierte Arten aus unterschiedlichen Organismengruppen, wie Pilze, Käfer oder Moose.

Mit dem Ziel, herauszufinden, ob sich unterschiedlich genutzte Wälder in ihrer Totholzmenge unterscheiden und ob sich dies auf die Anzahl der totholzbewohnenden Moose auswirkt, erfassten und vermaßen wir 800 Totholzstücke auf 30 Untersuchungsflächen (10 pro Region) und notierten die darauf wachsenden Moose.

Entgegen unserer Erwartung fanden wir die geringsten Totholz-mengen in den ungenutzten Wäldern (nur 10 m³/ha), mittlere Mengen in genutzten Laubwäldern (15 m³/ha) und die höchsten Werte in genutzten Nadelwäldern (25 m³/ha). Die hohen Totholz-mengen in genutzten Wäldern sind vorwiegend auf Kronenreste zurückzuführen, die bei der Durchforstung liegen geblieben sind. Je höher die Totholzmenge, desto höher war die Anzahl der totholzbewohnenden Moosarten: Wir fanden im Durchschnitt 7 Arten in ungenutzten Wäldern, 10 in genutzten Laubwäldern und 16 in genutzten Nadelwäldern. Verglichen mit Totholz anderer Baumarten wuchsen auf jenem von Fichte und Eiche die meisten Moosarten und eine höhere Anzahl an spezialisierten und seltenen Arten.

Die Ergebnisse zeigen einen generellen Mangel an Totholz in allen

Wäldern. Aus ökologischer Sicht ist daher die aktive Erhöhung der Totholz-mengen in Wäldern erstrebenswert, z. B. durch Ringeln einiger Bäume in den Beständen. Davon würden nicht nur die Vielfalt der Moose profitieren, sondern auch andere totholzbewohnende Organismen.



Autoren

Müller J., Boch S., Blaser S., Fischer M., Prati D.

Erschienen als

Effects of forest management on bryophyte communities on deadwood. *Nova Hedwigia* 100: 423–438 (2015)

doi: 10.1127/nova_hedwigia/2015/0242

Foto

Mai I.

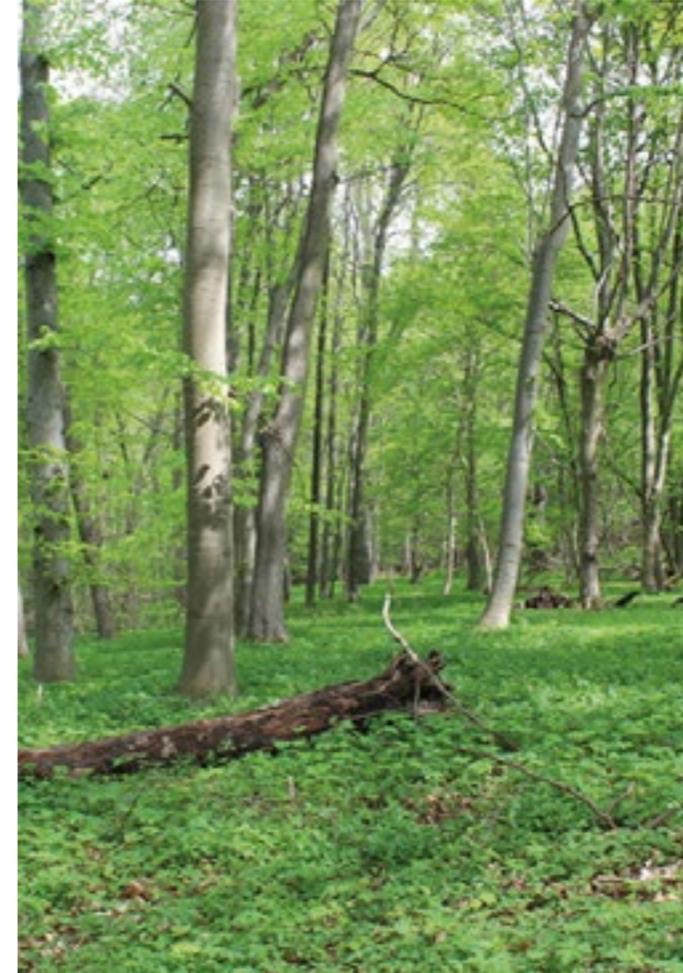
Welchen Einfluss hat die Waldbewirtschaftung auf die im Erbgut von Rotbuchen verankerten genetischen Merkmale?

Die Bewahrung der genetischen Vielfalt ist ein essenzieller Bestandteil der nachhaltigen Waldbewirtschaftung. Nur durch eine hohe Variabilität kann die Anpassungsfähigkeit eines Bestandes an sich verändernde Umweltfaktoren gewährleistet werden. Verschiedene menschliche Einflüsse wie eine intensive Waldbewirtschaftung oder der Klimawandel lassen einen negativen Effekt auf die genetische Variation von Arten vermuten und belasten weniger robuste Arten in einem Ökosystem.

Ziel dieser Studie war es, den Einfluss der Waldbewirtschaftung auf die genetische Vielfalt der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) in verschiedenen Habitaten zu untersuchen.

Insgesamt wurden dazu 30 Buchenbestände mit unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität in den 3 Regionen Schorfheide-Chorin, Hainich-Dün und Schwäbische Alb auf ihre genetische Verschiedenheit mithilfe einer molekularbiologischen Methode untersucht. Hierbei wurden bestimmte, sich individuell oft wiederholende Bereiche im Erbgut jeder beprobten Buche, sogenannte Mikrosatelliten, charakterisiert und jeweils miteinander verglichen.

Wir konnten die Bestände der 3 Regionen genetisch voneinander unterscheiden. Die Waldbewirtschaftung hatte keinen Einfluss auf die genetische Diversität, reduzierte aber den Verwandtschaftsgrad der Bäume innerhalb der Bestände. Es wurde für alle Bestände eine hohe genetische Variation, also eine hohe Diversität ermittelt. Die Buchenbestände waren demnach genetisch sehr robust gegenüber menschlichen Waldbewirtschaftungsformen.



Autoren

Rajendra K. C., Seifert S., Prinz K., Gailing O., Finkeldey R.

Erschienen als

Subtle human impacts on neutral genetic diversity and spatial patterns of genetic variation in European beech (*Fagus sylvatica*). *Forest Ecology and Management* 319: 138–149 (2014)

doi: 10.1016/j.foreco.2014.02.003

Foto

Pommer U.

Identifizierung von Merkmalen im Erbgut von Rotbuchen, die potenziell an dem Austrieb der Blätter beteiligt sind

Die Rotbuche ist eine der wichtigsten Laubbaumarten Mitteleuropas. Bei Buchen könnten zukünftig höhere jährliche Temperaturen bedingt durch den Klimawandel zu einem früheren Blattaustrieb im Frühjahr und/oder einem verspäteten Blattsterben im Herbst führen. Da ein früherer Blattaustrieb ein erhöhtes Risiko bei Spätfrost darstellt, könnten anpassungsrelevante Merkmale wie das Austriebverhalten, welche im Erbgut der Pflanzen verankert sind, zukünftig an Bedeutung gewinnen.

Ziel dieser Studie war es, Variationen in Genen verschiedener Buchen zu finden, die möglicherweise einen Einfluss auf das Austriebverhalten dieser Baumart haben.

In der Studie wurden sogenannte Kandidatengene im Erbgut von 24 Buchen aus 5 verschiedenen Regionen in Deutschland untersucht. Bei Kandidatengenen handelt es sich um bestimmte DNA-Abschnitte (Gene), die wahrscheinlich einen Einfluss auf verschiedene Merkmale, wie z. B. den Blattaustrieb haben.

Insgesamt wurden Abschnitte von 10 verschiedenen Genen analysiert und dabei 116 Merkmale (sogenannte SNPs) gefunden, die sich zwischen den untersuchten Buchen unterscheiden. Anhand dieser Merkmale lassen sich demnach genetische Unterschiede zwischen verschiedenen Buchen aufdecken. Um zu testen, ob diese Merkmale in ausreichender Häufigkeit auftreten, wurden 56 SNPs ausgewählt und in weiteren 100 Rotbuchen aus einer Population in einem Gebiet getestet. Es zeigte sich, dass ein Set von 46 SNPs für weitere genetische Untersuchungen an der Rotbuche geeignet war.

Da die identifizierten SNPs in DNA-Abschnitten liegen, die potenziell Einfluss auf den Blattaustrieb haben, kann in weiteren Studien

getestet werden, ob sich die SNPs zwischen früh- und spätaustreibenden Rotbuchen unterscheiden.

Evolutionäre Anpassungsfähigkeit z.B. an sich ändernde Umweltbedingungen erfordert genetische Variation. Beim Test des SNP-Sets zeigte sich, dass die Rotbuche eine hohe genetische Variation aufweist, die somit eine gute Grundlage für eine Anpassung an den Klimawandel darstellt.



Autoren

Müller M., Seifert S., Finkeldey R.

Erschienen als

Identification of SNPs in candidate genes potentially involved in bud burst in European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Silvae Genetica* 64: 1–20 (2015)

doi: 10.1515/sg-2015-0001

Foto

Müller M.



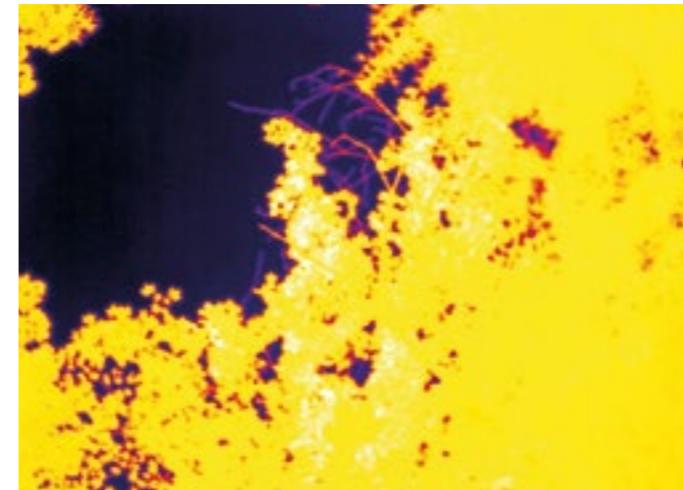
Wärmebildfotografie – eine Alternative zur optischen Fotografie in der Forstwirtschaft?

Für das Waldmonitoring ist es von großer Bedeutung Änderungen des Kronenschlussgrades zu beschreiben. Dieses setzt ein standardisiertes Verfahren voraus. Derzeit ist die optisch-hemisphärische Fotografie die meistverbreitete Methode zur Schätzung der Baumkronenbedeckung in der Forstwirtschaft. Doch Aspekte wie Belichtung, Beleuchtungsbedingungen und Schwellenwertdefinition stellen eine Herausforderung in der optischen Fotografie dar.

Inhalt unserer Studie ist der Einsatz einer Wärmebildkamera (thermal-hemisphärische Fotografie) für forstliche Fragestellungen. Diese Methode nutzt die großen Temperaturunterschiede zwischen „Himmel“ mit Temperaturen deutlich unter 0°C und „Vegetation“ (Nicht-Himmel) mit Temperaturen nahe der Lufttemperatur. Durch diesen Unterschied kann das Bild einfach in ein Schwarz-Weiß-Bild umgewandelt werden. Aufgrund der eindeutigen Trennung von „Himmel“- und „Nicht-Himmel“-Pixeln im Wärmebild wird ein globaler Schwellenwert von 0°C definiert.

Im Rahmen der Studie wurden 12 Kronenfotos mit unterschiedlichen Kronenbedeckungen mit einer Wärmebildkamera und einer Digitalkamera gemacht und verglichen.

Wir konnten zeigen, dass der Einsatz thermaler Fotografie als standardisiertes Verfahren möglich ist. Die Genauigkeit der Methode ist im direkten Vergleich von thermischen und optischen Bildpaaren annähernd gleich. Anzumerken sind jedoch der große Preisunterschied und die geringere Auflösung. Verfügbare mobile Wärmebildkameras mit HD Auflösung liegen preislich bei über 10.000€. Im Vergleich dazu kostet eine Digitalkamera in etwa 1.000€ und bietet gleichzeitig die höhere Auflösung. Daher ist die Praxisrelevanz von Wärmebildkameras in der Forstwirtschaft individuell einzuschätzen.



Autoren

Nölke N., Beckschäfer P., Kleinn C.

Erschienen als

Thermal canopy photography in forestry – an alternative to optical cover photography. iForest 8: 1–5 (2014)

doi: 10.3832/ifor1129-007

Foto

Nölke N.

Forstliche Bewirtschaftung und Biodiversität

Vor dem Hintergrund einer Biodiversitätsstrategie der Bundesregierung, die 5 % des Waldes stillzulegen beabsichtigt, wollten wir wissen, ob es für dieses Ziel fachliche Gründe gibt. Daher untersuchten wir, ob Bewirtschaftung schädlich ist, und welche Form der Bewirtschaftung Biodiversität fördert oder ihr schadet. Die Arbeit zu dieser Publikation beruht auf umfangreichen Stichprobeninventuren in Deutschland und in Rumänien.

Wir fanden heraus, dass die „Cut and leave“-Methode zu besonders hoher Diversität führt. Das bedeutet eine Bewirtschaftung mit Kahlschlag und freier Sukzession oder Pflanzung ohne Durchforstung bis zur nächsten Ernte. Sie wird in Rumänien durchgeführt. Sie ist zwar wirtschaftlich, liefert aber nur die Hälfte des Holztrages verglichen mit Deutschland. Bewirtschaftete Wälder sind in sowohl Deutschland als auch in Rumänien artenreicher als unbewirtschaftete Wälder.

Es zeigt sich, dass im Wald die Bewirtschaftung die Biodiversität verschiedener Artengruppen eher fördert als ihr schadet und dass Wirtschaftswald artenreicher als „Naturschutzwald“ ist. Damit gibt es keinen fachlichen Grund für die geplanten Flächenstilllegungen.



Autoren

Schulze E.-D., Bouriaud L., Bussler H., Gossner M. M., Walentowski H., Hessenmöller D., Bouriaud O., Gadow v. K.

Erschienen als

Opinion Paper: Forest management and biodiversity. *Web Ecology* 14: 3–10 (2014)

doi: 10.5194/we-14-3-2014

Foto

Mai I.

Effizientere Kronenraum-N-Rückhaltung in höher diversen mitteleuropäischen Wäldern

Atmosphärische Einträge von Stickstoff (N) in Waldböden führen zu Nitratauswaschung, Bodenversauerung und einer Reduktion der Biodiversität. Sie gefährden somit langfristig die Dienstleistungen von Wäldern.

Wir versuchen, zu klären, ob eine größere Pflanzendiversität dazu beiträgt, atmosphärische N-Einträge in den Boden durch eine Rückhaltung im Kronenraum zu reduzieren.

Über den Zeitraum einer Vegetationsperiode wurden N-Flüsse mit dem Regen, dem Bestandsniederschlag und dem Stammabfluss in 27 Wäldern (3 Kiefern-, 6 Fichten-, 18 Buchenwälder) in den 3 Gebieten erfasst. Die trockene N-Deposition wurde anhand der Kronenraumbilanz eines inerten Tracers (Stoff ohne Kronenraumaufnahme bzw. -freisetzung) abgeschätzt. Für die Waldkronen wurden N-Bilanzen (Austrag - Eintrag) berechnet und in Bezug zur Diversität von Bäumen und Sträuchern gesetzt.

Die nasse N-Deposition war in allen Regionen trotz erheblicher Unterschiede in Niederschlagsmengen ähnlich. Die trockene Deposition war in Nadelwäldern aufgrund einer ausgeprägteren Auskämmung von Staub und Gasen aus der Luft infolge der größeren Kronenoberfläche höher als in Laubwäldern. Die N-Flüsse waren unterhalb der Krone geringer als der atmosphärische Eintrag und die Reduktion des N-Flusses war in Nadelwäldern ausgeprägter als in Buchenwäldern. Die Rückhaltung atmosphärischer N-Einträge in den Waldkronen korrelierte mit der Diversität von Bäumen und Sträuchern, nicht jedoch mit der Basalfläche (stellvertretend für Waldbiomasse). Vor allem in Wäldern mit einer diversen Strauchschicht war die Kronenraumaufnahme von N von Bedeutung.

Die Hauptbaumart beeinflusst maßgeblich die N-Deposition in Wäldern. Die Förderung mehrschichtiger Waldkronen und einer diversen Strauchschicht kann dazu beitragen, die negativen Auswirkungen direkter atmosphärischer N-Einträge in Waldböden zu entschärfen.



Autoren

Schwarz M. T., Bischoff S., Blaser S., Boch S., Schmitt B., Thieme L., Fischer M., Michalzik B., Schulze E.-D., Siemens J., Wilcke W.

Erschienen als

More efficient aboveground nitrogen use in more diverse Central European forest canopies. *Forest Ecology and Management* 313: 274–282 (2014)

doi: 10.1016/j.foreco.2013.11.021

Foto

Schwarz M. T.

Düngung, Mahd und Beweidung beeinflussen die Diversität von Pflanzen im Grasland, eine Untersuchung auf 1.500 Grasland-Flächen

Der Einfluss unterschiedlicher Graslandnutzung auf den Artenreichtum und die Zusammensetzung der Pflanzen (Kräuter, Hülsenfrüchtler und Gräser) wurde bisher nur regional oder nur mit wenigen Landnutzungstypen untersucht.

Hier zeigen wir die Effekte von Verbrachung, Düngung, Mahd und Beweidung durch unterschiedliche Tiere auf Artenreichtum und Zusammensetzung der Pflanzen auf 1.514 Graslandflächen in den 3 Exploratorien.

Hierfür erfassten wir mittels Vegetationsaufnahmen auf einer Fläche von 4x4 m die Anzahl an Pflanzen (Artenzahl) und die Häufigkeit jeder Art. Zusätzlich bezogen wir standortbedingte Umweltfaktoren wie Bodentypen und topographische Daten mit ein.

Gedüngte Graslandflächen hatten eine reduzierte Artendiversität (15 % weniger Arten auf gedüngten Flächen von 16 m²) und veränderte Zusammensetzung (3 % weniger Kräuter) im Vergleich zu den anderen Nutzungsformen. Die Effekte der Beweidung waren am zweitgrößten und die der Mahd am kleinsten. Mahd mit mittlerer Intensität (2 Schnitte pro Jahr) und Schafbeweidung erhöhten die Artenzahl (27 % mehr), während Rinderbeweidung die Artenzahl verringerte (Rückgang um 42 %). Die Wechselwirkungen zwischen den Landnutzungskomponenten (Verbrachung, Düngung, Mahd und Beweidung) und die regionalen Kontexte hatten einen Einfluss auf diese allgemeinen Muster: Bei den 3 Regionen gab es deutliche Unterschiede zwischen den Landnutzungstypen. Die Unterschiede zeigten sich zum einen in der Deutlichkeit der Ausprägung, zum anderen manchmal sogar in der Richtung (Zunahme oder Abnahme von Diversität).

Diese Studie zeigt, wie wichtig es ist, verschiedene Regionen miteinander zu vergleichen und viele Untersuchungsflächen einzubeziehen, um verlässliche Aussagen über Beziehungen zwischen Landnutzung und Artendiversität machen zu können. Zusammenfassend ist also große Vorsicht geboten, wenn Ergebnisse und Nutzungsempfehlungen über Regionen hinweg verallgemeinert werden sollen.



Autoren

Socher S. A., Prati D., Boch S., Müller J., Baumbach H., Gockel S., Hemp A., Schöning I., Wells K., Buscot F., Kalko E. K. V., Linsenmair K. E., Schulze E.-D., Weisser W. W., Fischer M.

Erschienen als

Interacting effects of fertilization, mowing and grazing on plant species diversity of 1500 grasslands in Germany differ between regions. *Basic and Applied Ecology* 14: 126–136 (2013)

doi: 10.1016/j.baae.2012.12.003

Foto

Klaus V. H.

Der Einfluss wurzelfressender Insektenlarven auf das Zusammenspiel von Pflanzen mit ober- und unterirdisch lebenden Organismen wird durch die Landnutzungsintensität verändert

Die Schädigung der Pflanzenwurzel durch wurzelfressende Bodenorganismen (Wurzelherbivorie), wie Käferlarven, kann das Wachstum und die chemische Zusammensetzung der gesamten Pflanze verändern und sich dadurch auf die Wechselwirkungen der Pflanze mit anderen Organismen auswirken.

Diese Studie testete, ob die Auswirkungen von Umweltfaktoren, wie z. B. der Landnutzungsintensität, abhängen.

Dazu wurden Spitzwegerichpflanzen (*Plantago lanceolata*) mit wurzelfressenden Schnellkäferlarven (*Agriotes* spp.) in ihrem Wurzelraum und ohne in verschiedenen Grünlandflächen der Hainich-Dün Region etabliert.

Wir konnten zeigen, dass die Auswirkung der Wurzelherbivorie auf die Interaktionen des Spitzwegerichs mit symbiontisch lebenden Wurzelpilzen (arbuskuläre Mykorrhiza) und blattfressenden Insekten von der Landnutzungsintensität der Flächen beeinflusst wird. Bei geringer Beweidung erhöhte die Wurzelherbivorie die Kolonisierung der Wurzel durch Mykorrhizapilze, bei hoher Beweidung jedoch war eine geringere Pilzkolonisierung festzustellen. Der Blattschaden, verursacht durch blattfressende Insekten, war bei gleichzeitiger Wurzelherbivorie grundsätzlich erhöht, sank jedoch mit steigender Mahdanzahl. Wir konnten somit zeigen, dass sich der Netto-Einfluss der Wurzelherbivorie auf die Pflanzengesundheit auf unterschiedlich intensiv genutzten Grünländern unterscheidet.



Autoren

Sonnemann I., Buchholz Y., Rautenberg D., Wurst S.

Erschienen als

Land use intensity modulates the impact of root herbivores on plant interactions with above- and below-ground organisms. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 219: 26–31 (2016)

doi: 10.1016/j.agee.2015.12.003

Foto

Heinze J.

Wurzelfressende Insektenlarven gehen Verbindungen mit großen, schnellwachsenden Pflanzen ein

Es ist bekannt, dass eine ungleichmäßige Verteilung wurzelfressender Insektenlarven in einer Grünlandfläche die lokale Pflanzenvielfalt erhöhen kann, da sie Bereiche unterschiedlichen Fraßdrucks erzeugt. Da Pflanzen unterschiedlich tolerant auf diese sogenannte Wurzelherbivorie reagieren, können bestimmte Pflanzenarten bevorzugt wachsen. Es ist weitgehend unbekannt, welche Faktoren die kleinräumige Verteilung wurzelfressender Insektenlarven beeinflussen.

In dieser Studie wurden Vegetations- und Bodencharakteristika sowie die Anzahl wurzelfressender Insektenlarven jeweils an mehreren Stellen innerhalb verschiedener Grünlandflächen bestimmt.

Die Studie zeigte, dass Schnellkäferlarven (Familie Elateridae), die an vielen unterschiedlichen Wirtspflanzen fressen, mit einem Anteil von 43 % die zahlreichsten wurzelfressenden Insektenlarven in den untersuchten Grünländern sind. Wurzelfressende Insektenlarven waren innerhalb der Grünlandflächen am zahlreichsten in Bereichen, in denen Pflanzen mit hoher Wachstumsrate und Biomasse wuchsen; vermutlich, weil dort die Verfügbarkeit verwertbarer Wurzeln am höchsten ist. Die Anzahl wurzelfressender Insektenlarven wurde nicht vom pflanzlichen Deckungsgrad, der Anzahl der Pflanzenarten und des Bodenwassergehaltes beeinflusst.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass der Zusammenschluss wurzelfressender Insektenlarven mit großen, schnellwachsenden Pflanzen deren Dominanz verhindern und damit die Pflanzenvielfalt fördern kann.



Autoren

Sonnemann I., Pfestorf H., Jeltsch F., Wurst S.

Erschienen als

Community-weighted mean plant traits predict small scale Distribution of insect root herbivore abundance. PLoS ONE 10: e0141148 (2015)

doi: 10.1371/journal.pone.0141148

Foto

Müller J.

Horizontale Wanderung von Schnellkäferlarven wird durch die lokale Nahrungsverfügbarkeit bestimmt

Bodentiere müssen ihr Nahrungssuchverhalten dem Umstand anpassen, dass die Fortbewegung im Boden sehr energieaufwendig ist. Man geht daher davon aus, dass sich die Tiere nur dann fortbewegen, wenn das Nahrungsangebot in ihrer Umgebung zu gering ist.

Um diese Annahme in einem Gewächshausversuch zu testen, etablierten wir Wurzeldichtegradienten des Wolligen Honiggrases (*Holcus lanatus*) in rechteckigen Pflanz-Containern und platzierten wurzelfressende Schnellkäferlarven (*Agriotes* spp.) in die unterschiedlichen Bereiche dieses Gradienten.

In Übereinstimmung mit unserer Hypothese bewegten sich die Larven nur dann fort, wenn sie in Bereiche mit geringer Wurzeldichte platziert wurden. Aus Bereichen mit hoher Wurzeldichte wanderten sie hingegen nicht aus.

Dieses Verhalten ist relevant für Garten- und Feldanbaupraktiken, die Nutzpflanzen durch den Anbau von Köderpflanzen vor Schadorganismen schützen. Um schädliche Bodenorganismen zu ködern, sollten die Köderpflanzen rechtzeitig vor den Nutzpflanzen gepflanzt werden, damit sich ein effektiver Wurzeldichtegradient ausbildet.



Autoren

Sonnemann I., Grunz S., Wurst S.

Erschienen als

Horizontal migration of click beetle (*Agriotes* spp.) larvae depends on food availability. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 150: 174–178 (2014)

doi: 10.1111/eea.12150

Foto

Sonnemann I.

Veränderungen des Bodens durch wurzelfressende Insektenlarven beeinflussen die Produktivität einer Grünland-Pflanzengemeinschaft und bestimmen die Auswirkung erneuten Wurzelbefalls

Wurzelfressende Insektenlarven verändern durch ihre Bodenaktivität die Zusammensetzung der lokalen Bodenmikroorganismen. Dies kann über Veränderungen der Wurzelausscheidungen oder Bodenbelüftung durch Grabaktivitäten erfolgen. Der geprägte Boden kann über einen längeren Zeitraum bestehen bleiben und das Pflanzenwachstum in der nächsten Vegetationsperiode beeinflussen, selbst wenn die Insektenlarven nicht mehr anwesend sind.

Diese Studie testete, ob die Pflanzen durch die Bodenprägung anders auf einen erneuten Wurzelbefall reagieren.

Dazu wurde eine Grünland-Pflanzengemeinschaft (6 Arten) im Gewächshaus entweder mit oder ohne Schnellkäferlarven angezogen. So wurden 2 Bodentypen generiert (einer durch Wurzelfresser geprägt und der andere nicht). In diesen Böden wurden die Pflanzen erneut angezogen, um die nächste Vegetationsperiode nachzustellen; wieder mit und ohne Larven im Wurzelraum.

Von den 3 Pflanzenarten, die von der Anwesenheit der Insektenlarven betroffen waren, reagierten 2 weniger stark, wenn sie in Boden wuchsen, der schon durch die Wurzelfresser geprägt war: Während sich die oberirdische Biomasse des Spitzwegerichs durch die Anwesenheit der Wurzelfresser grundsätzlich verringerte, war dies für Weißklee nur im ungeprägten Boden der Fall. Nur die Schafgarbe profitierte im ungeprägten Boden mit einer erhöhten Biomasse von den Verlusten der anderen Pflanzenarten. Insgesamt bildeten Pflanzengemeinschaften, die im geprägten Boden wuchsen, 7% mehr oberirdische Biomasse im Vergleich zu ungeprägtem Boden. Die aktuelle Anwesenheit der wurzelfressenden Insektenlarven hatte hingegen keinen Einfluss auf die Produktivität der Pflanzengemeinschaft als Ganzes.

Wurzelfresser können also nicht über ihre aktuelle Anwesenheit sondern über ihren Beitrag zur Bodenprägung die Produktivität einer Pflanzengemeinschaft erhöhen. Es ist bemerkenswert, dass die Bodenprägung auf die Pflanzen einen stärkeren Einfluss haben kann als die aktuelle Präsenz von Wurzelfresser.



Autoren

Sonnemann I., Hempel S., Beutel M., Hanauer N., Reidinger S., Wurst S.

Erschienen als

The root herbivore history of the soil affects the productivity of a grassland plant community and determines plant response to new root herbivore attack. PLoS ONE 8: e56524. (2013)

doi: 10.1371/journal.pone.0056524

Foto

Sonnemann I.

Landnutzung bewirkt Evolution: Veränderungen beim Süßgras „Weiche Trespe“

Die Intensivierung der Landwirtschaft schafft veränderte Bedingungen innerhalb des Ökosystems. Im Grünland erfolgt Nutzungsintensivierung z. B. durch eine häufigere Mahd, stärkere Düngung oder eine intensivere Beweidung. Dies kann zum Rückgang von Arten und zum Verlust an biologischer Vielfalt führen. Sollten Arten aber in der Lage sein, sich an die veränderten Bedingungen evolutionär anzupassen, so könnte das diesen negativen Auswirkungen entgegenwirken. Evolutionäre Veränderungen können schon innerhalb weniger Generationen auftreten. Bei Grünlandpflanzen kann das z. B. eine Veränderung der Wuchshöhe oder des Blühzeitpunkts sein. Die Weiche Trespe (*Bromus hordeaceus*) ist ein typisches einjähriges Gras des Grünlands.

Anhand dieser Pflanzenart haben wir untersucht, ob intensivierte Düngung, Mahd und Beweidung zu einer evolutionären Anpassung führen können.

Aus den Samen der Weichen Trespe von 51 Wiesen und Weiden aus den 3 Regionen zogen wir Pflanzen im Versuchsgarten auf. So war es uns möglich, Pflanzen von unterschiedlichen Flächen zu vergleichen und genetische Unterschiede, die sich in äußeren Merkmalen zeigen, zu erfassen.

Unsere Experimente offenbarten eine deutliche genetische Differenzierung der Pflanzen, wobei insbesondere der Zeitpunkt der Mahd oder Beweidung einen starken Einfluss hatte. Pflanzen von Flächen mit früher Mahd/Beweidung blühten spät und Pflanzen von Flächen mit später Mahd/Beweidung blühten früh im Jahr.

Diese Resultate zeigen, dass eine intensivere Nutzung des Grünlandes evolutionäre Auswirkungen auf die beteiligten Pflanzenarten

haben kann. Dabei lag der Blühzeitpunkt der Pflanzen von früh zu spät bewirtschafteten Flächen bis zu 8 Wochen auseinander. Wenn Pflanzen auf unterschiedlich bewirtschafteten Flächen zu unterschiedlichen Zeiten blühen, senkt das die Wahrscheinlichkeit, dass diese Pflanzen sich kreuzen. Das kann dazu führen, dass sich Pflanzen verschiedener Flächen auch in anderen Merkmalen weiter auseinander entwickeln.



Autoren

Völler E., Bossdorf O., Auge H., Prati D.

Erschienen als

Land use causes genetic differentiation of life-history traits in *Bromus hordeaceus*. *Global Change Biology* 19: 892–899 (2013)

doi: 10.1111/gcb.12087

Foto

Völler E.

Die Reaktion von Grünlandpflanzengemeinschaften auf die Aufgabe der Weidetierhaltung

Das Aufgeben traditioneller Landnutzungsformen wie Weidetierhaltung gilt als einer der wichtigsten Gründe für Diversitätsverluste in halb-natürlichen Grünlandpflanzengemeinschaften in den vergangenen Jahrzehnten. Trotz zahlreicher Studien zu den Folgen von Beweidungsaufgabe bleibt es schwierig, vorauszusagen, wie und wie schnell sich Diversität und Trait-Zusammensetzungen ändern.

Wir untersuchten daher, wie die Faktoren Nährstoffverfügbarkeit, Beweidungsintensität und regionale Isolation (Sameneintrag) auf die Veränderungen von Pflanzengemeinschaften (Diversität, Produktivität, funktionelle Zusammensetzung) nach Beweidungsaufgabe reagieren. Außerdem gingen wir der Frage nach, wie schnell Veränderungen stattfinden und ob die Fähigkeit von Artengemeinschaften, Veränderungen zu widerstehen, abhängig von Produktivität und Artenreichtum ist.

In einem Experiment mit einem etablierten Simulationsmodell für Grünlandpflanzengemeinschaften untersuchten wir Vegetationsveränderungen über einen Zeitraum von 100 Jahren nach Beweidungsaufgabe in 24 Szenarien: 2 Nährstofflevel x 3 Beweidungsintensitäten vor Nutzungsaufgabe x 4 Varianten von regionaler Isolation/Sameneintrag.

In nahezu allen Szenarien nahm die Diversität über einen langen Zeitraum ab. Pflanzentypen mit großer Höhe und weiter vegetativer Ausbreitung nahmen zu, wohingegen Rosettenpflanzen und stress-tolerierende Typen abnahmen. In nährstoffreichen Gemeinschaften dauerten die Änderungen in der Zusammensetzung ca. 10 bis 20 Jahre, unter nährstoffarmen Bedingungen 30 bis 40 Jahre.

Die Ergebnisse der Untersuchungen bestätigen die Bedrohung von

Diversität durch Landnutzungsänderung bzw. -aufgabe und die Annahme, dass nährstoffarme Systeme resistenter gegen Änderungen sind. Allerdings sind artenreiche Gemeinschaften nicht per se resistenter gegen Veränderungen als artenarme.



Autoren

Weiss L., Jeltsch F.

Erschienen als

The response of simulated grassland communities to the cessation of grazing. *Ecological Modelling* 303: 1–11 (2015)

doi: 10.1016/j.ecolmodel.2015.02.002

Foto

Schumacher U.



Funktionelle Eigenschaften von Pflanzengemeinschaften zeigen den Effekt der Landnutzung auf die Pflanzendiversität im Grünland

Um Bedrohungen für die Diversität rechtzeitig zu erkennen und ihnen entgegenwirken zu können, ist es nötig, den Fokus im Biodiversitäts-Monitoring auf die Vorhersage der lokalen Dynamik von Pflanzengesellschaften zu legen. Klassisches Monitoring von Diversität und Arten von übernationaler Bedeutung allein ist nicht geeignet, Veränderungen in der Zusammensetzung von Pflanzengemeinschaften zu erfassen.

Uns stellten sich die Fragen: Können funktionelle Eigenschaften (Traits) von Pflanzengemeinschaften helfen, durch intensive Landnutzung verursachte Veränderungen in der Artenzusammensetzung schneller zu erfassen? Welche Pflanzeigenschaften eignen sich dazu am besten?

Aus Vegetationsaufnahmen und unter Verwendung von öffentlich zugänglichen Online-Datenbanken berechneten wir mittlere Werte von 12 funktionellen Pflanzenmerkmalen für 150 verschiedene Grünlandgemeinschaften. Wir quantifizierten die Effekte von 6 Maßen der Landnutzungsintensität auf diese Indikatoren sowie auf die Diversität. Zudem untersuchten wir den Zusammenhang zwischen Indikatoren und Artenvielfalt.

Die Landnutzungsintensität beeinflusst die funktionelle Artenzusammensetzung gleichermaßen oder stärker als die Artenvielfalt.

Diese Pflanzeigenschaften eignen sich besonders als Indikatoren für die Erfassung von Änderungen in der Zusammensetzung von Pflanzengemeinschaften: spezifische Blattfläche, Verhältnis von feuchter zu trockener Blattmasse, reproduktive Pflanzenhöhe und Wuchsform und Blühbeginn.

Die zusätzliche Anwendung dieser Indikatoren ermöglicht sowohl eine frühere Erfassung von Änderungen als auch Rückschlüsse auf die Ursachen dieser und damit auf geeignete Managementmaßnahmen.



Autoren

Pfstorf H., Weiss L., Müller J., Boch S., Socher S., Prati D., Schöning I., Weisser W., Fischer M., Jeltsch F.

Erschienen als

Community mean traits as additional indicators to monitor effects of land-use intensity on grassland plant diversity. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 15: 1–11 (2013)

doi: 10.1016/j.ppees.2012.10.003

Foto

Mai I.

Pilze

Artikel

Landnutzung und Effekt des Nachbarn auf die Zusammensetzung der Wurzelpilzgemeinschaft [S.204](#)

Wandel der Pilzartenzusammensetzung während der Totholzersetzung von Buche, Fichte und Kiefer und die daraus resultierende Veränderung der Totholzeigenschaften während des Abbauprozesses [S.206](#)

Untersuchung von pilzlichen Enzymen für den Holzabbau in Buchen-, Fichten- und Kiefern-totholz sowie deren Beziehungen zu den Holzeigenschaften [S.208](#)

Landnutzungsintensität und die Identität der Wirtspflanze beeinflussen Pilzgemeinschaften in den Wurzeln von Graslandpflanzen interaktiv [S.210](#)

Netzwerkanalyse offenbart ökologische Abhängigkeiten zwischen stickstofffixierenden Bakterien und Totholzpilzen [S.212](#)

Veränderungen innerhalb eines Landnutzungstyps beeinflussen die mikrobielle Diversität und Artenzusammensetzung in Wald-ökosystemen [S.214](#)

Diversität von Protisten im Totholz: Eine molekularbiologische Untersuchung von Schleimpilzen [S.216](#)

Die Verlinkung von holzzersetzenden Pilzen mit Ökosystemfunktionen und -prozessen in zentraleuropäischen Wäldern [S.218](#)

Sind Korrelationen zwischen der Artengemeinschaft von holzzersetzenden Pilzen, Holzeigenschaften und Holzenzymen stabil entlang eines großskalierten Landschaftsgradienten? [S.220](#)

Maßgebende Faktoren der CO₂-Emissionsraten von Totholzstämmen unterschiedlicher Baumarten zu Beginn des Zersetzungsprozesses [S.222](#)

Weitverbreitetes Vorkommen von extrazellulären pilzlichen Enzymen in Wäldern [S.224](#)

Pilzbiomasse und extrazelluläre Enzymaktivität im Totholz von 13 Baumarten in der frühen Zersetzungsphase [S.226](#)

Pilznetzwerke bei der Zersetzung von Blattstreu [S.228](#)

Räumliche Verteilung von Mykorrhizapilzen in Buchenreinständen: Welche Rolle spielt der einzelne Wirtsbaum? [S.230](#)

Artenreichtum und funktionelle Merkmale von Mykorrhizagesellschaften in verschiedenen Regionen und Waldarten [S.232](#)

Die Pilzarten und Pilzartengemeinschaften im Totholz unterschiedlich bewirtschafteter Buchenwälder [S.234](#)

Einfluss verschiedener Böden auf die Stickstoffaufnahme und Struktur von symbiontischen Wurzelpilzen bei jungen Buchen [S.236](#)

Landnutzung und Effekt des Nachbarn auf die Zusammensetzung der Wurzelpilzgemeinschaft

Arbuskuläre Mykorrhizapilze (AMP) sind weit verbreitete Pilze, welche Symbiosen mit Pflanzenwurzeln eingehen. Pflanzen üben eine gewisse Kontrolle über die Symbiose mit AMP aus, da sie an die Pilze Kohlenstoff liefern. Für Ökosystemdienstleistungen im Grünland ist diese symbiotische Pflanze-Pilz-Beziehung wichtig. Die bisher gewonnenen Daten stammen allerdings hauptsächlich aus Gewächshausexperimenten.

Wir erforschten hier, ob auch außerhalb des Gewächshauses die Beziehung von Pflanze und AMP von den Pflanzen kontrolliert wird. Dazu führten wir Studien auf 67 Grünlandflächen durch.

Wir untersuchten in der Umgebung des Spitzwegerichs die Parameter Pflanzendiversität, Häufigkeit und Diversität von AMP, und brachten diese Daten zueinander in Beziehung.

Wir fanden heraus, dass AMP sowohl sensibel auf Landnutzung reagieren, als auch auf die kleinräumigen Effekte, die durch die „Nachbarschaft“ der Pflanzen, also die sie umgebenden Pflanzen am jeweiligen Untersuchungsort, hervorgerufen werden. Letzteres bestätigte den starken Einfluss der Pflanze auf die Pilze.

Es ist wichtig, diese Faktoren auseinander zu halten, wenn man Effekte von Landnutzungsintensität auf diese Pilzgruppe verstehen möchte.



Autoren

Morris K. E., Buscot F., Herbst C., Meiners T., Obermaier E., Wäschke N., Wubet T., Rillig M. C.

Erschienen als

Land use and host neighbor identity effects on arbuscular mycorrhizal fungal community composition in focal plant rhizosphere. *Biodiversity and Conservation* 22: 2193–2205 (2013)

doi: 10.1007/s10531-013-0527-z

Foto

Rillig M.

Wandel der Pilzartenzusammensetzung während der Tothholzerzeugung von Buche, Fichte und Kiefer und die daraus resultierende Veränderung der Tothholzeigenschaften während des Abbauprozesses

Holzersetzende Pilze nehmen bei der Tothholzerzeugung eine Schlüsselstellung ein, da nur sie in der Lage sind, die Ligninbarriere des Holzes zu überwinden. Mittels spezieller Enzyme können Weißfäulepilze Lignin bis zu Kohlenstoffdioxid (CO₂) abbauen. Damit einhergehend ändern sich die verschiedenen Tothholzvariablen. Ziel dieser Untersuchung war es, diese Veränderungen über den Zersetzungsprozess vergleichend für drei Baumarten zu beschreiben. Dazu wurden 197 Tothholzstämme von Buche, Fichte und Kiefer in unterschiedlichen Zersetzungsgraden (kaum bis stark zersetzt) untersucht.

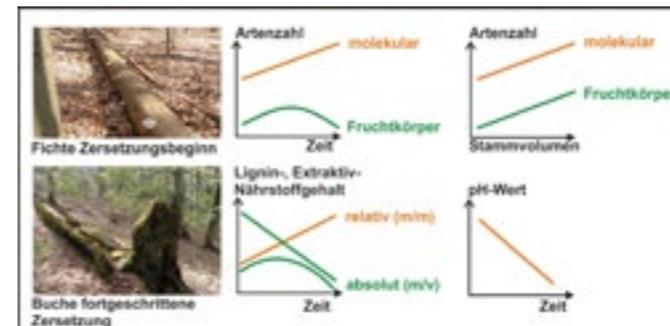
Relevante ligninabbauende Enzyme konnten in allen drei Baumarten über den gesamten Zersetzungsprozess nachgewiesen werden; die pilzliche Artengemeinschaft wurde dabei von Weißfäule-Erregern dominiert. Die Anzahl der Pilzarten, die Fruchtkörper bildeten, nahm bis zum mittleren Zersetzungsgrad zu, danach jedoch wieder ab. Die Anzahl aller Pilzarten, also auch derjenigen, die keine Fruchtkörper entwickelten, nahm hingegen über den gesamten Zersetzungsverlauf zu.

Zwischen den drei Baumarten gab es deutliche Unterschiede in Bezug auf fast alle gemessenen Eigenschaften, jedoch war deren Verlauf über die Zeit recht ähnlich. Lignin, Extraktive (Harze, Gerbstoffe, Farbstoffe und Kernstoffe) und die meisten Nährstoffe reicherten sich während der Zersetzung relativ gesehen an, obwohl sich deren absolute Gehalte verringerten. Der pH-Wert nahm über den gesamten Zersetzungsprozess ab, da die Pilze aktiv organische Säuren ausschieden.

Mit Zunahme der Intensität der Waldbewirtschaftung nahm das Volumen der Buchentotholzstämme ab und in Konsequenz redu-

zierten sich die pilzliche Gesamtartenzahl und die Zahl der Weißfäulepilze.

Für die Forstwirtschaft lässt sich daraus ableiten, dass mit einer Erhöhung des Tothholzvolumens die Biodiversität der holzersetzenden Pilze erhöht werden kann, wenn parallel dazu auch die nötige Substratvielfalt in Bezug auf Größe, Baumart und Zersetzungsgrad angeboten wird.



Links: Beispielhaft die Zersetzungsgrade von Tothholz zweier Baumarten. Oben/Mitte+Rechts: Veränderung der Pilzartenzahl über die Zeit der Zersetzung und in Abhängigkeit vom Stammvolumen. Einmal für Fruchtkörper bildende Arten (Fruchtkörper) und einmal für alle Arten (molekular). Unten/Mitte: Anreicherung der Nährstoffe in Bezug auf die Holzmasse (m/m) - obwohl sie absolut (auf das Volumen bezogen; v/v) weniger werden. Unten/Rechts: Abnahme des pH-Werts über die Zersetzung.



Autoren

Arnstadt T., Hoppe B., Kahl T., Kellner H., Krüger D., Bauhus J., Hofrichter M.

Erschienen als

Dynamics of fungal community composition, decomposition and resulting deadwood properties in logs of *Fagus sylvatica*, *Picea abies* and *Pinus sylvestris*. *Forest Ecology and Management* 382: 129–142 (2016)

doi: 10.1016/j.foreco.2016.10.004.

Grafik

Zentrale Ergebnisse (Grafik: Tobias Arnstadt, Fotos: Tiemo Kahl)

Untersuchung von pilzlichen Enzymen für den Holzabbau in Buchen-, Fichten- und Kieferntotholz sowie deren Beziehungen zu den Holzeigenschaften

Totholz ist ein zentrales Element im Kohlenstoffkreislauf von Wäldern. Für seine Zersetzung ist die Überwindung der Ligninbarriere von besonderer Bedeutung. Lignin verleiht dem Holz seine Festigkeit und schützt zugleich die Zellulose und andere Vielfachzucker vor der Zersetzung durch Organismen, wie z.B. Bakterien oder Insekten. Nur spezialisierte Pilze können diese Barriere überwinden. Insbesondere Weißfäulepilze scheiden spezielle Enzyme aus, die in der Lage sind, Lignin bis zu Kohlendioxid (CO₂) abzubauen. Bisher wurden diese Enzyme im Zusammenhang mit dem Holzabbau nur unter Laborbedingungen untersucht. Im Rahmen der vorliegenden Studie sollte erstmals geklärt werden, ob und inwieweit sie auch im Totholz unter Freilandbedingungen nachweisbar sind und welchen Einflüssen sie unterliegen.

Insgesamt standen 190 Stämme von Buche, Fichte und Kiefer in verschiedenen Zersetzungsstadien auf unterschiedlichen Untersuchungsflächen zur Verfügung, von denen 701 Holzproben gewonnen wurden.

In 79% der Proben wurde mindestens eine ligninabbauende bzw. -modifizierende Enzymaktivität nachgewiesen. Es zeigte sich, dass die pilzliche Artengemeinschaft den größten Einfluss auf diese Enzymaktivitäten hatte (1 in der folgenden Abbildung). Generell waren die Enzymaktivitäten im Buchentotholz häufiger und höher im Vergleich zum Nadelbaumtotholz (2), und sie waren zeitlich und räumlich hoch variabel (3). Der vorgefundene pH-Wert sowie die Eisen-, Kupfer- und Mangan-Konzentrationen in der wässrigen Phase des Totholzes waren optimal für die Bildung und Funktion der metallabhängigen Enzyme (4). Im Ergebnis des Abbaus durch diese Enzyme konnten charakteristische wasserlösliche Ligninbruchstücke nachgewiesen werden (5). Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung spezialisierter Pilze für den Totholzabbau, die es im

Anschluss als Substrat für andere Organismen als Nährstoffquelle und Lebensraum nutzbar machen.



Die Abbildung zeigt den Einfluss der Enzymaktivität in Abhängigkeit 1) von der Pilzartenzusammensetzung, 2) der Unterscheidung des Totholzes zwischen Laubbaum und Nadelbaum, 3) der zeitlichen und räumlichen Variabilität 4) des pH-Wertes sowie Eisen-, Kupfer- und Mangan-Konzentrationen. Somit konnten 5) Ligninbruchstücke während des Abbaus nachgewiesen werden.



Autoren

Arnstadt T., Hoppe B., Kahl T., Kellner H., Krüger D., Bässler C., Bauhus J., Hofrichter M.

Erschienen als

Patterns of laccase and peroxidases in coarse woody debris of *Fagus sylvatica*, *Picea abies* and *Pinus sylvestris* and their relation to different wood parameters. *European Journal of Forest Research* 135: 109–124 (2016)

doi: 10.1007/s10342-015-0920-0

Grafik

Arnstadt T., Clipart: Microsoft Word
Illustration der wichtigsten Befunde

Landnutzungsintensität und die Identität der Wirtspflanze beeinflussen Pilzgemeinschaften in den Wurzeln von Graslandpflanzen interaktiv

Ziel unserer Studie waren arbuskuläre Mykorrhizapilze. Diese Pilzgruppe lebt in enger Verbindung mit den Wurzeln der überwiegenden Mehrheit aller Pflanzenarten. Dabei liefern die Pilze den Pflanzen wichtige Bodennährstoffe wie Phosphor und Stickstoff oder verbessern die Wasserversorgung ihrer Wirtspflanze. Im Gegenzug erhalten die Pilze Zuckerverbindungen aus der Photosynthese ihres Wirtes. Diese enge Beziehung ist zum gegenseitigen Nutzen von Pflanze und Pilz und kann zu erheblichen Wachstumssteigerungen bei der Pflanze führen.

In dieser Studie untersuchten wir den Einfluss der Landnutzung in den Grünlandflächen des Exploratoriums Hainich-Dün auf die Artengemeinschaft der arbuskulären Mykorrhizapilze. Da diese Pilzgruppe nur wenige morphologische Merkmale besitzt, die eine Unterscheidung der Arten ermöglicht, bedienten wir uns zur Charakterisierung der Artengemeinschaften hochmoderner molekularbiologischer Methoden der DNA-Sequenzierung. Als Probenmaterial dienten Wurzelproben aus den Grünlandflächen.

Die Analyse unserer Daten ergab, dass die Landnutzung einen Einfluss auf die Artengemeinschaften der arbuskulären Mykorrhizapilze besitzt und sich diese Gemeinschaften auch zwischen den beprobten Pflanzenarten unterscheiden. Zusätzlich zeigte sich ein Unterschied im Effekt der Landnutzungsintensivierung auf die Pilzgemeinschaften zwischen den Pflanzenarten. Interessanterweise führte höhere Landnutzung zu einer Zunahme der Artenzahl der arbuskulären Mykorrhizapilze, und die Gemeinschaften in den Flächen niedrigerer Landnutzung waren eine Teilmenge der Arten in den Flächen mit höherer Landnutzung.

Wir interpretieren dieses Ergebnis so, dass selbst die intensivste Landnutzung in den Biodiversitäts-Exploratorien keinen negativen Einfluss auf die Gemeinschaften der arbuskulären Mykorrhizapilze hat. Stattdessen führen die moderate Störung durch Bodenbearbeitung und der Eintrag von Arten durch Weidetiere und Landmaschinen zur Etablierung zusätzlicher Arten.



Autoren

Vályi K., Rillig M. C., Hempel S.

Erschienen als

Land-use intensity and host plant identity interactively shape communities of arbuscular mycorrhizal fungi in roots of grassland plants. *New Phytologist* 205: 1577–1586 (2015)

doi: 10.1111/nph.13236

Foto

Baumann K.

Netzwerkanalyse offenbart ökologische Abhängigkeiten zwischen stickstofffixierenden Bakterien und Totholzpilzen

Dieser Studie geht eine aufwendige Recherche voraus, die zeigte, dass wenig Literatur zur funktionellen Rolle von Bakterien im Totholz verfügbar ist. Außerdem beobachteten und kartierten wir im Rahmen unserer Feldstudien wiederholt große mehrjährige Fruchtkörper an vielen Totholzstämmen. Unsere Untersuchungen zur Holzchemie lieferten zudem Einblicke in die Verfügbarkeit von Stickstoff.

Wir fragten uns, inwiefern Pilze ihren physiologischen Bedarf an Stickstoff decken, wenn dieser doch äußerst limitiert ist. Wir untersuchten die Diversität stickstofffixierender Bakterien im Totholz von Buche und Fichte. Weiterhin interessierte uns, ob es mögliche Korrelationen dieser Bakterien mit parallel dazu untersuchten Fruchtkörpern gibt.

Wir untersuchten molekularbiologisch das sogenannte *nifH*-Gen, welches für das Enzym Dinitrogenase-Reduktase kodiert. Bakterien, die dieses Enzym produzieren können, können molekulargebundenen Stickstoff spalten und biologisch verfügbar machen. Wir nutzten hierfür die im Rahmen anderer Studien analysierten, gut charakterisierten 24 Buchen- und 24 Fichtenstämme im Biosphärengebiet Schwäbische Alb.

Unsere Ergebnisse liefern den ersten molekularen Nachweis dieser *nifH*-Gene im Totholz überhaupt. Durch aufwendiges Durchsuchen und Analysieren großer DNA-Sequenz-Datenbanken wiesen wir nach, dass diese Gene spezifisch im Totholz vorkommen und bis dato in keinem anderen Substrat nachgewiesen wurden. Durch statistisch abgesicherte Netzwerkanalysen zeigten wir, dass diese Gene bzw. die Bakterien, denen diese Gene zugeordnet werden können, spezifisch mit zeitgleich vorkommenden Pilzfruchtkörpern korrelieren.

Wir vermuten stark, dass Holzpilze ihren für das vegetative Wachstum benötigten Stickstoff möglicherweise durch im Holz spezifisch vorkommende Bakterien decken können. Der physiologische Nachweis wirklicher Stickstofffixierung steht allerdings noch aus. Dennoch deuten unsere Ergebnisse auf klare Abhängigkeiten von Pilzen und Bakterien im Totholz hin.



Autoren

Hoppe B., Kahl T., Karasch P., Wubet T., Bauhus J., Buscot F., Krüger D.

Erschienen als

Network analysis reveals ecological links between N-fixing bacteria and wood-decaying fungi. PLoS ONE 9: e88141 (2014)

doi: 10.1371/journal.pone.0088141

Foto

Minnich C.

Veränderungen innerhalb eines Landnutzungstyps beeinflussen die mikrobielle Diversität und Artenzusammensetzung in Waldökosystemen

Im Rahmen dieser Studie untersuchten wir, inwiefern Veränderungen der Waldbewirtschaftung, speziell der Konvertierung, von einst natürlichen Laubmischwäldern zu Nadelwäldern, einen möglichen Einfluss auf die Veränderung der Pilzartengemeinschaften im Totholz ausübt.

Unsere Grundannahme war, dass intensive Waldbewirtschaftung mit starker Holzentnahme die Pilzdiversität entscheidend reduziert. Des Weiteren vermuteten wir eine starke Veränderung der Zusammensetzung der Pilzartengemeinschaft, bei Wäldern, die historisch bedingt in Nadelwälder konvertiert wurden.

Wir haben hierfür die Zusammensetzung der Pilzartengemeinschaft in 72 Waldplots in allen 3 Exploratorien untersucht. Wir nutzten eine innovative Methode, die sogenannte „fingerprint“-Methode, die scharfe Hinweise lieferte, wie sich Gesellschaften verändern bzw. unterscheiden.

Unsere Ergebnisse veranschaulichen, dass die Diversität von Pilzen in bewirtschafteten Buchenwäldern, sog. Altersklassenwälder, deutlich geringer ist als in Buchennaturwäldern. Des Weiteren waren über 20% der nachgewiesenen „Pilzarten“ der Naturwälder in stark bewirtschafteten bzw. konvertierten Nadelwäldern nicht mehr nachweisbar.

Die Studie unterstreicht als eine der ersten den starken Einfluss von Bewirtschaftungsintensität auf die Diversität von Pilzen in Waldökosystemen.



Autoren

Purahong W., Hoppe B., Kahl T., Schloter M., Schulze E.-D., Bauhus J., Buscot F., Krüger D.

Erschienen als

Changes within a single land-use category alter microbial diversity and community structure: Molecular evidence from wood-inhabiting fungi in forest ecosystems. *Journal of Environmental Management* 139: 109–119 (2014)

doi: 10.1016/j.jenvman.2014.02.031

Foto

Hailer J.

Diversität von Protisten im Totholz: Eine molekularbiologische Untersuchung von Schleimpilzen

In dieser Studie erfassten wir die Diversität von Myxomyceten (Schleimpilze) mittels molekularbiologischer Methoden und verglichen diese mit Daten aus gleichzeitig stattfindenden mykofloristischen Erhebungen. Aus vorherigen Studien wissen wir, dass ein starker Zusammenhang zwischen der Diversität von Fruchtkörpern und Totholz unterschiedlicher Zersetzungsstadien besteht. Wir vermuteten daher, dass auch die Diversität saproxylicher Myxomyceten mit vorangeschrittenem Holzabbau deutlich steigt.

Wir untersuchten hierfür 17 Buchentotholzstämme in unterschiedlichen Zersetzungsphasen im Nationalpark Hainich für die holzchemischen und molekularbiologischen Analysen. Darüber hinaus fand an 49 Buchenstämmen, die die 17 benannten umfassen, ein sehr ausführliches Monitoring zur Erfassung von Myxomycetenfruchtkörpern statt.

In dieser Studie entwickelten wir einen sehr innovativen Ansatz zum Erfassen von holzbesiedelnden Myxomyceten weiter und wendeten ihn praktisch an. Unsere Ergebnisse zeigen außerdem sehr eindrucksvoll, dass die molekular erfasste Diversität die der tatsächlich gefundenen Fruchtkörper entscheidend übertrifft bzw. ergänzt. Zusätzlich fanden wir heraus, dass der pH-Wert des Holzes, und weniger der tatsächliche Zersetzungsgrad, einen entscheidenden Einfluss auf die Zusammensetzung der Myxomycetengemeinschaft ausübt.

Es handelt sich hierbei um die erste molekularbiologische Untersuchung von Schleimpilzen (Myxomyceten) im Totholz überhaupt.



Autoren

Clissmann F., Fiore-Donno A. M., Hoppe B., Krüger D., Kahl T., Unterseher M., Schnittler M.

Erschienen als

First insight into dead wood protistan diversity: a molecular sampling of bright-spored Myxomycetes (Amoebozoa, slime-moulds) in decaying beech logs. *FEMS Microbiology Ecology* 91 (2015)

doi: 10.1093/femsec/iv050

Foto

Broeck F.

Die Verlinkung von holzerset- zenden Pilzen mit Ökosystem- funktionen und -prozessen in zentraleuropäischen Wäldern

Pilze spielen eine entscheidende Rolle beim Abbau von Totholz in Waldökosystemen. Im Rahmen dieser Studie untersuchten wir, inwiefern sich Pilzartengemeinschaften im Totholz von Fichte und Buche im sukzessionalen Verlauf unterscheiden und welchen Einfluss dies wiederum auf korrespondierende Enzymaktivitäten hat.

Unsere Grundannahme war, dass wir eine deutlich höhere molekulare Pilzdiversität im Buchentotholz feststellen würden und diese wiederum mit schnelleren Abbauraten und stärkerer Enzymaktivität korreliert.

Wir untersuchten hierfür molekularbiologisch die Zusammensetzung der Pilzgemeinschaft und korrespondierende Enzymaktivitäten in 24 Buchen und 24 Fichtentotholzstämmen unterschiedlicher Zersetzungsklassen (initial bis final) im Biosphärengebiet Schwäbische Alb. Des Weiteren analysierten wir eine große Reihe zusätzlicher holzphysikalischer und -chemischer Kofaktoren, um die Veränderung der Artengemeinschaft bestmöglich charakterisieren zu können.

Unsere Ergebnisse zeigen eindeutig, dass der Abbau von Totholz stark davon beeinflusst wird, welche Pilzarten vorkommen und in welcher Abundanz. Somit können wir sehr schön darstellen, dass z. B. ein dominantes Auftreten der Schmetterlingstramete (*Trametes versicolor*) im Buchentotholz zu deutlich höheren Holzabbauraten führt. Des Weiteren geben die Ergebnisse dieser Studie die ersten „hochauflösenden“ Einblicke in die tatsächliche Diversität von Pilzen in Buchen- und Fichtentotholz.

Die Studie unterstreicht das Konzept der funktionellen Redundanz. Viele Pilze mit gleicher ökologischer „Orientierung“ konkurrieren eher um mögliche Ressourcen und sorgen somit für reduzierte Enzymaktivitäten und Holzabbauraten.



Autoren

Hoppe B., Purahong W., Wubet T., Kahl T., Bauhus J., Arnstadt T., Hofrichter M., Buscot F., Krüger D.

Erschienen als

Linking molecular deadwood-inhabiting fungal diversity and community dynamics to ecosystem functions and processes in Central European forests. *Fungal Diversity* 77: 367–379 (2015)

doi: 10.1007/s13225-015-0341-x

Foto

Leonhardt S.

Sind Korrelationen zwischen der Artengemeinschaft von holzzeretzenden Pilzen, Holzeigenschaften und Holzenzymen stabil entlang eines großskalierten Landschaftsgradienten?

Pilze sind die wichtigsten Protagonisten im Abbau von Totholz und daher Untersuchungsobjekt zahlreicher Studien. Dennoch ist wenig über ihre Verbreitung und Enzymproduktion bekannt.

Im Rahmen dieser Studie untersuchten wir die räumliche Verteilung von Pilzen und die davon abhängige Enzymaktivität. Unsere Grundannahme war, über den Landschaftsgradienten der Biodiversitäts-Exploratorien (Nord-Süd ca. 600 km) sehr unterschiedliche Pilzgemeinschaften vorzufinden, die sich wiederum auch in regional differenzierten Holzzersetzungsmustern widerspiegeln würden.

Mittels molekularbiologischer Methoden untersuchten wir die Zusammensetzung der Pilzgemeinschaft und korrespondierende Enzymaktivitäten auf 117 Buchentotholzstämmen, verteilt über die 3 Exploratorien.

Erstaunlicherweise konnten wir keine regionalen Unterschiede feststellen. Im Gegenteil, die ganzheitlichen Pilzartengemeinschaften waren in allen 3 Regionen höchst gleich. Vergleicht man indes die sukzessionale Variabilität innerhalb der einzelnen Untersuchungsgebiete, entdeckt man große Differenzen auf kleinster räumlicher Ebene.

Das Ergebnis unterstreicht die kleinskalierte Bedeutung von Diversitätsmustern. Sollte also ein Höchstmaß an Biodiversität der Totholzpilze erhalten bleiben, ist es von immenser Bedeutung, Totholz unterschiedlicher Zersetzungsphasen bereitzustellen.



Autoren

Purahong W., Arnstadt T., Kahl T., Bauhus J., Kellner H., Hofrichter M., Krüger D., Buscot F., Hoppe B.

Erschienen als

Are correlations between deadwood fungal community structure, wood physico-chemical properties and lignin-modifying enzymes stable across different geographical regions? *Fungal Ecology* 22: 98–105 (2016)

doi: 10.1016/j.funeco.2016.01.002

Foto

Müller J.

Maßgebende Faktoren der CO₂-Emissionsraten von Totholzstämmen unterschiedlicher Baumarten zu Beginn des Zersetzungsprozesses

Totholz ist ein wichtiges Strukturelement in Waldökosystemen und ein Hauptbestandteil des Kohlenstoffkreislaufs der Wälder. Die aus der Zersetzung des Totholzes resultierende Emission von Kohlendioxid (CO₂) kann als Parameter für die aktuelle Zersetzungsrate verwendet werden. Die maßgeblichen Faktoren, welche die Emissionsraten von CO₂ aus dem Totholz der Baumarten europäischer Wälder der gemäßigten Zone beeinflussen, sind jedoch weitestgehend unbekannt.

In dieser Studie findet eine neuartige Methode Verwendung, welche mittels eines abgeschlossenen Kammer-systems die Gaswech-selmessung an 360 Totholzstämmen von 13 wichtigen europäischen Baumarten in 3 Regionen in Deutschland ermöglicht.

Wir verwendeten lineare Modelle, um aus einer Vielzahl an möglichen Faktoren (Baumartenidentität, Anzahl der Pilzarten auf den Stämmen, Holzdichte, Wassergehalt des Holzes, Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt des Holzes, Holztemperatur, Bewirtschaftungsintensität des Waldes und Untersuchungsregion) die ausschlaggebenden Einflussgrößen im Hinblick auf die CO₂-Emissionsraten zu ermitteln.

Wir fanden heraus, dass die Identität der Baumart mit Abstand den größten Einfluss auf die CO₂-Emissionsraten der Totholzstämmen hat und Laubbbaumarten im Durchschnitt höhere CO₂-Emissionsraten aufweisen als Nadelbaumarten. Die Holztemperatur und die Pilzartenzahl auf den Stämmen beeinflussten die CO₂-Emissionsraten positiv, wohingegen die Holzdichte einen negativen Effekt hatte. In dieser Studie zeigte sich zum ersten Mal ein positiver Zusammenhang zwischen der Pilzartenzahl und dem Totholzabbau in Wäldern der gemäßigten Zone. Einige Pilzarten konnten sogar mit einer jeweils höheren bzw. niedrigeren CO₂-Emissionsrate in Verbindung

gebracht werden. In einer separaten Betrachtung der CO₂-Emissionsraten der einzelnen Baumarten waren Bewirtschaftungsintensität der Wälder, die Untersuchungsregion, der Wassergehalt des Holzes sowie der Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt des Holzes wichtige Einflussgrößen.



Autoren

Kahl T., Baber K., Otto P., Wirth C., Bauhus J.

Erschienen als

Drivers of CO₂ emission rates from dead wood logs of 13 tree species in the initial decomposition phase. *Forests* 6: 2484–2504 (2015)

doi: 10.3390/f6072484

Foto

Hailer J.



Weitverbreitetes Vorkommen von extrazellulären pilzlichen Enzymen in Wäldern

Extrazelluläre Peroxidasen aus Pilzen sind die einzigen Enzyme, die in der Lage sind, Lignin substanziiell anzugreifen. Lignin ist äußerst widerstandsfähig und schützt die Mehrfachzucker des Holzes (Zellulose, Hemizellulosen) vor einem Abbau durch Mikroorganismen. Vor allem bestimmte Ständerpilze verfügen über verschiedene Typen von Peroxidasen, die Lignin umsetzen und z.T. zerlegen sowie darüber hinaus unterschiedlichste aromatische Verbindungen oxidieren, was wiederum zur Bildung von Humus beiträgt.

In dieser Arbeit gingen wir der Frage nach, welche Peroxidasen auf molekularer Ebene in der Streuschicht verschiedener Wälder in Europa (z.B. Hainich) und den USA zu finden sind, und welche Pilzarten dabei eine zentrale Rolle spielen. Dazu isolierten wir Genmaterial aus der Laubstreu und werteten dies phylogenetisch aus.

Wir wiesen drei Haupttypen von Peroxidasen in der Mehrzahl der Proben nach. Einige Gene konnten Arten der weitverbreiteten Gattung *Mycena* (Helmlinge) zugeordnet werden.

Diese Studie zeigt somit, dass Pilze und andere Basidiomyzeten aktiv am Abbau von Lignin und der Bildung von Humus in der Streuschicht des Bodens beteiligt sind und dabei unterschiedliche Peroxidasen verwenden.



Autoren

Kellner H., Luis P., Pecyna M. J., Barbi F., Kapturska D., Krüger D., Zak D. R., Marmeisse R., Vandenbol M., Hofrichter M.

Erschienen als

Widespread occurrence of expressed fungal secretory peroxidases in forest soils. PLoS ONE 9: e95557 (2014)

doi: 10.1371/journal.pone.0095557

Foto

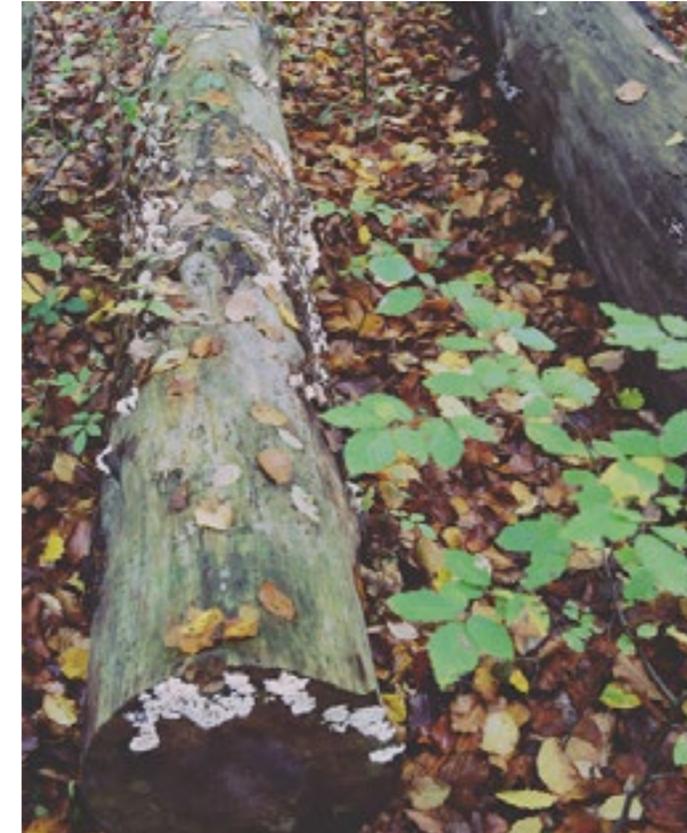
Mai I.

Pilzbiomasse und extrazelluläre Enzymaktivität im Totholz von 13 Baumarten in der frühen Zersetzungsphase

Totholz spielt eine bedeutende Rolle in Wäldern. Es stellt einen großen Kohlenstoff- bzw. Nährstoffspeicher dar und ist Lebensraum für eine Vielzahl von Organismen, darunter auch viele seltene Arten. Der Abbau der Lignozellulose, einem Bestandteil von Holz, erfolgt hauptsächlich durch holzersetzende Pilze. Hierbei sondern diese extrazelluläre Enzyme ab, um Lignin zu spalten, sowie diverse „Hydrolasen“, um die Zellulose abzubauen.

In dieser Arbeit stellten wir die Beziehungen zwischen pilzlicher Biomasse, Enzymaktivitäten und chemischen Holzparametern in Splint- und Kernholz von 13 unterschiedlichen Baumarten dar. Hierfür nahmen wir 39 Proben der Totholzstämmen und arbeiteten diese auf. Wir bestimmten die Biomasse, den Gehalt an Ergosterol (Bestandteil pilzlicher Zellwand, verschiedene Enzymaktivitäten sowie Kohlenstoff/Stickstoff-Gehalt, Lignin-Gehalt, pH-Wert, Ligninfragmente). Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Zusammenhang zwischen pilzlicher Biomasse und pilzlichem Stickstoffgehalt im Totholz. Der Gehalt an Stickstoff und Biomasse zeigte einen positiven Zusammenhang, wohingegen die Biomasse und die organischen Auszüge negativ miteinander zusammenhängen. Gemessene Enzymaktivitäten waren in den Laubholzproben höher als in den Nadelholzproben. Dasselbe Bild ergab sich wiederum für Splint- und Kernholz. In allen Holzproben war es uns möglich, hydrolytische Enzymaktivitäten zu ermitteln, jedoch zeigten die ligninspaltenden Enzyme eine hohe Variabilität in ihren Aktivitäten, besonders im Laubholz. Im Allgemeinen waren die Zusammenhänge zwischen den Enzymaktivitäten und dem Ergosterolgehalt nur sehr gering. Die ermittelten Daten bestätigen, dass die Zersetzung von Laubtotholz in der Anfangsphase schneller vollzogen wird als die vom Totholz der Nadelbäume.

Untersuchungen dieser Art ermöglichen es uns, den Totholzabbau verschiedenster Baumarten temperater Waldökosysteme Mitteleuropas zu verstehen und Handlungsempfehlungen für ein Totholzmanagement abzuleiten.



Autoren

Noll L., Leonhardt S., Arnstadt T., Hoppe B., Poll C., Matzner E., Hofrichter M., Kellner H.

Erschienen als

Fungal biomass and extracellular enzyme activities in coarse woody debris of 13 tree species in the early phase of decomposition. *Forest Ecology and Management* 378: 181–192

doi: 10.1016/j.foreco.2016.07.035

Foto

Kellner H.

Pilznetzwerke bei der Zersetzung von Blattstreu

Wichtige Informationen über ökologische Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Mikroorganismen liefern bestimmte Netzwerkanalysen, sogenannte „Microbial co-occurrence network“-Analysen. Wir wissen bisher noch nicht, wie der Aufbau dieser Pilznetzwerke in Buchenblattstreu aussieht. Diese Frage versuchten wir im Rahmen dieser Studie zu beantworten. Dazu verwendeten wir Hochdurchsatzsequenzierung und analysierten Aktivitäten der von Pilzen produzierten Enzyme.

Wir fanden heraus, dass Pilze tatsächlich als Netzwerk von kleineren Gemeinschaften vorkommen. Alle Pilzgemeinschaften, die während der frühen und späteren Zersetzungsstadien vorhanden waren, sind in 8 kleinere Gemeinschaften, sogenannte Module, unterstrukturiert. Es gibt je 4 Module für die frühe und spätere Zersetzungsstufe. Verschiedene Module benötigten verschiedene Nährstoffe und produzierten verschiedene Enzyme.

Diese Studie lieferte Erkenntnisse dazu, welche Pilzmodule (Gruppen) an der Produktion von Enzymen beteiligt sind und welches wahrscheinlich die Nährstoffe sind, die sie zum Leben benötigen. Dieses Wissen ist für den ersten Schritt der nachhaltigen Waldbewirtschaftung erforderlich.



Autoren

Purahong W., Krüger D., Buscot F., Wubet T.

Erschienen als

Correlations between the composition of modular fungal communities and litter decomposition-associated ecosystem functions. *Fungal Ecology* 22: 106–114 (2016)

doi: 10.1016/j.funeco.2016.04.009

Foto

Mai I.

Räumliche Verteilung von Mykorrhizapilzen in Buchenreinständen: Welche Rolle spielt der einzelne Wirtsbaum?

Mykorrhizapilze leben in enger Symbiose mit den Wurzeln unserer einheimischen Bäume. Die Pilze ernähren den Baum mit Salzen und Wasser und erhalten ihrerseits vom Baum produzierte Nährstoffe wie Zucker und andere Stoffwechselprodukte zurück. In Buchenaltbeständen sind praktisch alle vitalen Wurzelspitzen von Mykorrhizapilzen besiedelt und die Vielfalt der Pilzarten ist innerhalb eines Bestandes und selbst an den Wurzeln eines Baumes sehr hoch.

Wir stellten uns die Frage, ob die Zusammensetzung der Mykorrhizengemeinschaft innerhalb eines Bestandes an den einzelnen Bäumen individuell unterschiedlich ist. Um diese Frage zu klären, nahmen wir an definierten Punkten im Hainich Bodenproben. Aus diesen Proben wurden alle Wurzelfragmente isoliert, mithilfe genetischer Methoden den einzelnen Bäumen zugeordnet (genotypisiert) und die an den Wurzeln vorhandene Mykorrhizengemeinschaft bestimmt.

Wir fanden keine Hinweise darauf, dass ein bestimmter Baum vorzugsweise bestimmte Pilzarten als Symbionten rekrutiert. Aber innerhalb des Wurzelsystems eines Baums war die Pilzartenzusammensetzung unterschiedlicher als zwischen verschiedenen Bäumen. Aufgrund dieses Ergebnisses vermuten wir, dass der Baum selber einen Einfluss auf die ihn besiedelnden Pilze hat und somit quasi „sicherstellt“, dass er mit einer Vielzahl unterschiedlicher Arten Symbiosen eingeht. Da unterschiedliche Pilzarten unterschiedliche Dienstleistungen erbringen, z. B. die Versorgung des Baumes mit Stickstoff oder Phosphor oder der Schutz vor Trockenstress, zeigen unsere Ergebnisse in einem ökologischem Zusammenhang, dass ein Baum durch die Aufrechterhaltung diverser Pilzgemeinschaften seine Versorgung mit mineralischen Nährstoffen auch unter schwankenden Umweltbedingungen gewährleisten kann.



Autoren

Lang C., Finkeldey R., Polle A.

Erschienen als

Spatial patterns of ectomycorrhizal assemblages in a monospecific forest in relation to host tree genotype. *Frontiers in Plant Science* 4: 103 (2013)

doi: 10.3389/fpls.2013.00103

Foto

Polle A.

Artenreichtum und funktionelle Merkmale von Mykorrhizagesellschaften in verschiedenen Regionen und Waldarten

Unter Mykorrhizen versteht man eine enge Gemeinschaft zwischen Baumwurzeln und Pilzen. mykorrhizabildende Pilzarten unterscheiden sich in der genetischen Abstammung sowie im Hinblick auf ihre Fähigkeiten, den Boden räumlich zu erschließen. Hier stellen wir uns die Frage, ob sich diese Eigenschaften in den verschiedenen Regionen Schorfheide, Hainich und Schwäbische Alb und in Abhängigkeit des Anteils an Buchen und Nadelbäumen unterscheiden.

Dazu wurden die Mykorrhizapilze in definierten Bodenvolumina morphologisch quantifiziert, ihre Art molekularbiologisch bestimmt und die Arten auf Grund ihrer Hyphenlängen und damit ihrer Fähigkeit den Boden zu erschließen in unterschiedliche Kategorien eingeteilt. Da die Stickstoffverfügbarkeit einen großen Einfluss auf die Struktur von Mykorrhizagesellschaften hat, bestimmten wir auch die Konzentrationen von stickstoffhaltigen Stoffen wie Nitrat, Ammonium und löslichen Aminosäuren in unseren Bodenproben. Weitere Einflussgrößen für die Untersuchungen waren klimatische Faktoren, Bodeneigenschaften, Vegetationszusammensetzung und die Waldbewirtschaftungsintensität.

Die Vielfalt der Mykorrhizengesellschaften von Buchen- und Nadelwäldern war ähnlich, aber in der Schorfheide allgemein niedriger als in den anderen Regionen. Die Region Schorfheide zeichnet sich durch ein wärmeres, trockeneres Klima und sandige, saure Böden gegenüber den anderen beiden Regionen aus. Der Artenreichtum der Mykorrhizengesellschaften nahm mit der Waldbewirtschaftungsintensität zu. In den niederschlagsreicheren Regionen war der höhere Artenreichtum auf eine höhere Anzahl eng verwandter Arten zurückzuführen. Insgesamt beeinflussten das Mikroklima und der Bodentyp die Zusammensetzung der Mykorrhizengesellschaft am stärksten. Darüber hinaus zeigten unsere Ergebnisse, dass der

Artenreichtum der Pilzgesellschaften im Vergleich zu Reinbeständen in Mischwäldern deutlich höher ist.



Autoren

Pena R., Lang C., Lohaus G., Boch S., Schall P., Schöning I., Ammer C., Fischer M., Polle A.

Erschienen als

Phylogenetic and functional traits of ectomycorrhizal assemblages in top soil from different biogeographic regions and forest types. *Mycorrhiza* 27: 233–245 (2016)

doi: 10.1007/s00572-016-0742-z.

Foto

Polle A.

Die Pilzarten und Pilzartengemeinschaften im Totholz unterschiedlich bewirtschafteter Buchenwälder

Die im Plenterbetrieb bewirtschafteten Wälder mit ihrem sich stetig verjüngenden Dauerwaldcharakter und der einzelstammweisen Nutzung werden als vorteilhaft für den Erhalt der Biodiversität in Wäldern angesehen. Pilze haben in Wäldern einen entscheidenden Anteil am Abbau und am Nährstoffkreislauf.

Diese Studie untersucht den Einfluss der Plenterbewirtschaftung auf die Artenzahl und die Zusammensetzung von Pilzartengemeinschaften in Totholz.

Um die Pilzarten zu bestimmen, wurden nicht wie bisher die Fruchtkörper der Pilze bestimmt, sondern mittels molekularbiologischer Methoden auch jene Pilze im Holz erfasst, die nicht als Fruchtkörper auftreten. Da eine genaue Identifizierung der Pilze mit den molekularbiologischen Methoden nicht immer möglich ist, spricht man hierbei statt von Arten von taxonomischen Einheiten (operational taxonomical units, OTU). Die OTUs von Totholz aus Plenterwäldern, Altersklassenwäldern und unbewirtschafteten Wäldern in der Hainich-Dün-Region wurden verwendet, um anhand der Vielfalt und Zusammensetzung der Pilzartengemeinschaften diese verschiedenen bewirtschafteten Wälder zu vergleichen.

Im Vergleich zwischen Plenterwäldern und unbewirtschafteten Wäldern fand sich kein Unterschied in der Artenzahl der Pilzartengemeinschaften. Allerdings zeigten beide Waldtypen eine höhere Vielfalt als Altersklassenwälder. Die Zusammensetzung der Pilzartengemeinschaften unterschied sich nicht zwischen den 3 Waldtypen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Plenterwälder hinsichtlich der Artenzahl ihrer Pilzartengemeinschaft im Totholz einem seit 50 Jahren unbewirtschafteten Wald in der gleichen Region

sehr ähnlich sind. Altersklassenwälder zeigen eine deutlich andere Pilzartengemeinschaft. Hinsichtlich Pilzartengemeinschaften in Totholz ist der an die Dynamik unbewirtschafteter Wälder angelehnte Plenterwaldbetrieb also durchaus in der Lage, vergleichbare Verhältnisse wie in unbewirtschafteten Wäldern zu schaffen.



Autoren

Purahong W., Kahl T., Schloter M., Bauhus J., Buscot F., Krüger D.

Erschienen als

Comparing fungal richness and community composition in coarse woody debris in Central European beech forests under three types of management. *Mycological Progress* 13: 959–964 (2014)

doi: 10.1007/s11557-013-954-y

Foto

Rienow S.

Einfluss verschiedener Böden auf die Stickstoffaufnahme und Struktur von symbiotischen Wurzelpilzen bei jungen Buchen

Unsere Untersuchungen zeigten einen starken Einfluss biogeographischer Faktoren auf den Artenreichtum und die Zusammensetzung von Mykorrhizengesellschaften, d. h. Gesellschaften von symbiontisch lebenden Pilzen mit Baumwurzeln. Ziel dieser Studie war es, mit Hilfe von Gewächshausexperimenten die Rolle von Boden und Trockenheit auf die Struktur der Mykorrhizagesellschaften, die Aufnahme von organischem Stickstoff aus dem Boden und die physiologische Reaktion junger Buchen auf Zellebene zu untersuchen.

Dazu wurden Bucheckern einer Herkunft auf 5 Böden von sauer bis alkalisch (pH 3,8 – 6,7) von 3 Standorten angezogen. Die Hälfte der Samen wurde in je einer Bodenart einem moderaten Trockenstress ausgesetzt und vor der Ernte mit markiertem Stickstoff (^{15}N) versorgt, um die Aufnahme von Stickstoff in den Pflanzengewebe zu messen.

Die Bodenart hatte keinen Einfluss auf die Photosynthese und Biomasseproduktion der Pflanzen, mit einer Ausnahme: In einem von zwei untersuchten alkalischen Böden (Tuttlingen) war die Vitalität der Wurzeln stark vermindert und die Biomasse deutlich niedriger als in den anderen Varianten. An den Wurzeln der Buchen in sauren Böden wuchsen deutlich weniger unterschiedliche Mykorrhizapilze (MP) als in alkalischeren Böden. Trockenheit verminderte den Artenreichtum und die Ausbreitungsgeschwindigkeit der symbiotischen Pilze weiter. Je artenreicher die MP, desto mehr Stickstoff wurde aufgenommen. Die Stickstoffnutzungseffizienz war jedoch auf alkalischen Böden stärker durch Trockenheit beeinträchtigt als auf sauren Böden.

Auf Grund dieser Gewächshausexperimente mit Jungbuchen nehmen wir an, dass Buchen auf Kalkböden empfindlicher auf Trocken-

stress reagieren als auf sauren Böden. Die Gewächshausexperimente stützen die These, dass Trockenheit und saure Böden die Vielfalt von MP mindern. Die geringere Pilzdiversität scheint sich aber bei guter Wasserversorgung nicht negativ auf die Photosynthese und das Buchenwachstum auszuwirken.



Autoren

Leberecht M., Tu J., Polle A.

Erschienen als

Acid and calcareous soils affect nitrogen nutrition and organic nitrogen uptake by beech seedlings (*Fagus sylvatica* L.) under drought, and their ectomycorrhizal community structure. *Plant and Soil* 409: 143–157 (2016)

doi: 10.1007/s11104-016-2956-4

Foto

Polle A.



Tiere

Artikel

Extensive Landnutzung macht Wiesen und Weiden auch für Bienen bunter

[S.242](#)

Blaukraut bleibt Blaukraut... Wie Bienen Blütenfarben im Wald- und im Wiesenlicht sehen

[S.244](#)

Dasselbe in Blau?– Was Blütenfarben Bienen über die Tiefe der Nektarröhre verraten

[S.246](#)

Regelmäßige Änderungen in der Landnutzung erhöhen die Biodiversität im Grünland

[S.248](#)

Totholz als Lebensraum für Hornmilben

[S.250](#)

Schnecken fressen besonders die häufig vorkommenden Flechtenarten

[S.252](#)

Die Struktur von Lebensräumen in Waldboden-Ökosystemen beeinflusst die Räuber-Beute-Wechselbeziehungen

[S.254](#)

Wer frisst wen im Boden? Neue molekulare Marker zeigen Beutewahl von Hundertfüßern und Co.

[S.256](#)

Wie wirken sich Größe und Beutequalität auf Nachweisbarkeit von Beute-DNA im Räuber-darm aus?

[S.258](#)

CSI im Boden: DNA-Spuren verraten uns, wann und wo der Springschwanz-Killer zuschlägt!

[S.260](#)

Welchen Einfluss hat Waldnutzung auf die Ernährung kleiner Bodentiere?

[S.262](#)

Welchen Einfluss hat Waldnutzung auf die Ernährung räuberischer wirbelloser Bodentiere?

[S.264](#)

Unterschiede in der Ernährung verschiedener Regenwurmartensorten und der Einfluss von Waldnutzung

[S.266](#)

Einschränkungen bei der Verwendung von Arthropoden als Indikatoren in gemäßigten Wäldern

[S.268](#)

Buche lockt Gegenspieler von Pflanzenfressern durch freigesetzte Düfte an

[S.270](#)

Unterschiedliche Reaktionen von Buchen-Herbivoren und -Herbivorie auf Bewirtschaftung in temperaten europäischen Wäldern

[S.272](#)

Morphometrische Maße von Wanzen in Grasländern dreier Gebiete Deutschlands

[S.274](#)

Eine Zusammenstellung von 8 funktionellen Merkmalen für Arten der Käfer, Wanzen, Heuschrecken und Spinnen in Grünländern Deutschlands

[S.276](#)

Waldbewirtschaftung beeinflusst die Artengemeinschaften in wassergefüllten Baumhöhlen durch Veränderungen von Detritusmenge und Wasserchemie

[S.278](#)

Auf der Suche nach der optimalen Fangflüchtigkeit zum Fang von Arthropoden

[S.280](#)

Waldbewirtschaftung in Buchenwäldern hat keinen Einfluss auf den Befall mit der Buchenwollschildlaus

[S.282](#)

Können Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) in Studien mit Schwerpunkt auf Totholzkäfern in mitteleuropäischen Buchenwäldern ausgeschlossen werden?

[S.284](#)

Die Bedeutung von großskaligen Biodiversitätsstudien an Arthropoden am Beispiel der Biodiversitäts-Exploratorien

[S.286](#)

Implikationen von großskaligen räumlichen Diversitätsmustern von Totholzkäfern für die Erhaltung der europäischen Buchenwälder

[S.288](#)

Die Waldbewirtschaftung in Mitteleuropa wirkt sich hauptsächlich über die veränderte Waldstruktur auf bodenbewohnende Käfer aus

[S.290](#)

Waldbewirtschaftung und regionale Baumartenzusammensetzung beeinflussen die Wirtspräferenz xylobionter Käfergemeinschaften

[S.292](#)

Artenreichtum xylobionter Käfer: Erhöhte Temperaturen könnten geringere Mengen an verfügbarem Totholz ausgleichen

[S.294](#)

Abnahme der Herbivorie im Grünland mit zunehmender Landnutzungsintensität

[S.296](#)

Auswirkungen der heutigen naturnahen Waldwirtschaft auf die funktionelle Zusammensetzung von Totholzkäfergemeinschaften in Buchenwäldern

[S.298](#)

Der Einfluss von Totholz anreicherung in der Baumkrone und am Waldboden auf die Gilden-Zusammensetzung von Käfergemeinschaften	S.300	unterschiedlicher Bewirtschaftung mittels stabiler Isotope	S.330	Wälder des Glücks und Unglücks: Wechselwirkungen zwischen Waldtypen, Parasiten und Immunantwort	S.346	Lebensräume als komplexe Duftumgebungen: Wie beeinflusst die Pflanzenvielfalt die Orientierung pflanzenfressender Insekten und ihrer parasitischen Gegenspieler?
Intensivierung der Landnutzung auf Grünflächen beeinflusst Insekten negativer als Pflanzen	S.302	Untersuchungen zur Ernährungsweise räuberischer Bodentiere in mitteleuropäischen Buchenwäldern	S.332	Zeitliche Änderungen der Zufallsprozesse in mitteleuropäischen Vogelgemeinschaften	S.348	Mosaiklandschaften fördern die funktionelle Vielfalt bei Insekten und Spinnen
Düngung beeinflusst das Vorkommen der auf dem Spitzwegerich lebenden Insektengemeinschaft	S.304	Tagfaltergemeinschaften werden mit zunehmender Landnutzungsintensität im Grünland von Generalisten dominiert	S.334	Stängelminierende Insekten im Grünland: Kleinräumiger Nutzungsverzicht ist besser als kurzfristiges Reduzieren der Bewirtschaftungsintensität	S.350	Die Landschaftsstruktur formt die Zusammensetzung der Schmetterlingsgemeinschaft im Grünland
Wie Landnutzung auf unterschiedlichen-räumlichen Skalen Fledermäuse, nächtliche Insekten und deren Räuber-Beute-Beziehung bedingt	S.306	Auswirkungen von Grünland-Management, endophytischen Pilzen und Räufern auf die Häufigkeit von Blattläusen	S.336	Intensive Nutzung im Grünland führt zu Veränderungen in der Häufigkeit bestimmter Eigenschaften bei unterschiedlichen Arthropodengruppen	S.352	Was die Interaktionshäufigkeit zwischen Bestäuber und Blüte über Aussterberisiken sagt
Die Bedeutung von strukturellen Landschaftselementen für Fledermausaktivität und Artenreichtum in Agrikulturlandschaften	S.308	Insektenvielfalt stabilisiert Ökosysteme: Blütenbestäuber an kalten und heißen Tagen	S.338	Nutzungsintensität im Grünland verändert die Insektengemeinschaften	S.354	Regionale und nutzungsbedingte Einflüsse auf das Leistungspotential von Bodentieren in Grünländern
Blütenspezialisierung und Stickstoff-Homöostase – Was führt zur Anfälligkeit von Arten?	S.310	Intensive Landnutzung schwächt die Zusammenhänge zwischen den Artenvielfalten verschiedener Tier- und Pflanzengruppen	S.340	Menge oder Auswahl? Wie die Veränderung im Nahrungsangebot Insekten beeinflusst	S.356	Einfluss der Landnutzung auf funktionelle Unterschiede in Arthropoden-Gemeinschaften
Einfluss verschiedener Waldbewirtschaftungssysteme auf die Abbaurate der Laubstreu, Nährstoffdynamik und Aktivität lignin-zersetzender Enzyme	S.312	Das Leben in reichstrukturierten Wäldern – Welchen Einfluss haben Habitatgröße und -qualität auf die genetische Diversität des flugunfähigen Laufkäfers <i>Abax parallelepipedus</i> ?	S.342	Eine vielfältige und strukturreiche Landschaft wirkt sich positiv auf stängelnistende Bienen, Wespen und ihre Gegenspieler aus	S.358	Optimierter Schutz von räuberischen Arthropoden im Dauergrünland durch die Berücksichtigung verschiedener Diversitätsaspekte
Aufzeigen von Veränderungen der Ernährungsweise von Bodentieren in Wäldern	S.314	Barrieren im Genfluss beim Wildschwein: Test der Gültigkeit genetischer Cluster mit mehreren landschaftsgenetischen Ansätzen	S.344	Ausbreitung von Waldkräutern durch Schnecken: Pflanzenart, Schneckenart und die Größe der Schnecken sind entscheidend	S.360	Was beeinflusst das Koloniewachstum der dunklen Erdhummel (<i>B. terrestris</i>)?

Extensive Landnutzung macht Wiesen und Weiden auch für Bienen bunter

Etwa 90% aller Blütenpflanzen sind für ihre Fortpflanzung auf Insekten oder andere Tiere angewiesen, die ihre Blüten bestäuben, indem sie Pollen zwischen Blüten übertragen. Bienen und andere Insekten besuchen Blüten, um Nektar und Pollen für sich und ihre Nachkommen zu sammeln, sodass sowohl Bienen als auch Pflanzen von dieser wechselseitigen Beziehung profitieren. Blütenfarben spielen dabei eine wichtige Rolle, weil Pflanzen durch die Färbung ihrer Blütenblätter Insekten anlocken und diese Insekten die Blüten anhand der Farben unterscheiden können.

In dieser Studie untersuchten wir, ob Beweidung, Mahd und Düngung die Vielfalt der Blütenfarben oder die relative Verteilung der Blütenfarben auf Wiesen und Weiden aus der Sicht von Bienen verändern können. Dazu maßen wir in insgesamt 69 Pflanzengemeinschaften auf unterschiedlich stark genutzten Wiesen und Weiden alle Blütenfarben auf einer Fläche von 600m² mit einem Reflexionsspektrometer. Zusätzlich zählten wir die Blüten, um später ihre gesamte Blütenfläche zu berechnen.

Mit einem Computermodell konnten wir darstellen, wie die blühenden Wiesen und Weiden von Bienen wahrgenommen werden. So zeigten wir, dass durch intensivere Landnutzung die Vielfalt von Blütenfarben aus der Sicht von Bienen reduziert wird. Die Blütenfarbvielfalt der Flächen hängt nicht zuletzt mit ihrer Artenvielfalt zusammen. So ist die Verringerung der Farbvielfalt in unserer Studie eine Folge der sinkenden Zahl verschiedener Pflanzenarten mit steigender Landnutzungsintensität. Außerdem sind stark genutzte Flächen oft nicht nur eintöniger, sondern erscheinen durch eine veränderte Artenzusammensetzung auch weißer als als extensiv genutzte Flächen.

Eine geringere Farbvielfalt und eine Verschiebung der Farbanteile könnten einen negativen Einfluss auf die Artenvielfalt der Bienen haben und ihr Verhalten beeinflussen, was sich auf die Bestäubung der Pflanzen in diesen Ökosystemen auswirken kann.



Autoren

Binkenstein J., Renoult J. P., Schaefer M.

Erschienen als

Increasing land-use intensity decreases floral colour diversity of plant communities in temperate grasslands. *Oecologia* 173: 461–71 (2013)

doi: 10.1007/s00442-013-2627-6

Foto

Binkenstein J.

Blaukraut bleibt Blaukraut... Wie Bienen Blütenfarben im Wald- und im Wiesenlicht sehen

Bienen haben eine große landwirtschaftliche und ökologische Bedeutung. Dennoch haben wir längst noch nicht vollständig verstanden, wie sie ihre Umwelt wahrnehmen. Bei der Suche nach Nektar und Pollen in den Blüten von Pflanzen ist die Farbe der Blütenblätter für die Bienen ein wichtiges Merkmal zur Erkennung und Unterscheidung der Pflanzen. Die meisten blühenden Kräuter finden sich auf Wiesen und Weiden. Aber auch im Wald blühen Pflanzen, die von Bienen besucht werden. Farben entstehen durch die Reflexion von Licht auf einer Oberfläche.

Bei der Wahrnehmung von Farben spielen die Zusammensetzung des einstrahlenden Lichts und die Farbe des Hintergrundes eine entscheidende Rolle. Am braunen Waldboden kommt das Sonnenlicht durch die Schatten der Bäume mit einer geringeren Intensität an als im grünen Gras der Wiesen und Weiden. Auch unterscheidet sich die Zusammensetzung des Lichts, da das direkte Sonnenlicht durch die Blätter der Bäume gefiltert und von ihren Stämmen reflektiert wird. Unterscheiden sich also die Farben von Blüten im dunklen Wald und auf der hell erleuchteten Wiese objektiv oder aus der Sicht von Bienen?

Um diese Frage zu beantworten, maßen wir die Blütenfarben von 239 Wald- und Wiesenblumen mit einem Reflexionsspektrometer und verglichen diese direkt bzw. aus Bienenperspektive miteinander. Die Farbwahrnehmung von Bienen ist unserer gegenüber um etwa 150 nm zu kürzeren Wellenlängen (UV) hin verschoben, und die höchste Empfindlichkeit ihrer 3 Farbrezeptoren ist nicht identisch mit der unserer.

Unsere Untersuchungen zeigen, dass es weder unabhängig vom Auge des Betrachters noch aus Sicht der Bienen einen wesentlichen

Unterschied zwischen den Blütenfarben im Wald und auf Wiesen oder Weiden gibt. Wahrscheinlich sind Bienen in der Lage, diese Lichtunterschiede durch einen Mechanismus im Gehirn zu kompensieren und die Wahrnehmung der Farben konstant zu halten.

Unsere Ergebnisse tragen einen kleinen Teil zum Verständnis der komplexen Zusammenhänge zwischen Blütenpflanzen und Bestäubern in unseren heimischen Ökosystemen bei, der helfen könnte, die Vielfalt von Pflanzen und Insekten zu erhalten.



Autoren

Binkenstein J., Schaefer H. M.

Erschienen als

Flower colours in temperate forest and grassland habitats: a comparative study. *Arthropod-Plant Interactions* 9: 289–299 (2015)

doi: 10.1007/s11829-015-9369-9

Foto

Binkenstein J.

Dasselbe in Blau? – Was Blütenfarben Bienen über die Tiefe der Nektarröhre verraten

Bienen und andere Blütenbesucher haben eine große ökologische und landwirtschaftliche Bedeutung, weil sie beim Sammeln von Nektar Blüten bestäuben und damit für die Fortpflanzung und die Fruchtbildung bei vielen Pflanzenarten sorgen. Pflanzen locken Bestäuber auf kurzen Entfernungen besonders durch ihre Blütenfarben an. Passen die Länge des Insektenrüssels und die Tiefe der Nektarröhre einer Blüte gut zueinander, kann die Blüte bestäubt werden und das Insekt bekommt den Nektar, den es zum Überleben braucht.

In dieser Studie untersuchten wir, ob die Tiefe der Nektarröhre von Blüten mit ihrer Farbe zusammenhängt, sodass blütenbesuchende Insekten anhand der Farbe erkennen könnten, ob sich ein Besuch der Blüte für sie lohnt. Es könnte auch für die Pflanzen von Vorteil sein, wenn ihre Blüten seltener durch fehlgeleitete Besucher besetzt werden und ihre besten Bestäuber gut versorgt sind. Deshalb wäre es denkbar, dass sich im Laufe der Evolution ein Zusammenhang zwischen Blütenfarbe und Nektarröhrentiefe entwickelt hat.

Um dies zu untersuchen, maßen wir mit einem Reflexionsspektrometer die Blütenfarben und Nektarröhrentiefen von 135 Pflanzenarten im Grünland. Einen geringen Teil der Farben und Tiefen entnahmen wir aus einer Datenbank bzw. aus der Fachliteratur. Alle Blütenfarben untersuchten wir entsprechend der besonderen Farbwahrnehmung von Bienen. Bienen sehen z. B. UV-Licht, nehmen aber Rot nicht als Farbe wahr.

Unsere Studie zeigt, dass Blütenfarben und Nektarröhrentiefen nur in bestimmten Fällen zusammenhängen, nämlich bei blauen und violetten Blüten. Diese haben im Durchschnitt besonders tiefe Nektarröhren und werden oft von langrüsseligen Bienen und Hum-

eln besucht. Falls Pflanzen davon profitieren, Blütenbesuchern ihre Nektarröhrentiefe zu signalisieren, spielen wahrscheinlich noch andere Blütenmerkmale wie Duft eine Rolle.

Diese Ergebnisse ergänzen ein kleines Puzzleteil zum Verständnis der Ökosystemfunktionen, durch die Biodiversität geschaffen und erhalten wird.



Autoren

Binkenstein J., Stang M., Renoult J. P., Schaefer M.

Erschienen als

Weak correlation of flower color and nectar-tube depth in temperate grasslands. *Journal of Plant Ecology* 10: 397–405 (2016)

doi: 10.1093/jpe/rtw029

Foto

Binkenstein J.



Regelmäßige Änderungen in der Landnutzung erhöhen die Biodiversität im Grünland

Autoren

Allan E., Bossdorf O., Dormann C. F., Prati D., Gossner M. M., Tschardt T., Blüthgen N., Bellach M., Birkhofer K., Boch S., Böhm S., Börschig C., Chatzinotas A., Christ S., Daniel R., Diekötter T., Fischer C., Friedl T., Glaser K., Hallmann C., Hodac L., Hölzel N., Jung K., Klein A. M., Klaus V. H., Kleinebecker T., Krauss J., Lange M., Morris K. E., Müller J., Nacke H., Pašalić E., Rillig M. C., Rothenwöhler C., Schall P., Scherber C., Schulze W., Socher S. A., Steckel J., Steffan-Dewenter I., Türke M., Weiner C. N., Werner M., Westphal C., Wolters V., Wubet T., Gockel S., Gorke M., Hemp A., Renner S. C., Schöning I., Pfeiffer S., König-Ries B., Buscot F., Linsenmair K. E., Schulze E. D., Weisser W. W., Fischer M.

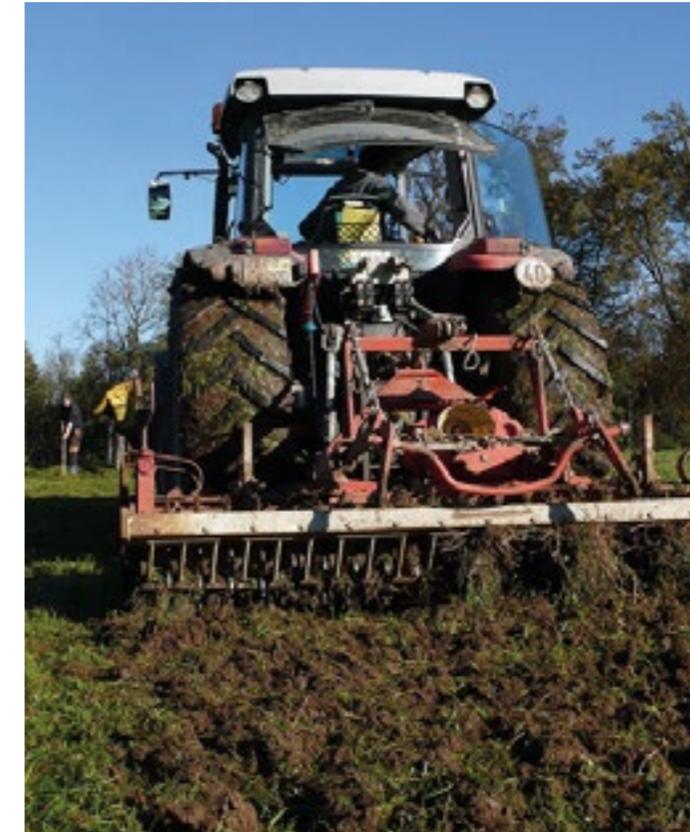
Eine der wichtigsten Einflussfaktoren für die Biodiversität ist zeitliche Heterogenität. Schwankende Umweltbedingungen können verhindern, dass einzelne Arten dominieren und erhöhen so oft die Biodiversität von Ökosystemen. Über den Einfluss von zeitlich variabler Landnutzung wissen wir bisher allerdings wenig.

Der Effekt von Landnutzung auf Biodiversität hängt auch von der untersuchten Organismengruppe ab. Manche Organismen reagieren stark negativ auf Landnutzung, wohingegen andere kaum oder sogar positive Effekte aufzeigen. Wir wollten herausfinden, welche Effekte überwiegen und welchen Einfluss die Landnutzung und deren Änderungen in der Zeit auf die Gesamtbiodiversität von Ökosystemen haben.

In dieser Studie wurde der Einfluss von Düngung, Beweidung und Mahd sowie deren jährliche Variabilität auf die Biodiversität von 150 Grünlandflächen untersucht. Für die Analysen wurde ein Multidiversitätsindex verwendet, der die Biodiversität vieler Organismengruppen im Grünland berücksichtigt und einen Gesamttrend von 49 Pflanzen-, Tier-, Pilz- und Bakteriengruppen aufzeigt.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Multidiversität im Grünland mit steigender Landnutzungsintensität sinkt. Vor allem seltene und oberirdische Arten verschwinden, während häufige und unterirdische Arten weniger reagieren. Eine erhöhte Variabilität der Landnutzung, d.h. ein jährlicher Wechsel in der Art oder Intensität der Landnutzung führt aber zu einem Anstieg der Biodiversität. Dies ist v. a. durch einen Erhalt der seltenen Arten zu erklären, weil dominante Arten nie so dominant werden können, dass sie die seltenen Arten auskonkurrieren und diese lokal aussterben.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass intensive Nutzung generell einen negativen Effekt auf die Biodiversität im Grünland hat, dass aber eine regelmäßige Änderung in der Nutzung eine sinnvolle Strategie sein kann, um Biodiversitätsverluste zu reduzieren.



Erschienen als

Interannual variation in land-use intensity enhances grassland multidiversity. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA 111: 308–313 (2014)

doi: 10.1073/pnas.1312213111

Foto

Hailer J.



Totholz als Lebensraum für Hornmilben

Totholz stellt einen wichtigen Bestandteil von Waldökosystemen dar. Es bietet Lebensraum und Nahrung für eine Vielzahl an Organismen, darunter auch die oftmals zahlenmäßig dominierenden aber wenig bekannten Hornmilben (Oribatida).

Eine zentrale Fragestellung unserer Arbeit war, ob die Baumart, der umgebende Waldtyp und die Region Einfluss auf Dichte, Artenvielfalt und Gemeinschaftsstruktur von totholzbesiedelnden Hornmilben haben. Zudem untersuchten wir das Nahrungsspektrum totholzbewohnender Hornmilben mit Hilfe stabiler Isotope (^{15}N , ^{13}C), aus deren Verhältnissen man die Position eines Organismus im Nahrungsnetz bestimmen kann. Hierzu entnahmen wir Hornmilben aus der Borke von Eichen- und Buchenstämmen, die jeweils für zwei Jahre in Laub- oder Nadelwäldern der drei Versuchsregionen (Schorfheide-Chorin, Hainich-Dün und Schwäbische Alb) gelegen haben.

Die Artenvielfalt und Gemeinschaftsstruktur totholzbesiedelnder Hornmilben wurden signifikant von der Baumart, dem umgebenden Waldtyp und der Region beeinflusst, während keiner dieser Faktoren Einfluss auf die Populationsdichte hatte. Insgesamt wurden die Stämme von relativ wenigen spezialisierten Hornmilbenarten besiedelt – ein Großteil der Arten setzte sich aus bodenlebenden und baumlebenden Arten zusammen. Totholz fungiert in einem frühen Zerfallsstadium offensichtlich weniger als kleinräumig abgegrenzter Lebensraum, sondern viel mehr als Übergangs-Lebensraum. Einige der gefundenen Arten haben sich jedoch dem Totholz als Lebensraum angepasst, indem sie sich durch Borkenkäfer verbreiten lassen oder in auf Totholz spezialisierten Pilzen leben.

Die Isotopenanalyse zeigt, dass Pilze und zu einem geringeren Ausmaß Flechten, Moose und Streu der überwiegenden Mehrheit der Hornmilben als Hauptnahrungsquelle dienen.

Wenngleich viele Organismengruppen in Waldökosystemen von Totholz profitieren, weisen unsere Ergebnisse darauf hin, dass das Totholz auf die Biodiversität von Hornmilben nur einen geringen Einfluss hat.



Autoren

Bluhm C., Scheu S., Maraun M.

Erschienen als

Oribatid mite communities on the bark of dead wood vary with log type, surrounding forest and regional factors. *Applied Soil Ecology* 89: 102–112 (2015)

doi: 10.1016/j.apsoil.2015.01.013

Foto

Bluhm S.



Schnecken fressen besonders die häufig vorkommenden Flechtenarten

Die meisten Flechtenarten produzieren Inhaltsstoffe, die unterschiedliche Eigenschaften haben und eine Vielzahl von Funktionen, wie Schutz gegen UV-Licht, Bakterien und Fraßfeinde, übernehmen. Heutzutage sind ca. 800 verschiedene dieser Flechteninhaltsstoffe bekannt. Welche dieser Stoffe als Schutz gegen Fraßfeinde, wie Schnecken, dienen oder ob Schnecken bevorzugte Flechten sogar anhand dieser Inhaltsstoffe erkennen können, ist jedoch noch weitgehend unbekannt.

Wir sammelten deshalb 24 unterschiedlich häufige Flechtenarten, sowie verschiedene, an Bäumen lebende Schneckenarten auf der Schwäbischen Alb. Wir fütterten dann unbehandelte und mit Aceton inhaltsstofffrei gewaschene Proben der Flechten an die Schnecken.

Die Schnecken bevorzugten von 5 Flechtenarten die ausgewaschenen gegenüber den unbehandelten Proben. Dies deutet auf einen chemischen Fraßschutz der Inhaltsstoffe dieser 5 Flechtenarten hin. Bei 2 Flechtenarten fanden wir jedoch das Gegenteil: die Schnecken bevorzugten die unbehandelten gegenüber den ausgewaschenen Proben. Je häufiger eine Flechtenart im Lebensraum der Schnecken vorkam, desto mehr wurde von den unbehandelten Flechten gefressen. Das Gegenteil war der Fall bei seltenen Flechtenarten, welche unbehandelt kaum von den Schnecken angenommen wurden.

Dies deutet darauf hin, dass Schnecken die Inhaltsstoffe der häufigsten Nahrungsquellen erkennen und sich an diese anpassen.



Autoren

Boch S., Fischer M., Prati D.

Erschienen als

To eat or not to eat – Relationship of lichen herbivory by snails with secondary compounds and field frequency of lichens. *Journal of Plant Ecology* 8: 642–650 (2015)

doi: 10.1093/jpe/rtv005

Foto

Krauss J.

Die Struktur von Lebensräumen in Waldboden-Ökosystemen beeinflusst die Räuber-Beute-Wechselbeziehungen

Streu dient zeitgleich als wichtiger Lebensraum und als Nahrungsressource für Bodenorganismen. Aufgrund ihrer Komplexität sind die Prozesse des Energieflusses und die Beziehungen innerhalb des Nahrungsnetzes noch nicht komplett verstanden. Den Energiefluss zwischen Räuber und Beute untersuchen Ökologen oft, um daraus Rückschlüsse auf die Gemeinschaftsstrukturen, Populationsdynamiken und Ökosystemfunktionen zu ziehen.

In dieser Studie erforschten wir, wie sich die Strukturen von Waldbodenlebensräumen auf die Wechselbeziehungen zwischen Arten auswirken.

Dazu kombinierten wir verschiedene Tiere im Labor und setzten sie in Arenen, die eine unterschiedliche Laubmenge enthielten, um Veränderungen in der räumlichen Struktur des Lebensraums und die Fraßraten von räuberischen Wirbellosen zu untersuchen. Bei den Tieren handelt es sich um die räuberischen Hundertfüßer der Art *Lithobius mutabilis* und die Springschwänze der Art *Heteromurus nitidus*, die eine Beute darstellen.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine dicke Laubstreuerschicht, wie sie für viele einheimische Waldbodensysteme typisch ist, zu einer Reduzierung der Dichten von Räuber und Beuten führt, welches damit zu begründen ist, dass sich Räuber und Beute seltener begegnen. Daher ist anzunehmen, dass Springschwänze nur dort effektiv durch die Hundertfüßer bejagt werden, wo eine schnell zersetzbare Laubstreu zu weniger komplexen Mikrolebensräumen führt. Im Gegensatz dazu erfolgt in vielen typischen Waldbodensystemen der gemäßigten Zonen der Laubstreuabbau langsam und die dicke Streuschicht ist reich an komplexen Mikrohabitaten.



In unserer Studie haben wir gezeigt, dass die räumliche Struktur des Mikrolebensraums maßgeblich die Stärke des Fraßdrucks bestimmt. Dies ist ein deutlicher Hinweis, dass nicht nur die Beziehungen des Fressen-und-gefressen-werdens die Organisation und Struktur lokaler Ökosysteme bestimmt.



Autoren

Kalinkat G., Brose U., Rall B. C.

Erschienen als

Habitat structure alters top-down control in litter ecosystems. *Oecologia* 172: 877–887 (2013)

doi: 10.1007/s00442-012-2530-6

Foto

Pommer U.

Wer frisst wen im Boden? Neue molekulare Marker zeigen Beutewahl von Hundertfüßern und Co.

Die molekulare Darminhaltsanalyse ist eine innovative, hochspezifische und exakte Methode, um mithilfe der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) DNA-Spuren von Beutetieren im Verdauungstrakt von räuberischen Wirbellosen, wie etwa Hundertfüßern oder Spinnen, nachzuweisen. Mit dieser Technik ist es möglich, die Nahrungswahl und Räuber-Beute-Beziehungen selbst unter komplizierten Umständen zu untersuchen, wie sie etwa der Lebensraum Boden bietet, wo direkte Beobachtungen häufig nicht möglich sind.

Wir untersuchen die Eignung von unterschiedlichen DNA-Sequenzen zur eindeutigen Bestimmung von Beutetieren im Räuberdarm, welche als Grundlage zur Anfertigung von geeigneten molekularen Markern, sogenannten PCR-Primern, dienen sollen. Ziel ist die Schaffung mehrerer gruppen- und artspezifischer PCR-Primer von bodenlebenden Beutetieren von Räubern, wie dem Steinkriecher, Spinnen oder Laufkäfern. Die Methode setzt voraus, dass auf den DNA-Sequenzen geeignete PCR-Primer Anbindestellen lokalisiert sein müssen, deren Spezifität an Ziel- und Nichtziel-Organismen geprüft werden muss.

Es war möglich, art- und gruppenspezifische PCR-Primer zum Nachweis von 5 Arten von Springschwänzen sowie von Fliegenlarven, Milben, Spinnen, Kurzflügelkäfern, Hundertfüßern und Asseln zu bestimmen, welche die wichtigsten Beutetiergruppen von Räubern im Waldboden darstellen. Erste Tests des Darminhaltes von Steinkriechern zeigten den erfolgreichen Nachweis von 5 unterschiedlichen Beutegruppen.

Mithilfe dieser PCR-Primer ist es nun möglich, einfach und exakt die Nahrungsbeziehungen zwischen den bodenlebenden Wirbellosen zu untersuchen und damit die Komplexität der Nahrungsnetze

im Boden darzustellen. Dadurch können der jeweilige Anteil von bestimmten Arten im Beutespektrum ausgewählter Räuberarten untersucht und Vergleiche zwischen Nahrungsnetzen in verschiedenen Waldbodentypen unternommen werden.



Autoren

Eitzinger B., Micic A., Körner M., Traugott M., Scheu S.

Erschienen als

Unveiling soil food web links: New PCR assays for detection of prey DNA in the gut of soil arthropod predators. *Soil Biology and Biochemistry* 57: 943–945 (2013)

doi: 10.1016/j.soilbio.2012.09.001

Foto

Pixabay



Wie wirken sich Größe und Beutequalität auf Nachweisbarkeit von Beute-DNA im Räuber Darm aus?

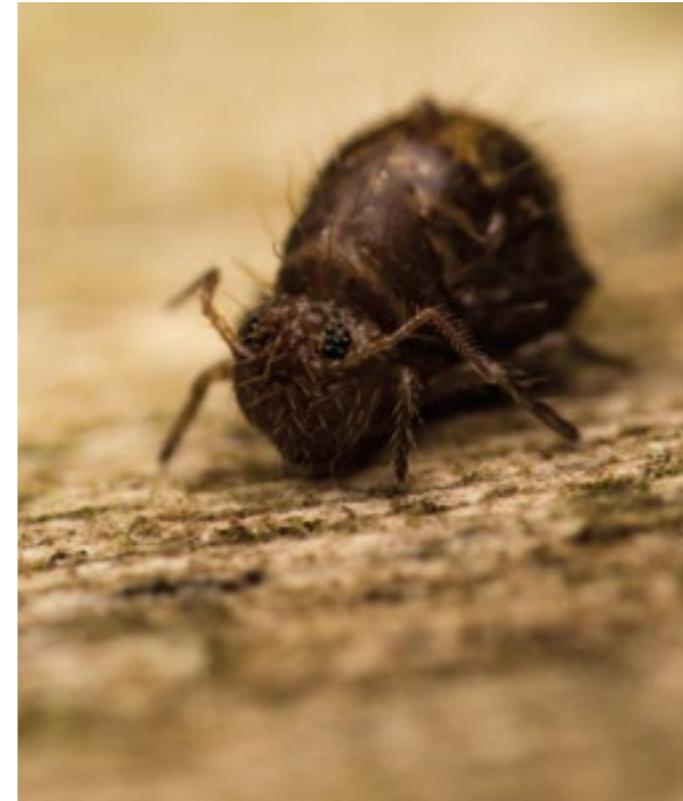
Größe des Räubers sowie Qualität der Beute sind wichtige Faktoren in der Beutetierwahl von wirbellosen Räubern. Beide Faktoren könnten eine wichtige Rolle beim Nachweis von Beute-DNA im Räuber Darm, der molekularen Darminhaltsanalyse, spielen.

Da die Stoffwechselrate mit der Körpergröße zusammenhängt, gehen wir der Frage nach, ob große Räuber eine schnellere Verdauung besitzen und somit Beute-DNA weniger lange im Darm nachweisbar ist. Darüber hinaus sind wir daran interessiert, ob eine höhere Beutetierqualität, ausgedrückt in einem Verhältnis von Stickstoff-zu-Kohlenstoff im Gewebe (wobei ein höherer Stickstoffanteil eine bessere Qualität bedeutet) schneller vom Räuber verdaut werden kann und damit ebenfalls kürzer nachweisbar ist.

In einem kontrollierten Laborexperiment werden kleine, mittelgroße und große Individuen von Steinkriechern (Hundertfüßern) mit Springschwänzen gefüttert, um den Einfluss von Körpergröße zu ermitteln. In einem anderen Experiment werden mittelgroße Steinkriecher entweder mit Springschwänzen, Fruchtfliegen oder Regenwürmern gefüttert, um den Einfluss von Beutetierqualität zu messen. In beiden Experimenten werden Räuber-Individuen zu unterschiedlichen Zeitpunkten nach dem Fraß getötet und auf Beutetier-DNA untersucht.

Es gibt keine Unterschiede in der Nachweisbarkeit von Beute-DNA in unterschiedlich großen Räubern, womit gezeigt wird, dass verschieden große Räuber gleich schnell ihre Beute verdauen. Im zweiten Experiment sehen wir, dass Beute mit optimaler Qualität anscheinend am schnellsten verdaut wird, dies aber auch auf eine geringere DNA-Menge im Tiergewebe zurückzuführen ist.

Wir empfehlen daher in zukünftigen Studien, sowohl auf die DNA-Menge im Körpergewebe als auch auf die Genauigkeit der Analyseverfahren für unterschiedliche Beutetiere zu achten, um keine falschen Interpretationen bezüglich aufgenommener Nahrungsmenge zuzulassen.



Autoren

Eitzinger B., Unger E. M., Traugott M., Scheu S.

Erschienen als

Effects of prey quality and predator body size on prey DNA detection success in a centipede predator. *Molecular Ecology* 23: 3767–3776 (2014)

doi: 10.1111/mec.12654

Foto

Bluhm S.



CSI im Boden: DNA-Spuren verraten uns, wann und wo der Springschwanz-Killer zuschlägt!

Die Beutetierwahl von bodenlebenden wirbellosen Räubern hängt von vielen Umweltfaktoren wie etwa der Auflagendicke von Laubstreu zusammen. Dies würde bedeuten, dass sich die Beutetierwahl von den gleichen Räuberarten in verschiedenen Habitaten (z. B. unterschiedlich bewirtschafteten Wäldern) unterscheidet und somit auch die Struktur des Nahrungsnetzes eine andere ist.

Wir untersuchten die Nahrungswahl von unterschiedlich großen Steinkriecher-Arten in 4 verschieden bewirtschafteten Forsttypen in 2 Regionen Deutschlands. Wir wollen wissen, wie sich Umweltfaktoren, die wir direkt von der Intensität des Waldmanagements ableiteten, auf die Beutetierwahl auswirken.

Mittels der molekularen Darminhaltsanalyse, welche Beutetier-DNA im Räuber Darm detektiert, untersuchen wir die Häufigkeit von Fraß an 3 wichtigen Beutetieren (Springschwänze, Fliegenlarven, Regenwürmer), welche in allen Waldtypen vorkommen. Wir untersuchen dabei den Einfluss von Laubstreuicke, Boden-pH-Wert, Körpergröße des Räubers und Beutetierdichte auf die Nahrungspräferenz von Steinkriechern.

Während der Waldbewirtschaftungstyp keinen Einfluss auf die Beutepräferenz zeigt, ändert sich diese mit der Auflagendicke der Laubstreu und dem Boden-pH-Wert. Darüber hinaus ist die Körpergröße entscheidend: Während große Steinkriecher mehr fressen, je größer die Beutetierdichte ist, verhält es sich umgekehrt für kleine Räuber. Letztere profitieren allerdings von einer höheren Laubstreuicke, in der sie durch ihre geringe Größe besser Beute finden können, während große Steinkriecher auf oberflächennahe Schichten beschränkt sind.



Die Ergebnisse zeigen, wie stark sich Umweltfaktoren, die indirekt durch die Art der Forstbewirtschaftung verändert werden, auf die Beutetierwahl und damit auf die Struktur des Bodennahrungsnetzes auswirken können.



Autoren

Günther B., Rall B. C., Ferlian O., Scheu S., Eitzinger B.

Erschienen als

Variations in prey consumption of centipede predators in forest soils as indicated by molecular gut content analysis. *Oikos* 123: 1192–1198 (2014)

doi: 10.1111/j.1600-0706.2013.00868.x

Foto

Ferlian O.

Welchen Einfluss hat Waldnutzung auf die Ernährung kleiner Bodentiere?

Man geht davon aus, dass wirbellose Bodentiere, einschließlich der sehr häufigen Springschwänze, ein weiträumiges Beutespektrum aufweisen. Aktuelle Analysen zeigen, dass sie verschiedene Ebenen im Nahrungsnetz einnehmen.

Mit dieser Studie sollten die Nahrungsspektren der Bodentiere am Beispiel der Springschwänze beleuchtet werden. Zudem interessierte uns, ob Nahrungsspektren konstant sind oder möglicherweise zwischen verschiedenen Lebensräumen, wie zum Beispiel Wäldern verschiedener Nutzung, variieren können.

Für die Auswertung nutzten wir die stabile Isotopen- und Fettsäureanalyse. Gerade in Kombination erlauben diese Methoden Einblicke in die Nutzung von Ressourcen und in deren Position innerhalb des Nahrungsnetzes. Wir untersuchten sechs Springschwanzarten in verschiedenalten Buchen- und Nadelwäldern im Hainich, in der Schorfheide-Chorin und der Schwäbischen Alb. Zudem untersuchten wir die mikrobielle Zusammensetzung der Streuschicht.

Die Fettsäuremuster und Isotopensignaturen der Tiere unterschieden sich nicht zwischen den Wäldern, aber zwischen den Arten. Dies deutet darauf hin, dass die verschiedenen Arten verschiedene Nahrungsspektren aufweisen. Zwei Arten ähnelten einander und unterschieden sich stark von allen anderen Arten. Ihre hohe Isotopensignatur deutet darauf hin, dass zumindest eine Art räuberisch lebt. Allgemein sah man jedoch, dass die Tiere eher eine Mischung verschiedener Ressourcen nutzen. Zudem scheinen Springschwänze von kleinräumig verteilten Ressourcen zu leben. Diese waren in allen untersuchten Wäldern zu finden.

Springschwänze haben unterschiedliche Nahrungsspektren und erfüllen deshalb verschiedene Funktionen im Boden. Unsere Studie zeigte, dass bestimmte Arten in den unterschiedlichen Lebensräumen die gleichen Ressourcen finden können.



Autoren

Ferlian O., Klarner B., Langeneckert A. E., Scheu S.

Erschienen als

Trophic niche differentiation and utilisation of food resources in collembolans based on complementary analyses of fatty acids and stable isotopes. *Soil Biology and Biochemistry* 82: 28–35 (2015)

doi: 10.1016/j.soilbio.2014.12.012

Foto

Ferlian O.



Welchen Einfluss hat Waldnutzung auf die Ernährung räuberischer wirbelloser Bodentiere?

Die wirtschaftliche Nutzung nahezu aller europäischen Wälder beeinflusst die Artenvielfalt und die Struktur von Nahrungsnetzen. Hundertfüßer sind wichtige wirbellose Räuber im Boden und gelten als Generalisten (= wenig spezialisiert). Es ist jedoch wenig über die Bandbreite der Nahrungsspektren von Hundertfüßern in verschiedenen Wäldern und die verantwortlichen Faktoren bekannt, die unsere Studie zu beleuchten versucht.

Durch die Kombination von sogenannten Fettsäureanalysen, die die Erforschung der Ressourcennutzung ermöglichen, und stabile Isotopenanalysen, die Einblicke in die Struktur des Zersetzer-Nahrungsnetzes erlauben, konnten wir die Variation in der Ernährung zweier Hundertfüßerarten in verschieden alten Buchen- und Nadelwäldern untersuchen.

Die Fettsäuremuster der 2 Arten waren unterschiedlich, was auf eine unterschiedliche Ernährung hinweist. Eine Art ernährte sich eher von Pilzfressern, die andere stärker von Bakterienfressern. Die Unterschiede waren in den Nadelwäldern am deutlichsten ausgeprägt. Wir vermuten, dass die dichte Nadelstreu der größeren Art den Zugang zu bestimmten Ressourcen in der Tiefe verwehrt, wohingegen die kleinere Art Zugang hat und im eher bakterien-dominierten tiefen Boden frisst. Zudem zeigten die Isotopenanalysen, dass die Haupt-Kohlenstoffquelle der kleineren Art vermutlich Pflanzenwurzeln sind.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Struktur von Lebensräumen eine wichtige Rolle für die Ernährung von Bodentieren und somit für Nahrungsnetze spielt.



Autoren

Ferlian O., Scheu S.

Erschienen als

Shifts in trophic interactions with forest type in soil generalist predators as indicated by complementary analyses of fatty acids and stable isotopes. *Oikos* 123: 1182–1191 (2014)

doi: 10.1111/j.1600-0706.2013.00848.x

Foto

Bluhm S.

Unterschiede in der Ernährung verschiedener Regenwurmarten und der Einfluss von Waldnutzung

Eine der größten Herausforderungen in der Bodenökologie ist die Erfassung der Organismen, die stabile Formen des Kohlenstoffs nutzen können. Um die Prozesse und Nährstoffkreisläufe im Boden zu verstehen, ist es allerdings wichtig auch die Kreisläufe der vielen verschiedenen Formen der gängigen Nährstoffe zu kennen und zu wissen, welche Organismen davon leben. Aktuelle Studien weisen darauf hin, dass eine bestimmte Gruppe von Regenwurmarten, die im Mineralboden leben, zur Nutzung von stabilen Formen des Kohlenstoffs in der Lage ist, jedoch weiß man noch nicht, um welche stabilisierten Kohlenstoffverbindungen es sich genau handelt. Des Weiteren basieren die meisten Studien auf visuellen Beobachtungen und beinhalten somit nur die aufgenommene Nahrung und nicht die tatsächlich verstoffwechselte.

Wir analysierten 7 Regenwurmarten unterschiedlicher Ernährungstypen in Buchen- und Fichtenwäldern auf die Herkunft ihrer Nahrungsressourcen.

Dies passierte unter Verwendung der Isotopenanalyse von Speicherfetten. Diese ermöglicht es, Herkünfte von Kohlenstoffressourcen in Regenwürmern aufzudecken. Der Boden wurde in seine verschiedenen Partikelgrößen aufgetrennt und zusätzlich analysiert, genauso wie die Laubstreu.

Streulebende Regenwürmer nutzten kürzlich gebundene Kohlenstoffressourcen, bodenlebende dagegen stabile ältere. Regenwürmer, die in beiden Schichten leben, schienen eine Mischung aus beiden Ressourcentypen zu nutzen. Die Ressourcennutzung unterschied sich nicht zwischen Laub- und Nadelwäldern. Es zeigte sich zudem, dass die bodenlebenden Arten stärker von den kleinen Bodenfraktionen abhängig waren.



Die Ergebnisse zeigen, dass Regenwürmer verschiedener Gruppen Kohlenstoffquellen verschiedenen Ursprungs und unterschiedlicher Stabilität nutzen. Regenwürmer scheinen Ressourcen zu nutzen, die anderen Bodentieren nicht zugänglich sind. Die Erforschung von Regenwürmern und ihrer Rolle als „Bodenverbesserer“ ist ein wichtiges Arbeitsgebiet in der landwirtschaftlichen Ökologie in Zusammenhang mit der Steigerung von Ernteerträgen.



Autoren

Ferlian O., Cesarz S., Marhan S., Scheu S.

Erschienen als

Carbon food resources of earthworms of different ecological groups as indicated by ¹³C compound-specific stable isotope analysis. *Soil Biology and Biochemistry* 77: 22–30 (2014)

doi: 10.1016/j.soilbio.2014.06.002

Foto

Ferlian O.

Einschränkungen bei der Verwendung von Arthropoden als Indikatoren in gemäßigten Wäldern

Da Arthropoden terrestrische Ökosysteme bzgl. Biomasse und Artenzahl dominieren, können sie potenziell eine wichtige Rolle als Umweltindikatoren in der angewandten Ökologie und im Naturschutz einnehmen.

In dieser Studie überprüften wir die Eignung von Arthropoden als Indikatoren für bestimmte Waldtypen. Als Basis dienten Daten einer umfangreichen standardisierten Erfassung von verschiedenen Artengruppen mit verschiedenen Fallensystemen in insgesamt 93 reifen temperaten Waldbeständen in Deutschland.

Unter den insgesamt 2.041 erfassten Arten wurden nur 4 Arten als Indikatoren für den gleichen Waldtyp in allen 3 untersuchten Regionen festgestellt und kein einzelnes Taxon oder einzelne Gilde zeigte eine bessere Indikatorfunktion als andere Gruppen. Indikatoren waren generell häufiger und weiter verbreitet als Nicht-Indikatoren, aber sowohl Häufigkeit als auch Verbreitung variierten stark zwischen den Arten. Indikatorwerte korrelierten stark zwischen 2 Untersuchungsjahren aber die Identität von 50% der signifikanten Indikatoren änderte sich, was eine hohe Zwischen-Jahres-Variabilität erwarten lässt.

Aus den Ergebnissen folgern wir, dass Arthropoden auf der räumlichen Skala von Deutschland keine verlässlichen Indikatoren darstellen und deshalb auf regionaler Ebene definiert werden sollten. Zudem empfehlen wir Indikatorarten über Taxa und Nahrungsebenen hinweg zu definieren. Zukünftige Evaluierungen von Indikatorarten sollten über mehrere Jahre und basierend auf standardisierten Erfassungsprotokollen durchgeführt werden, um, trotz der hohen Häufigkeitsschwankungen von Arthropodenarten, Indikatorarten verlässlich zu definieren.



Autoren

Gossner M. M., Fonseca C. R., Pašalić E., Türke M., Lange M., Weisser W. W.

Erschienen als

Limitations to the use of arthropods as temperate forests indicators. *Biodiversity and Conservation* 23: 945–962 (2014)

doi: 10.1007/s10531-014-0644-3

Foto

Pommer U.

Buche lockt Gegenspieler von Pflanzenfressern durch freigesetzte Düfte an

Gegenspieler von pflanzenfressenden Insekten sind wichtig für die Kontrolle von Schädlingen. Aus Agrarsystemen wissen wir, dass sich die Intensivierung der Landnutzung negativ auf die Schädlingskontrolle als wichtige Ökosystemdienstleistung auswirken kann.

Das Ziel unserer Studie war es, die Bedeutung von Bewirtschaftung für den natürlichen Feinddruck und die Möglichkeit der biologischen Kontrolle in Buchenwäldern zu untersuchen. Wir erwarten, dass die durch Pflanzenfraß von der Buche freigesetzten flüchtigen Substanzen als Signal zur Anlockung von Parasitoiden und Räubern der Pflanzenfresser dienen. Des Weiteren erwarten wir, dass die Bewirtschaftung die Zusammensetzung der angelockten Insektengemeinschaften beeinflusst.

Wir setzten Raupen des Schwammspinners auf Buchen, welche dadurch Herbivoren-induzierte flüchtige Stoffe freisetzen. Wir installierten Kreuzgazegefallen sowohl neben jungen Buchen als auch neben nicht-infizierten Kontrollbäumen.

Neben den Raupen-infizierten Bäumen wurden im Vergleich zu den Kontrollbäumen signifikant mehr Parasitoide gefangen, unabhängig von der Bewirtschaftung. Die trophische Zusammensetzung der Gemeinschaften unterschied sich jedoch zwischen den Bewirtschaftungstypen. Während der Anteil von kauenden Insekten in unbewirtschafteten Wäldern am höchsten war, zeigten saugende Insekten in Beständen niedriger Bewirtschaftungsintensität und Parasitoide in jungen intensiv bewirtschafteten Beständen den höchsten Anteil. Weder die Anzahl natürlicher Buchenjungpflanzen noch die Stärke der Herbivorie in der Umgebung beeinflusste die Anzahl der gefangenen Parasitoiden.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass Herbivoren-induzierte, von der Buche freigesetzte flüchtige Stoffe unter Feldbedingungen Gegenspieler von Pflanzenfressern anlocken. Sie legen darüber hinaus nahe, dass eine durch Bewirtschaftung veränderte strukturelle Komplexität von Wäldern für die Aktivität von Parasitoiden und damit der indirekten Pflanzenabwehr eine geringe Rolle spielt.



Autoren

Gossner M. M., Weisser W. W., Gershenson J., Unsicker S. B.

Erschienen als

Insect attraction to herbivore-induced beech volatiles under different forest management regimes. *Oecologia* 176: 569–80 (2014)

doi: 10.1007/s00442-014-3025-4

Foto

Weiner C.

Unterschiedliche Reaktionen von Buchen-Herbivoren und -Herbivorie auf Bewirtschaftung in temperaten europäischen Wäldern

Waldbewirtschaftung beeinflusst nicht nur die Biodiversität, sondern könnte auch durch Organismen vermittelte Ökosystemprozesse, wie z. B. Herbivorie, verändern.

Mit dem Ziel, generelle Zusammenhänge zwischen Waldbewirtschaftung und Herbivorie aufzudecken, untersuchten wir oberirdische Herbivorie in der sonnenexponierten Krone und an Jungpflanzen im Unterwuchs in 105 Buchen-dominierten Waldbeständen in 3 Regionen Deutschlands. Hierbei untersuchten wir den Schaden getrennt nach Herbivoren-Gilden, z.B. kauende, saugende und schabende Herbivoren, galleninduzierende Insekten und Milben sowie Blattminierer. Wir stellten uns die Frage, ob sich Herbivorie zwischen unterschiedlichen Bewirtschaftungsregimen (unbewirtschaftete, ungleichaltrig bewirtschaftete, gleichaltrig bewirtschaftete Wälder) und zwischen Entwicklungsstadien innerhalb der Altersklassenwälder unterscheidet. Zusätzlich testeten wir auf Konsistenz der Ergebnisse zwischen Regionen, vertikalen Strata und Herbivorengilden.

Im Durchschnitt zeigten fast 80 % der Buchenblätter Fraßschäden, und ca. 6 % der Blattfläche war gefressen. Schäden durch kauende Insekten waren am häufigsten, während Saug- und Schabeschäden selten auftraten. Blattschäden waren generell häufiger in der Krone als im Unterwuchs, insbesondere die durch kauende, schabende und minierende Insekten verursachten. Die Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsvarianten waren gering und der Einfluss der Bewirtschaftung unterschied sich zwischen den Regionen, zwischen Strata und Schadtypen.

Wir folgern aus unseren Ergebnissen, dass trotz der geringen Anzahl an Arten, die an Buche frisst, die Herbivorie relativ hoch ist.



Die Reaktion von Herbivorie auf Bewirtschaftung ist vielschichtig, und Umweltfaktoren wie Forststrukturvariablen, die insbesondere mikroklimatische Bedingungen beeinflussen, können die Variabilität in der Herbivorie zwischen Buchenwaldbeständen wahrscheinlich besser erklären.



Autoren

Gossner M. M., Pašalić E., Lange M., Lange P., Boch S., Hessenmöller D., Müller J., Socher S. A., Fischer M., Schulze E.-D., Weisser W.W.

Erschienen als

Differential responses of herbivores and herbivory to management in temperate European beech. PLOS ONE 9: e104876 (2014)

doi: 10.1371/journal.pone.0104876

Foto

Mai I.

Morphometrische Maße von Wanzen in Grasländern dreier Gebiete Deutschlands

Die Beziehungen zwischen Biodiversität und Ökosystemfunktionen sind zu einem Schwerpunktthema in der Ökologie geworden. Die Funktionen von Arten in Ökosystemen werden über ihre Eigenschaften vermittelt. Um den Zusammenhang zwischen Umwelt-Steuergrößen, der Zusammensetzung von Organismengemeinschaften und Ökosystemfunktionen besser zu verstehen, ist es deshalb wichtig, die Veränderungen in der Eigenschaftszusammensetzung der Arten in Gemeinschaften zu untersuchen.

In dieser Studie maßen wir morphometrische Arteigenschaften (sog. Traits) von insgesamt 179 Wanzenarten, die wir mit Kescherfängen auf insgesamt 150 Grasländern in 3 Regionen Deutschlands zwischen 2008 und 2012 erfasst haben. Die Flächen repräsentieren die gesamte Breite an Nutzungsintensitäten von extensiven Weiden zu Mähweiden bis hin zu intensiv bewirtschafteten und gedüngten Wiesen.

In dieser Arbeit stellen wir eine Datenbank von Mittelwerten von 23 morphometrischen Maßen über Geschlecht und Morphotypen hinweg für jede Wanzenart bereit. Es wird angenommen, dass diese morphometrischen Maße mit der Anpassung an ihre und Funktion in ihrer Umwelt zusammenhängen. Somit können die relativen morphometrischen Eigenschaften stellvertretend für ökologische Eigenschaften der Arten, die ihre Leistung und Fitness beeinflussen, herangezogen werden.

Unsere Datenbank kann von zukünftigen arteigenschaftsbasierten Studien für die Entwicklung und Überprüfung von Hypothesen zur funktionalen Bedeutung dieser Arteigenschaften herangezogen werden. Beispiele umfassen Studien zur funktionalen Reaktion von Insektengemeinschaften auf Umweltsteuergrößen und wie Ände-

runge in der Arteigenschaftszusammensetzung Ökosystemprozesse beeinflusst.



Autoren

Gossner M. M., Simons N. K., Höck L., Weisser W. W.

Erschienen als

Morphometric measures of Heteroptera sampled in grasslands across three regions of Germany. *Ecology* 96: 1154–1154 (2015)

doi: 10.1890/14-2159.1

Foto

Pommer U.



Eine Zusammenstellung von 8 funktionellen Merkmalen für Arten der Käfer, Wanzen, Heuschrecken und Spinnen in Grünländern Deutschlands

Untersuchungen funktioneller Artenmerkmale haben unser Wissen über die Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf Arthropodengemeinschaften und die damit verbundenen Prozesse verbessert. Trotzdem gibt es bisher nur wenige Studien, die getestet haben, welche funktionellen Merkmale in Arthropodengemeinschaften von bestimmten Umweltbedingungen beeinflusst werden und welche Eigenschaften sich wiederum auf Ökosystemfunktionen auswirken. Zusätzlich wird das Sammeln funktioneller Eigenschaften für eine große und taxonübergreifende Anzahl von Arten durch die schiefe Anzahl an Arten und durch lückenhafte und nicht vergleichbare Datenbanken erschwert.

Für die vorliegende Studie sammelten wir in den Jahren 2008 bis 2012 mit Kescherfängen Arthropodenproben von 150 bewirtschafteten Grünländern in 3 verschiedenen Regionen Deutschlands. Die untersuchten Flächen bilden dabei das Spektrum von extensiver Beweidung über Mähweiden bis hin zu intensiv genutzten, gedüngten Wiesen ab. Für die 1.230 gefangenen Arten, darunter Käfer, Wanzen und Zikaden, Heuschrecken (Langfühlerschrecken, Kurzfühlerschrecken) und Webspinnen, wurden folgende Merkmale erhoben: Körpergröße, Ausbreitungsfähigkeit, Ernährungsgilde und Wirtspflanzenspezialisierung (bei Herbivoren), Ernährungsweise, konsumiertes Pflanzengewebe (bei saugenden Herbivoren), konsumierte Pflanzenteile (bei kauenenden Herbivoren), endophage Lebensweise (bei Herbivoren) und bevorzugtes vertikales Stratum. Wir trugen Daten zu den funktionellen Merkmalen aus verschiedenen Literaturquellen zusammen und ergänzten durch Angaben aus zuverlässigen Internetquellen sowie durch persönliche Erfahrungswerte der Autoren.

Die publizierten Daten ermöglichen eine taxonübergreifende Analyse zu Veränderungen von Gemeinschaften in Bezug auf Arteeigenschaften. Der Ansatz kann auch in anderen Systemen angewendet werden.



Autoren

Gossner M. M., Simons N. K., Achtziger R., Blick T., Dorow W. H. O., Dziocck F., Köhler F., Weisser W. W.

Erschienen als

A summary of eight traits of Coleoptera, Hemiptera, Orthoptera and Araneae, occurring in grasslands in Germany. *Scientific Data* 2: 150013 (2015)

doi: 10.1038/sdata.2015.13

Foto

Boch S.



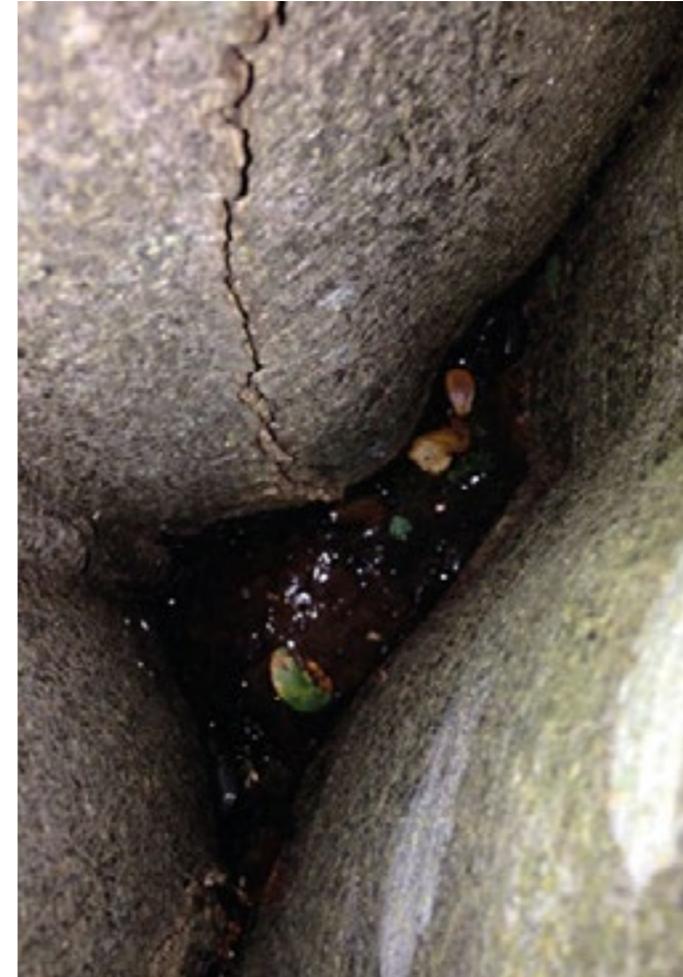
Waldbewirtschaftung beeinflusst die Artengemeinschaften in wassergefüllten Baumhöhlen durch Veränderungen von Detritusmenge und Wasserchemie

Insektengemeinschaften in wassergefüllten Baumhöhlen könnten sensitiv auf Waldbewirtschaftung reagieren. Wir stellten die Hypothese auf, dass mit steigender Bewirtschaftungsintensität im Wald sowohl Abundanz als auch Artenreichtum von aquatischen Arthropoden in Baumhöhlen zurückgehen und sich die Artengemeinschaft in ihrer Zusammensetzung und trophischen Struktur verändert.

Um diese Hypothesen zu prüfen, kartierten wir 910 wassergefüllte Baumlöcher in 2 Regionen in Deutschland und untersuchten 199 der sich darin entwickelnden Insektengemeinschaften.

Diese Daten zeigten, dass höhere Bewirtschaftungsintensität zu deutlich geringeren Häufigkeiten und Artenzahlen von Insekten in Baumhöhlen führt. Dabei kam der wichtigste indirekte Effekt von Managementintensität auf die Artenzusammensetzung in den Baumhöhlen durch die geringere Verfügbarkeit von Detritus und die veränderte Wasserchemie zustande. Beide Faktoren stellen Habitatfilter dar. Höhere Bewirtschaftungsintensität führte zu geringerer Verfügbarkeit der benötigten Habitatstrukturen auf Bestandsniveau; dies führte jedoch unerwartet zu einem Anstieg der lokalen Insektenabundanzen in einzelnen Baumhöhlen. Die Artenvielfalt in Baumhöhlen auf der regionalen Skala nahm mit steigender Bewirtschaftungsintensität deutlich ab, wahrscheinlich aufgrund von geringerer Vielfalt an verfügbaren Lebensräumen. Wir konnten nicht nachweisen, dass bewirtschaftungsinduzierte Steigerungen von Pflanzendiversität auf Bestandesebene einen Effekt auf die Artengemeinschaften einzelner Baumhöhlen haben.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass das Management von Wäldern in gemäßigten Breiten eine Reihe von Faktoren berücksichtigen muss, um aquatische Insektengemeinschaften in Baumhöhlen zu erhalten.



Autoren

Gossner M. M., Lade L., Rohland A., Sichert N., Kahl T., Bauhus J., Weisser W. W., Petermann J. S.

Erschienen als

Effects of management on aquatic tree-hole communities in temperate forests are mediated by detritus amount and water chemistry. *Journal of Animal Ecology* 85: 213–226 (2016)

doi: 10.1111/1365-2656.12437

Foto

Petermann J.

Auf der Suche nach der optimalen Fangflüssigkeit zum Fang von Arthropoden

Die Standardisierung von Erhebungen ist wichtig für die Vergleichbarkeit von Resultaten verschiedener Studien. In Studien mit Invertebraten werden meist Barber- oder Flugfensterfallen verwendet, jedoch gibt es wesentliche Unterschiede bei der Fangflüssigkeit, was die gesammelten Artengemeinschaften und weitere Auswertungen beeinflussen kann.

Wir untersuchten Arthropodengemeinschaften mit Flugfensterfallen und verwendeten dabei 3 unterschiedliche Fangflüssigkeiten.

Die Fallen setzten wir in 2 verschiedenen Waldtypen und in 2 vertikalen Strata ein. Im ersten Schritt untersuchten wir den Einfluss der Fangflüssigkeit und ihre Interaktionen mit Waldtyp, Stratum und der Position des Fanggefäßes an der Falle auf die Qualität der Probe und die Artenzusammensetzung darin.

Kupfersulfat führte im Vergleich zu den anderen Fanglösungen zu stärker verschimmelten und fragmentierten Proben, was sich negativ auf die morphologische Identifikation auswirken kann. Die Anzahl der gefangenen Arten sowie die Artenzusammensetzung unterschieden sich deutlich zwischen Waldtypen, Strata und der Fangflüssigkeit. Renner-Lösung hatte eine Lockwirkung auf Käfer und eine abstoßende Wirkung auf Hemipteren. Im zweiten Schritt untersuchten wir, ob sich die Fangflüssigkeit auf die weitere Verwertung der Probe hinsichtlich molekularer Analysen auswirkt und fanden heraus, dass das Gelingen von DNA-Barcoding artabhängig ist. Proben aus Kupfersulfatlösung lieferten die geringste Anzahl an brauchbaren DNA-Sequenzen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Wahl der Fangflüssigkeit eine wichtige Überlegung in Biodiversitätsstudien darstellen sollte. Auf-

grund der potentiellen Verzerrung der Stichprobe bei der Verwendung von ethanolhaltigen Lösungen, empfehlen wir Ethylenglykol als geeignete Fangflüssigkeit, wenn DNA-Analysen geplant sind. Wir raten zum Einsatz von Kupfersulfat, wenn die morphologische Identifikation im Vordergrund steht und die verfügbaren finanziellen Mittel beschränkt sind.



Autoren

Gossner M. M., Struwe J.-F., Sturm S., Max S., Mc Cutcheon M., Weisser W. W., Zytynska S. E.

Erschienen als

Searching for the optimal sampling solution: variation in invertebrate communities, sample condition and DNA quality. PLOS ONE 11: e0148247 (2016)

doi: 10.1371/journal.pone.0148247

Foto

Mai I.

Waldbewirtschaftung in Buchenwäldern hat keinen Einfluss auf den Befall mit der Buchenwollschildlaus

Die Effekte von Waldbewirtschaftung auf Insektengemeinschaften wurden bereits für viele Waldökosysteme untersucht, die Auswirkungen auf einzelne Schädlinge sind dagegen nur für eine geringe Anzahl an Arten bekannt.

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der Frage, ob Waldbewirtschaftung einen Einfluss auf den Befall von Buchen durch die Buchenwollschildlaus *Cryptococcus fagisuga* hat.

Dazu bestimmten wir die Dichte von *C. fagisuga* auf insgesamt 520 Bäumen der Art *Fagus sylvatica* in 104 Waldbeständen, verteilt über 3 Regionen Deutschlands.

Dabei deckten wir die 3 wichtigsten Arten der Buchenwaldbewirtschaftung in Deutschland ab. Der Anteil von mit dem Schädling befallenen Bäumen lag im Südwesten des Landes bei 16%, in Mitteldeutschland bei 20% und im Nordosten bei 35%. Die Stärke des Befalls auf Bestandsebene unterschied sich dabei nicht deutlich zwischen den 3 Regionen. Weiterhin stellten wir keine deutlichen Unterschiede im Schädlingsbefall zwischen unbewirtschafteten, ungleichaltrig bewirtschafteten und gleichaltrig bewirtschafteten Buchenwäldern fest, da die Variabilität des Schädlingsbefalls zwischen Beständen und innerhalb von Bewirtschaftungstypen sehr hoch war. Die höchsten Befallsraten traten bei alten Buchen in lockeren, lichten Altholzbeständen mit einer darunter befindlichen dichten Verjüngungsschicht auf. Die geringsten Befallsraten dagegen verzeichneten junge Individuen in der Verjüngungsschicht.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Befall von Buchen mit *C. fagisuga* stärker von Bestockungsgrad und dem Alter des Baumes abhängt als von der Intensität der Waldbewirtschaftung.



Autoren

Köhler G., Pašalić E., Weisser W. W., Gossner M. M.

Erschienen als

Beech forest management does not affect the infestation rate of the beech scale *Cryptococcus fagisuga* across three regions in Germany. *Agricultural and Forest Entomology* 17: 197–204 (2015)

doi: 10.1111/afe.12097

Foto

Mai I.

Können Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) in Studien mit Schwerpunkt auf Totholzkäfern in mitteleuropäischen Buchenwäldern ausgeschlossen werden?

Das Monitoring von Totholzkäfern, wenngleich aufwändig, kann helfen, relevante Gebiete für den Naturschutz oder entscheidende Steuergrößen von Waldbiodiversität zu identifizieren. Zudem kann dadurch der Einfluss von Bewirtschaftungspraktiken auf Biodiversität analysiert werden. Leider ist das Monitoring von Artengemeinschaften sehr teuer, hauptsächlich aufgrund der zeitintensiven Artbestimmung. Eine gebräuchliche Praxis ist deshalb individuen- und artenreiche Familien, die schwierig zu bestimmen sind, in ökologischen Studien auszuschließen, um Bestimmungskosten zu sparen. Kurzflügelkäfer (*Staphylinidae*) sind eine Familie, die sehr oft ausgeschlossen wird und zu den artenreichsten Totholzkäferfamilien zählt.

Wir evaluierten die Auswirkungen eines Ausschlusses dieser Familie auf die Ergebnisse waldökologischer Studien auf Grundlage eines großskaligen Käfer- und Umweltdatensatzes aus 238 Buchenbeständen Europas.

Vereinfachte Artengemeinschaften unter Ausschluss der Kurzflügelkäfer erwiesen sich als geeigneter Ersatz der Gesamtgemeinschaft. Der Artenreichtum und die Zusammensetzung der Totholzkäfergemeinschaften reagierte mit und ohne Kurzflügelkäfer übereinstimmend auf Landschafts-, Klima- und Bestandsgradienten, auch wenn die Gemeinschaften einen hohen Anteil an Kurzflügelkäfern hatten. Sowohl auf lokaler als auch auf regionaler Ebene waren Artenreichtum und Artenzusammensetzung der Gemeinschaften mit und ohne Kurzflügelkäfer hoch positiv korreliert. Die Rangfolge der Standorte bezüglich ihres Biodiversitätslevels ergab ebenfalls übereinstimmende Ergebnisse mit und ohne Kurzflügelkäfer. Wir schließen aus unseren Ergebnissen, dass Artengemeinschaften unter Ausschluss von Kurzflügelkäfern in großskaligen Biodiversitätsstudien

als effektiver Ersatz der Gesamtgemeinschaft herangezogen werden können.



Autoren

Parmain G., Bouget C., Müller J., Horak J., Gossner M. M., Lachat T., Isacson G.

Erschienen als

Can rove beetles (*Staphylinidae*) be excluded in studies focusing on saproxylic beetles in central European beech forests? *Bulletin of Entomological Research* 105: 101–109 (2014)

doi: 10.1017/S0007485314000741

Foto
Mai I.

Die Bedeutung von großskaligen Biodiversitätsstudien an Arthropoden am Beispiel der Biodiversitäts-Exploratorien

Wechsel und Intensivierung der Landnutzung haben sich als bedeutendste Faktoren für den weltweiten Rückgang der Biodiversität erwiesen. Die Biodiversitäts-Exploratorien sind eines der ersten großen Biodiversitätsprojekte, in denen die Effekte der Landnutzung auf Biodiversität und die damit verbundenen Ökosystemprozesse taxonübergreifend und auf großer räumlicher und zeitlicher Skala in realen Landschaften untersucht werden. Die ersten Ergebnisse zu den Arthropoden zeigen, dass landnutzungsbedingte Veränderungen der Zusammensetzung von Gemeinschaften z. T. in verschiedenen Regionen und Jahren konsistent sind.

Es gibt jedoch auch regionale und zeitliche Besonderheiten in den Effekten. Beispielsweise beeinflusste eine Zunahme der Nutzungsintensität im Grünland weniger mobile Arten der Insekten und Spinnentiere generell negativ, während ein negativer Effekt auf den Artenreichtum aller erfassten Arthropoden nur in bestimmten Jahren und Regionen nachgewiesen werden konnte. Im Wald wurden regionenübergreifend nur wenige Indikatorarten für bestimmte Nutzungstypen gefunden. Dies betont die Notwendigkeit, Indikatoren für Waldnutzung auf regionaler Ebene zu definieren.

Die Biodiversitäts-Exploratorien ermöglichen somit erstmals generalisierbare Ergebnisse zur Beziehung zwischen Landnutzung, Biodiversität auf unterschiedlichen Ebenen und Ökosystemfunktionen abzuleiten. Sie unterstreichen darüber hinaus den Bedarf an großskaligen Biodiversitätsstudien für ein tiefgreifendes Verständnis der Auswirkungen menschlicher Nutzung. Mit gezielten Experimenten auf Grundlage der deskriptiv nachgewiesenen Muster zielen zukünftige Studien im Rahmen des Projekts

nun darauf ab, die zugrunde liegenden Mechanismen aufzudecken.



Autor

Gossner M. M.

Erschienen als

Die Bedeutung von großskaligen Biodiversitätsstudien an Arthropoden am Beispiel der Biodiversitätsexploratorien. *Entomologie heute* 25: 31–46 (2013)

Foto

Jung K.

Implikationen von großskaligen räumlichen Diversitätsmustern von Totholzkäfern für die Erhaltung der europäischen Buchenwälder

Die Buche (*Fagus sylvatica*) ist die Baumart, die natürlicherweise in vielen Wäldern Europas dominieren würde. Trotz der globalen Verantwortung Europas für den Schutz dieser Wälder werden mögliche Schutzstrategien immer noch kontrovers diskutiert. Insbesondere herrscht Uneinigkeit darüber, ob Schutzbemühungen überhaupt auf Buchenwälder, aufgrund der geringen Anzahl an Buchenspezialisten unter den Insekten, fokussieren sollten und wenn ja, auf welcher räumlichen Skala.

Wir stellten Daten zu Totholzkäfern aus standardisierten Fensterfallenfängen (insgesamt 1.115) aus ganz Europa (8 Länder), inklusive aller Buchenbestände (Baumholz) der Biodiversitäts-Exploratorien, zusammen. Diese werteten wir im Hinblick auf folgende Forschungsfragen aus: 1) Welcher Anteil an mitteleuropäischen Arten kann in Buchen-dominierten Wäldern erwartet werden? 2) Welches sind die bedeutendsten räumlichen Skalen für den Schutz der Biodiversität von Buchenwäldern? Es wurden 6 Skalen einbezogen: Falle im Bestand, Waldbestände, Waldgebiete, Tiefland/Hochland, oligo-/eutrophe Böden, Europäische Naturräume.

Extrapolationen zeigten, dass 70% aller in Mitteleuropa bekannten Totholzkäferarten in buchendominierten Wäldern vorkommen. Die Waldgebietsebene erwies sich als wichtigste räumliche Skala für den Artenreichtum, insbesondere von Rote-Liste-Arten, gefolgt von Höhenlage und Naturraum. Buchendominierte Wälder bieten einen sinnvollen Schirm für den Schutz mitteleuropäischer Totholzkäfer.

Naturschutzaktivitäten sollten möglichst viele Waldgebiete einschließen und dies möglichst verteilt in unterschiedlichen Höhenlagen und Naturräumen. Das Natura 2000-Netz kann hierfür als nützliche Vorlage dienen.



Autoren

Müller J., Brunet J., Brin A., Bouget C., Brustel H., Bussler H., Förster B., Gunnar I., Köhler F., Thibault L., Gossner M. M.

Erschienen als

Implications from large-scale spatial diversity patterns of saproxylic beetles for the conservation of European Beech forests. *Insect Conservation and Diversity*, 6: 162–169 (2012)

doi: 10.1111/j.1752-4598.2012.00200

Foto

Wermelinger B.

Die Waldbewirtschaftung in Mitteleuropa wirkt sich hauptsächlich über die veränderte Waldstruktur auf bodenbewohnende Käfer aus

Über Effekte von Waldbewirtschaftung auf die Artenvielfalt von Arthropoden liegen bisher inkonsistente oder widersprüchliche Ergebnisse vor. Dies kann auf regionale Unterschiede im Forstmanagement und im Artenpool zurückzuführen sein, allerdings wurden bisher nur selten überregionale Studien durchgeführt, die diese Variabilität berücksichtigen.

Insgesamt war der Einfluss der Bewirtschaftung auf die Käfergemeinschaften gering und hauptsächlich über Veränderungen von Habitatstrukturparametern wie Kronenschluss oder Pflanzendiversität vermittelt. Allgemein reagierten beide untersuchten Taxa in allen Regionen in ähnlicher Weise auf Forstbewirtschaftung: Häufigkeit und Artenzahlen stiegen mit dem Bestandsalter, und die Artenvielfalt war in unbewirtschafteten Beständen niedriger als in bewirtschafteten Beständen. Das Verhältnis von Wald- zu Offenlandarten unterschied sich zwischen den Untersuchungsregionen, nahm aber in der Regel mit dem Bestandsalter, von Nadel- zu Laubwaldbeständen und von bewirtschafteten zu unbewirtschafteten Beständen zugunsten der walddispersen Arten zu. Die Reaktion der beiden Käferfamilien auf die Identität der vorherrschenden Baumart variierte zwischen den Regionen, und der Artenreichtum von Staphyliniden variierte mit der rezenten Bewirtschaftungsgeschichte.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass aktuelle Bewirtschaftungspraktiken Generalisten und Offenlandarten fördern. Zum Schutz von Waldkäfer-Gemeinschaften und den von ihnen erbrachten Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen empfehlen wir, Urwälder zu bewahren und naturnahe Managementstrategien zu entwickeln, welche die Frequenz forstwirtschaftlicher Eingriffe verringern und die strukturelle Diversität von Wirtschaftswäldern erhöhen.



Autoren

Lange M., Türke M., Pašalić E., Boch S., Hessenmöller D., Müller J., Prati D., Socher S. A., Fischer M., Weisser W. W.

Erschienen als

Effects of forest management on ground-dwelling beetles (Coleoptera; Carabidae, Staphylinidae) in Central Europe are mainly mediated by changes in forest structure. *Forest Ecology and Management* 329: 166–176 (2014)

doi: 10.1016/j.foreco.2014.06.012

Foto

Fellendorf M.

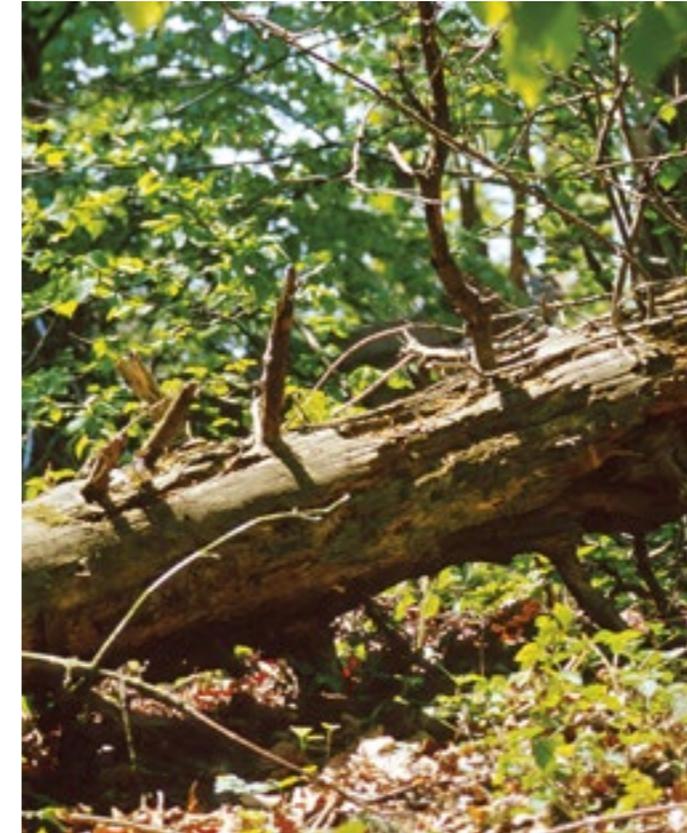
Waldbewirtschaftung und regionale Baumartenzusammensetzung beeinflussen die Wirtspräferenz xylobionter Käfergemeinschaften

Käferarten, die frisches Totholz besiedeln, bevorzugen oft eine bestimmte Baumart. Eine Rangliste der präferierten Wirtsbaumarten für lokale Totholzkäfergemeinschaften ist entscheidend für eine effektive Totholzstrategie in der Forstwirtschaft, aber selten vorhanden; Versuche mit vielen Baumarten sind arbeits- und kostenintensiv.

Wir untersuchten die Wirtspräferenz der lokalen Gemeinschaft xylobionter Käfer auf ausgelegten Totholzstämmen von 13 Baumarten in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung (unbewirtschaftete und bewirtschaftete Buchenbestände und Nadelholzbestände auf Buchenwaldstandorten) in 3 Regionen Deutschlands. Die Untersuchung wurde während der ersten beiden Jahre nach der Fällung durchgeführt, dem für die Wirtsspezifität besonders relevanten Zeitraum. Wir erstellten eine Rangliste der Wirtsbäume und untersuchten, ob Wirtspräferenzen der xylobionten Käfergemeinschaften von Bewirtschaftung, Region und Zersetzungsstadium des Totholzes beeinflusst werden.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass Käferartengemeinschaften allgemein Totholz der Gattungen *Fraxinus*, *Pseudotsuga*, *Larix* und *Tilia* mieden, während *Carpinus*-Totholz ganz oben auf der Rangliste stand. *Carpinus* erzielte außerdem die höchsten Präferenzwerte bei Arten der Laubholzspezialisten. *Picea abies* war die am meisten präferierte Art unter Nadelholzspezialisten. Die Rangfolge der lokalen Wirtsbaumarten unterschied sich zwischen Nadelholz- und Laubholzbeständen. Letztere zeigte zudem Differenzen zwischen den 3 untersuchten Regionen, beides traf allerdings nur für das erste Jahr der Untersuchung zu. Frischholz besiedelnde Totholzkäfer variieren lokal in der Wahl der präferierten Wirtsarten.

Um diese Artengemeinschaften zu fördern, sollte durch das Forstmanagement hauptsächlich die Anreicherung von Totholz regionaler Baumarten und von Bäumen der lokalen Bestände verfolgt werden.



Autoren

Müller J., Wende B., Strobl C., Eugster M., Gallenberger I., Floren A., Steffan-Dewenter I., Linsenmair K. E., Weisser W. W., Gossner M. M.

Erschienen als

Forest management and regional tree composition drive the host preference of saproxylic beetle communities. *Journal of Applied Ecology* 52: 753–762 (2015)

doi: 10.1111/1365-2664.12421

Foto

Müller J.



Artenreichtum xylobionter Käfer: Erhöhte Temperaturen könnten geringere Mengen an verfügbarem Totholz ausgleichen

Klimawandel und Landnutzungsveränderungen bedrohen die globale Biodiversität. Insekten werden stark von der Temperatur selbst beeinflusst, aber auch von Habitatressourcen. Dies legt eine Interaktion von Klimawandel und Landnutzung nahe.

Wir wählten xylobionte Käfer als Modellgruppe aus, da deren Lebenszyklus an das Vorkommen von Totholz gebunden ist, welches wiederum von Landnutzungsveränderungen beeinträchtigt wird. Wir untersuchten auf einer Makro- und Topoklima-Skala, inwieweit höhere Temperaturen die negativen Effekte von geringen Totholz-mengen auf die Diversität xylobionter Käfer ausgleichen können.

Insgesamt werteten wir 1.404 Flugfensterfallenfänge aus ganz Europa aus. Zur experimentellen Überprüfung der Ergebnisse legten wir 80 Totholzbündel auf unterschiedlichen Höhenlagen aus, welche anschließend ausgebrütet wurden. Für die Untersuchungen zum Topoklima brachten wir zusätzlich in einer Region Totholz auf jeweils 10 Plots mit Süd- und 10 Plots mit Nordexposition aus und fingen xylobionte Käfer mit Emergenzfallen.

Auf der Makroskala wirkten sich Temperatur und Totholzmenge unabhängig voneinander positiv auf den Artenreichtum aller und den der gefährdeten Arten aus. Auf beiden betrachteten Skalen nahm der Artenreichtum mit sinkenden Temperaturen ab.

Die Beobachtung, dass steigende Temperaturen geringere Totholz-mengen ausgleichen können, hat folgende Implikationen: Verantwortliche im Forstmanagement sollten ihre Totholz-Strategie an ortsspezifische Temperaturbedingungen anpassen. Ein Anstieg der Durchschnittstemperatur wird wenigstens teilweise die suboptimale Habitatverfügbarkeit in Wirtschaftswäldern kompensieren. Diese

Sichtweise steht im Gegensatz zur allgemeinen Annahme eines sich gegenseitig verstärkenden Einflusses von Klimawandel und Habitatverlust auf die Biodiversität durch Landnutzung. Sie wird aber auch durch jüngste Erkenntnisse zur Ausweitung der Verbreitungsgebiete von bedrohten Käferarten bestätigt.



Autoren

Müller J., Brustel H., Brin A., Bussler H., Bouget C., Obermaier E., Heidinger I. M. M., Lachat T., Förster B., Horak J., Procházka J., Köhler F., Larrieu L., Bense U., Isacson G., Zapponi L., Gossner M. M.

Erschienen als

Increasing temperature may compensate for lower amounts of dead wood in driving richness of saproxylic beetles. *Ecography* 38: 499–509 (2015)

doi: 10.1111/ecog.00908

Foto

Müller J.



Abnahme der Herbivorie im Grünland mit zunehmender Landnutzungsintensität

Landnutzung ist eine der Haupttriebkkräfte für den globalen Biodiversitätsverlust, einschließlich der artenreichen Invertebratengemeinschaften. Die Konsequenzen für durch Invertebraten vermittelte Prozesse sind jedoch wenig untersucht.

Wir erfassten Herbivorie in 146 bewirtschafteten temperaten Grünländern über ein breites Spektrum unterschiedlicher Nutzungsintensität in 3 Regionen Deutschlands.

Die durchschnittliche Herbivorie nahm mit zunehmender Nutzungsintensität unabhängig von der Region von 1,3 auf 0,4 Prozent der erfassten Blattfläche ab. Von den untersuchten Landnutzungs-komponenten beeinflussten Mahdfrequenz und Düngung die Herbivorie durch Invertebraten negativ. Die Stärke der Beweidung zeigte keinen deutlichen Effekt auf die Herbivorie. Somit beeinflusst das Grünlandmanagement nicht nur die Diversität und Häufigkeit von Invertebratengemeinschaften, sondern auch die Menge an konsumiertem Blattgewebe.

Dies zeigt, dass Landnutzungsintensivierung auch durch Invertebraten vermittelte Ökosystemprozesse beeinflusst.



Autoren

Gossner M. M., Weisser W. W., Meyer S. T.

Erschienen als

Invertebrate herbivory decreases along a gradient of increasing land-use intensity in German grasslands Basic and Applied Ecology 15: 347–352 (2014)

doi: 10.1016/j.baae.2014.03.003

Foto

Garbe U.

Auswirkungen der heutigen naturnahen Waldwirtschaft auf die funktionelle Zusammensetzung von Totholzkäfergemeinschaften in Buchenwäldern

Mit dem Ziel der Holzproduktion bei minimalen negativen Effekten auf Biodiversität und Ökosystemprozesse wurde in den letzten Jahrzehnten die Methode des selektiven Einschlags mit Naturverjüngung in Buchenwäldern (*Fagus sylvatica*) eingeführt. Trotz dieses Ansatzes ist der Artenreichtum vieler Organismen in diesen Wäldern geringer als in unbewirtschafteten Wäldern.

Um Richtlinien zur Minimierung der Schwachpunkte der aktuellen Praxis zu entwickeln, stellten wir eine Verbindung zwischen funktionellen Eigenschaften von Totholzkäferarten und Ökosystemeigenschaften her. Wir analysierten die Auswirkungen des integrativen Managements auf die funktionelle Diversität von Totholzkäfergemeinschaften. Dazu nutzten wir einen großskaligen Datensatz aus 8 europäischen Ländern und regionalen Daten eines großen Waldgebietes in Süddeutschland sowie Waldbestandsvariablen, die die Nutzungsintensität beschreiben.

Bestandseigenschaften zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die gesamte funktionelle Diversität. Mit zunehmender Totholzmenge veränderte sich jedoch die Zusammensetzung der Totholzkäfergemeinschaften hin zur Dominanz größerer Arten und solcher, die Totholz mit großen Durchmessern und in fortgeschrittenem Zersetzungszustand bevorzugen. Bei mittleren Mengen Totholz, von 20 bis 60 m³/ha, kam die höchste Anzahl an Arten vor. Arten, die in Flächen mit durchschnittlich >60 m³/ha auftraten, bevorzugten Totholz mit großem Durchmesser und in fortgeschrittenem Zersetzungszustand.

Für eine stärker naturschutzorientierte Waldbewirtschaftung mit Fokus auf Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen, empfehlen wir: 1) eine Erhöhung des angestrebten Totholzbestandes auf

>20 m³/ha, 2) auf die Verfügbarkeit von Totholz mit großen Durchmessern (50 cm) zu achten, 3) Totholz in fortgeschrittenen Zersetzungsstadien zu fördern und 4) Schutzgebiete einzurichten, die mit hohen Mengen an Totholz als Refugien und Quellen der Wiederbesiedlung durch xylobionte Habitatspezialisten dienen.



Autoren

Gossner M. M., Lachat T., Brunet J., Isacson G., Bouget C., Brustel H., Brandl R., Weisser W. W., Müller J.

Erschienen als

Current near-to-nature forest management effects on functional trait composition of saproxylic beetles in beech forests. *Conservation Biology* 27: 605–614 (2013)

doi: 10.1111/cobi.12023

Foto

Groß M.

Der Einfluss von Totholz-anreicherung in der Baumkrone und am Waldboden auf die Gilden-Zusammensetzung von Käfergemeinschaften

In bewirtschafteten Wäldern sind die Häufigkeit und die Diversität xylobionter Insekten, insbesondere der Käfer, limitiert durch die vorhandene Menge an Totholz. Es besteht die Annahme, dass auf die Anreicherung von Totholz abzielende Bewirtschaftungssysteme xylobionte Arten fördern, auch wenn bisher wenig experimentelle Belege dafür vorliegen.

Wir untersuchten die Bedeutung von Totholz und einer Reihe abiotischer und biotischer Faktoren für die Zusammensetzung der Totholzkäfergesellschaft in verschiedenen bewirtschafteten Wäldern in Deutschland, unter Berücksichtigung der Exploratorien Schwäbische Alb und Hainich-Dün, über einen Zeitraum von 2 Jahren.

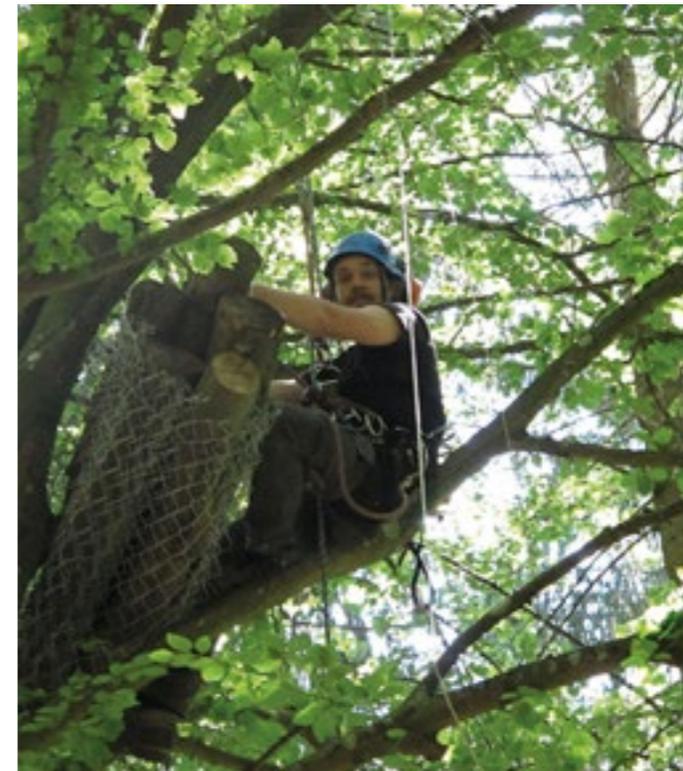
Unsere Resultate zeigen, dass die absolute Menge an Totholz verglichen mit Faktoren wie Niederschlagsmenge, Temperatur, Baumart und vertikales Stratum nur eine untergeordnete Rolle für die Zusammensetzung der Artengemeinschaft in diesen Wäldern spielt.

Des Weiteren brachten wir auf 8 Waldflächen experimentell Totholz in der Kronenschicht und dem Waldboden aus, um die Attraktivität für xylobionte Käfer zu prüfen.

Eine Vielzahl von Käferarten und -individuen mit verschiedenen Habitatpräferenzen und von unterschiedlichen Gilden wurde von dem ausgebrachten, frischen Totholz angelockt.

Totholz-anreicherung in Wirtschaftswäldern mit einer typischerweise eher geringen Diversität und Häufigkeit xylobionter Insekten führte so zu einem unmittelbaren Anstieg der Artenzahlen und einer Veränderung der Gildenzusammensetzung, insbesondere in der Kronenschicht. Die Menge an Bodentotholz allein stellt kein ausreichen-

des Maß für die lokale Biodiversität xylobionter Käfer dar. Totholz-anreicherung in Wirtschaftswäldern ist aber eine effektive Strategie zur Förderung der Diversität xylobionter Käfer. Veränderungen in der funktionellen Zusammensetzung der Käfergesellschaften könnten sich auf Ökosystemprozesse wie Totholzersetzung oder die biologische Kontrolle von Pflanzenschädlingen auswirken.



Autoren

Gossner M. M., Floren A., Weisser W. W., Linsenmair K. E.

Erschienen als

Effect of dead wood enrichment in the canopy and on the forest floor on beetle guild composition. *Forest Ecology and Management* 302: 404–413 (2013)

doi: 10.1016/j.foreco.2013.03.039

Foto

Hailer J.

Intensivierung der Landnutzung auf Grünflächen beeinflusst Insekten negativer als Pflanzen

Eine Intensivierung der Landnutzung, und der damit verbundene menschliche Einfluss auf diese Flächen, führen zu einer Verringerung der Pflanzen- und Tiervielfalt. Um die Ursache dafür zu finden, ist es wichtig, diesen Einfluss auf die dort lebenden Pflanzen und Tiere zu untersuchen.

Ziel unserer Studie war anhand eines Modellsystems herauszufinden, wie sich unterschiedliche Landnutzung (z.B. Düngung und Mahd) darauf auswirkt.

Das Modellsystem bestand aus dem Spitzwegerich, 2 auf ihm lebenden, pflanzenfressenden Rüsselkäferarten und einer Wespe, die die Käfer als Wirt für ihren Nachwuchs nutzt. Wir untersuchten 3 Jahre lang 70 unterschiedlich landwirtschaftlich genutzte Flächen in den 3 Exploratorien. Für unsere Studie zählten wir die Anzahl der Pflanzenarten und schätzten, wie dicht und komplex (z.B. Anzahl Halme) die Vegetation wächst. Zudem zählten wir die Häufigkeit des Spitzwegerichs und die Anzahl der darauf vorkommenden Käfer und Wespen.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass eine intensive Nutzung der Flächen durch häufige Düngung und Mahd die Anzahl der Pflanzenarten und das Vorkommen der Käfer und der Wespe verringern. Im Gegensatz dazu, hatte die intensive Landnutzung eine überwiegend positive Wirkung auf die Pflanzengröße des Spitzwegerichs, die Dichte und Komplexität der Vegetation und die Parasitierungsrate.

Unsere Untersuchungen zeigen, dass eine Intensivierung des Grünlands zu einem selteneren Vorkommen der Käfer und der Wespe führt, ihre Wirtspflanze jedoch nicht negativ davon beeinflusst wird. Das Interessante daran ist, dass diese Auswirkungen nicht nur lokal

begrenzt gefunden wurden, sondern in allen 3 Regionen und über mehrere Jahre hinweg. Unser Ergebnis, dass die Artenvielfalt auf wenig gedüngten und landwirtschaftlich genutzten Grünlandflächen höher ist, ist somit ein wichtiger Hinweis, um zukünftig viele Insektenarten erhalten zu können.



Autoren

Herbst C., Wäschke N., Halboth I., Reschke S., Barto K. E., Arnold S., Geuß D., Sängler J., Meiners T., Obermaier E.

Erschienen als

Land use intensification in grasslands: higher trophic levels are more negatively affected than lower trophic levels. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 147: 269–281 (2013)

doi: 10.1111/eea.12072

Foto

Müller J.

Düngung beeinflusst das Vorkommen der auf dem Spitzwegerich lebenden Insektengemeinschaft

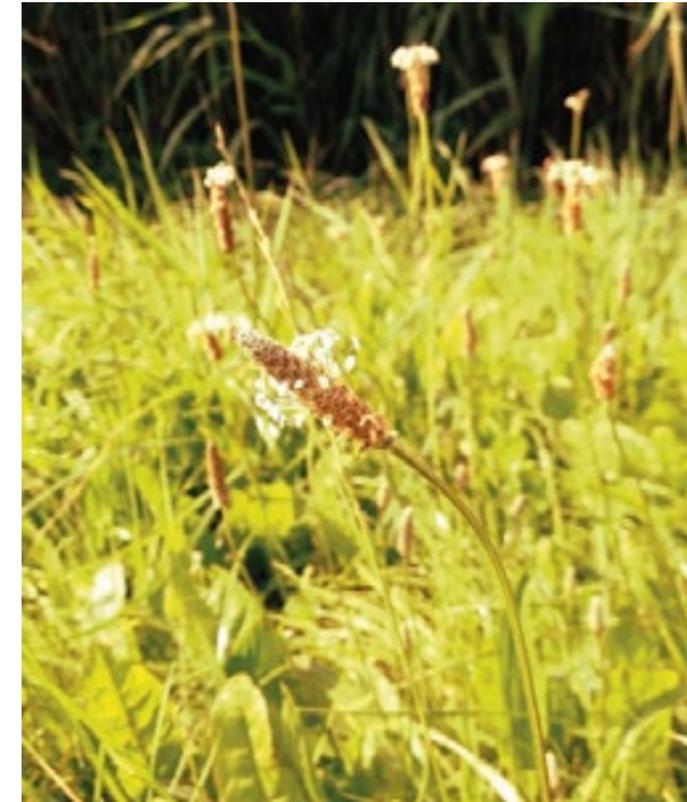
Heutzutage sind viele unserer Ökosysteme durch die Verwendung von Dünger wesentlich verändert worden. Die zusätzliche Düngung von landwirtschaftlich genutzten Flächen beeinflusst durch die geänderte Stickstoffversorgung nicht nur die Pflanzenartenvielfalt, sondern auch die vieler nützlicher Insekten.

Anhand eines Modellsystems untersuchten wir, wie sich Düngung auf die Vegetation (Zusammensetzung und Struktur) und das Modellsystem auswirkt.

Das Modellsystem bestand aus dem Spitzwegerich, 2 auf ihm lebenden, pflanzenfressenden Rüsselkäferarten und einer Wespe, die die Käfer als Wirt für ihren Nachwuchs nutzt. Wir führten diese Studie über 2 Jahre auf 70 unterschiedlich genutzten Grünlandflächen in den 3 Exploratorien mittels Messung verschiedener Pflanzen- und Vegetationsparameter sowie der Auszählung der vorkommenden Käfer und Wespen durch.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Düngung den Pflanzenartenreichtum und das Vorkommen des Spitzwegerichs reduziert, wohingegen sich das Vegetationswachstum verstärkte. Erstaunlicherweise wirkten sich der erhöhte Stickstoffgehalt und die größeren Blätter des Spitzwegerichs nicht positiv auf die Käfer aus. Beide Käferarten kamen nachweislich seltener auf gedüngten als auf ungedüngten Flächen vor. Das Vorkommen der Wespe richtete sich nach ihren Käferwirten. Den negativen Einfluss der Düngung auf die Käfer erklären wir mit der verringerten Anzahl von Spitzwegerich-Pflanzen und der dichteren Vegetation. Das Zusammenspiel zwischen der Düngung, der umgebenden Vegetation und unserem Modellsystem wiesen wir in allen 3 Regionen Deutschlands und über den Zeitraum von 2 Jahren nach.

Unsere Ergebnisse zeigen die Konsequenzen einer Intensivierung der Landnutzung mittels Düngung auf ein Pflanze-Pflanzenfresser-Parasitoid-System auf und können somit eine Hilfestellung für die Erhaltung von solchen Systemen in landwirtschaftlich genutzten Flächen geben.



Autoren

Hancock C., Wäschke N., Schumacher U., Linsenmair K. E., Meiners T., Obermaier E.

Erschienen als

Fertilizer application decreases insect abundance on *Plantago lanceolata*: a large-scale experiment in three geographic regions. *Arthropod Plant Interactions* 7: 147–158 (2013)

doi: 10.1007/s11829-012-9237-9

Foto

Pixabay

Wie Landnutzung auf unterschiedlichen räumlichen Skalen Fledermäuse, nächtliche Insekten und deren Räuber-Beute-Beziehung bedingt

Landwirtschaftliche Intensivierung führt oft zur Verarmung der Landschaft an Strukturelementen wie Waldfragmenten, Hecken oder Alleeen. Dies gefährdet nicht nur die lokale Vielfalt von Organismen, sondern auch die natürlichen Interaktionen zwischen Arten und damit einhergehende Ökosystemfunktionen.

Wir untersuchten, wie Landnutzungsintensivierung auf lokaler und landschaftlicher Ebene Fledermäuse und deren Beuteorganismen (nachtaktive Insekten) bedingt. Weiterhin fragten wir uns, welche Konsequenzen dies für die natürliche Kontrolle von potenziellen Schadinsekten im Grünland hat.

Fledermäuse sind hochmobile Tiere und erfüllen als natürliche Insekten- und Schädlingskontrolle eine wichtige Ökosystemfunktion.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass Fledermäuse und nachtaktive Insekten auf sehr unterschiedlichen räumlichen Skalen auf Landnutzung reagieren. Während die lokale Bewirtschaftung Insektenvielfalt und deren Häufigkeiten bedingt, bestimmt vor allem die Landschaftskomposition im größeren Umkreis um die bewirtschaftete Grünlandfläche die Diversität und Jagdaktivität von Fledermäusen. Ebenso konnten wir zeigen, dass die Nähe und Anbindung zu Wald eine Kernvoraussetzung für höhere Diversität und Jagdaktivität von Fledermäusen in benachbartem landwirtschaftlich genutztem Grünland ist.

Dies bedeutet, dass es in intensiv bewirtschafteten Landschaften, denen es an Strukturelementen wie Waldfragmenten mangelt, lokal zu einem Ungleichgewicht an Beuteverfügbarkeit und Jagdaktivität von Fledermäusen kommen kann. Die Kontrolle potenzieller Schadinsekten, eine wichtige Ökosystemfunktion, ist dort dann nicht mehr gewährleistet.



Autoren

Treitler J. T., Heim O., Kalko E. K. V., Tschapka M., Jung K.

Erschienen als

The effect of local land use and loss of forests on bats and nocturnal insects. *Ecology & Evolution* 6: 4289-4297 (2016)

doi: 10.1002/ece3.2160

Foto

Tschapka M.

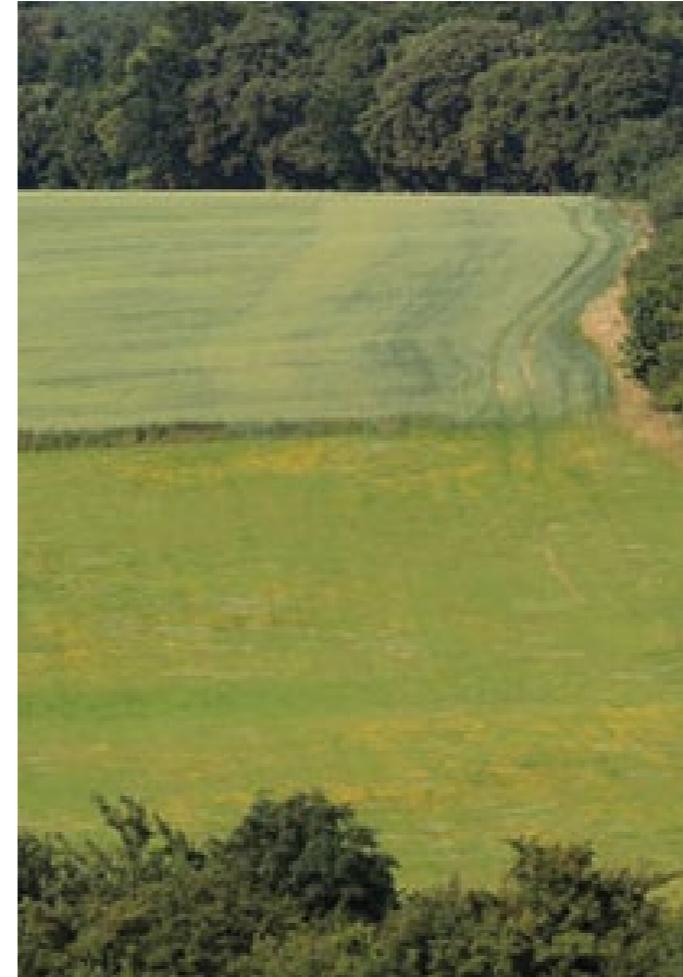
Die Bedeutung von strukturellen Landschaftselementen für Fledermausaktivität und Artenreichtum in Agrikurlandschaften

In der heutigen, oft intensiv bewirtschafteten und offenen Kulturlandschaft, sind Hecken, Bäume oder Gewässer wichtige Landschaftselemente. Sie bieten Unterschlupf und Nahrung für viele Tierarten und dienen als Verbindungselemente zu bestehenden Waldfragmenten.

Wir untersuchten die Bedeutung unterschiedlicher Landschaftselemente für die saisonale Aktivität und Diversität von Fledermäusen im bewirtschafteten Grünland. Fledermäuse sind hochmobile Tiere und erfüllen als natürliche Insekten- und Schädlingskontrolle eine wichtige Ökosystemfunktion.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass bereits ab einer Distanz von 150 m zu Wald und Vegetationselementen die Fledermausaktivität und -diversität deutlich abnimmt.

Dies unterstreicht die wichtige Funktion und große ökologische Bedeutung von Strukturelementen in der offenen Kulturlandschaft für die biologische Vielfalt selbst hochmobiler Arten und den Erhalt ihres Ökosystembeitrags im Offenland.



Autoren

Heim O., Treitler J. T., Tschapka M., Knörnschild M., Jung K.

Erschienen als

The importance of landscape elements for bat activity and species richness in agricultural areas. PLOS ONE 10: e0134443 (2015)

doi: 10.1371/journal.pone.0134443

Foto

Mai I.

Blütenspezialisierung und Stickstoff-Homöostase – Was führt zur Anfälligkeit von Arten?

Während manche Hummelarten häufig und weitverbreitet bleiben, haben andere starke Rückgänge erlitten oder sind sogar (lokal) ausgestorben. Es wird vermutet, dass hierfür zum Teil Unterschiede in der Ressourcennutzung verantwortlich sind.

In dieser Studie ermittelten wir die Nahrungsbreite und Exklusivität der Ressourcennutzung von 13 Bienenarten (12 *Bombus* und *Apis mellifera*) auf mehreren Grünlandflächen der Schwäbischen Alb. Wir untersuchten, ob Unterschiede in der Ressourcennutzung einen Einfluss auf die Häufigkeit von Bienen und deren Abhängigkeit von der Landnutzung haben.

Basierend auf einem ökologischen Modellierungsansatz nahmen 23% der Bienenarten mit ansteigender Landnutzungsintensität in der Häufigkeit ab, wohingegen keine Art zunahm. Allerdings konnten weder die Gesamthäufigkeit noch die Reaktion auf Landnutzung mit der Ressourcennutzung einer Art in Zusammenhang gebracht werden. Tatsächlich nahmen die generalistisch sammelnden Arbeiterinnen von *B. lapidarius*, die etwas stärker spezialisierten Arbeiterinnen des Artkomplex *B. terrestris/lucorum* und die spezialisierten Arbeiterinnen von *B. wurflenii* am stärksten mit zunehmender Landnutzung ab. Ferner enthielten Honigbienen und 2 Hummelarten höhere Stickstoffkonzentrationen als andere pflanzenfressende Hautflügler (Bienen, Wespen und Ameisen) und waren in einer Umwelt mit einem variablen Stickstoffgehalt in Blütenressourcen zu annähernd perfekter Stickstoff-Homöostase in der Lage. Das heißt, sie haben ihren körpereigenen Stickstoffgehalt reguliert.

Abschließend deuten die Ergebnisse darauf hin, dass häufig vorkommende soziale Bienen Stickstoff-Homöostase vollführen können. Weiterhin befinden sich die Ergebnisse in teilweisem



Widerspruch zu vorherigen Studien, die zeigten, dass Arten mit spezialisierter Ressourcennutzung eher unter Landnutzung leiden als nicht so stark spezialisierte Arten. Dies verdeutlicht, dass häufige Arten wie *B. lapidarius* durch menschliche Landnutzung nicht unbeeinflusst bleiben.



Autoren

Kämper W., Weiner C. N., Kühnel S., Storm C., Eltz T., Blüthgen N.

Erschienen als

Evaluating the effects of floral resource specialisation and of nitrogen regulation on the vulnerability of social bees in agricultural landscapes. *Apidologie* 48: 371–383

doi: 10.1007/s13592-016-0480-4

Foto

Pommer U.

Einfluss verschiedener Waldbewirtschaftungssysteme auf die Abbaurate der Laubstreu, Nährstoffdynamik und Aktivität ligninzeretzender Enzyme

Der Abbau von Laubstreu im Waldboden ist ein komplexer und bisher wenig erforschter ökologischer Schlüsselprozess, der die Nachhaltigkeit von bewirtschafteten Waldökosystemen bestimmt.

Ziel dieser Studie war es daher, zu untersuchen, ob und wie verschiedene Waldbewirtschaftungspraktiken die Abbaurate der Laubstreu, der damit verbundenen Nährstoffdynamik und die Aktivität von ligninzeretzenden Enzymen beeinflusst.

Um dies zu untersuchen, wurde ein 473 Tage dauerndes Streubeutelexperiment in 4 unterschiedlich bewirtschafteten Wäldern in der Region Hainich durchgeführt.

Dabei wurden Streuproben in Nylonbeuteln in der Laubschicht platziert und zu insgesamt 6 Zeitpunkten auf Trockenmasse, Nährstoffkonzentrationen (Kohlenstoff, Stickstoff, Magnesium, Kalium, Calcium und Phosphor), Ligningehalt und Aktivitäten ligninzeretzender Enzyme analysiert und verglichen.

Interessanterweise wurden in intensiv bewirtschafteten Wäldern (Altersklassenwälder dominiert von Buche oder Fichte) bedeutend höhere Laubstreuabbauraten, Nährstofffreisetzung und Aktivitäten einiger mikrobieller Enzyme festgestellt als in den naturnahen Buchenwäldern. Auch Lignin wurde in den artenreichen Altersklassenwäldern mit allgemein besserer Streuqualität (gemessen an niedrigerem Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis) schneller abgebaut als in den kaum bewirtschafteten Buchenwäldern. Wir konnten auch zeigen, dass der Ligninabbau als geschwindigkeitsbestimmender Schritt im Laubstreuabbau gelten kann und dass ein spezifisches mikrobielles Enzym (Mangan-Peroxidase) eines der Schlüsselenzyme des Streuabbaus ist.



Unser Experiment zeigt unter anderem das faszinierende Phänomen, dass in Wirtschaftswäldern, wo das meiste Holz geerntet und abgetragen wird, die Nachhaltigkeit der Nährstoffversorgung durch schnellere Umwandlung der Laubstreu und die höhere Nährstoffdynamik erfolgen kann.



Autoren

Purahong W., Kapturska D., Pecyna M. J., Schulz E., Schlöter M., Buscot F., Hofrichter M., Krüger D.

Erschienen als

Influence of different forest system management practices on leaf litter decomposition rates, nutrient dynamics and the activity of ligninolytic enzymes: a case study from central European forests. PLOS ONE 9: e93700 (2014)

doi: 10.1371/journal.pone.0093700

Foto

Pommer U.

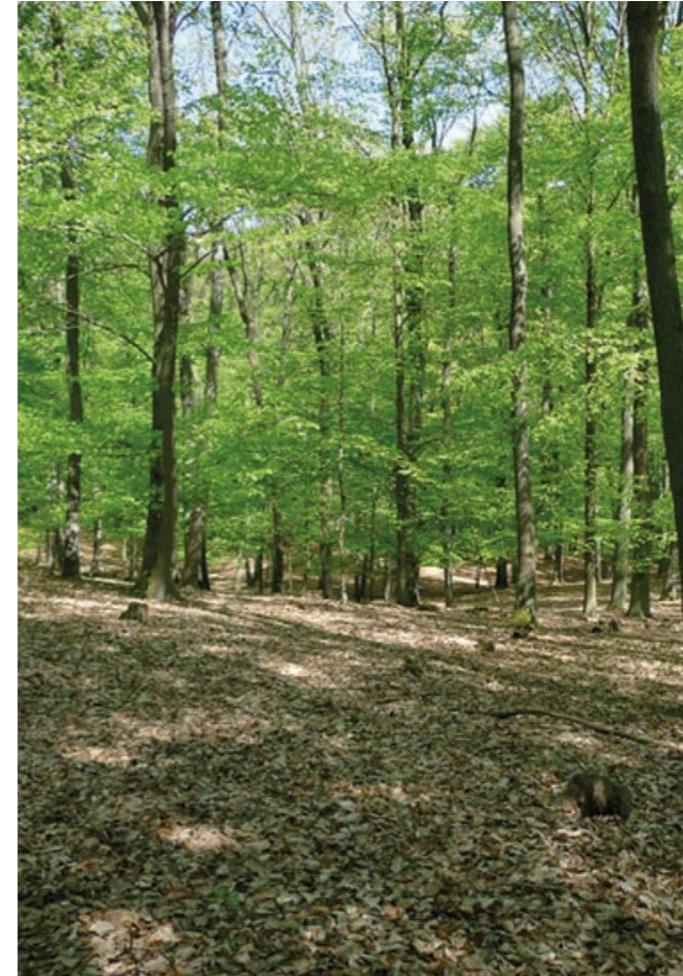
Aufzeigen von Veränderungen der Ernährungsweise von Bodentieren in Wäldern unterschiedlicher Bewirtschaftung mittels stabiler Isotope

Die Nutzung mitteleuropäischer Wälder verändert die Verfügbarkeit und Zusammensetzung von Pflanzenstreu, einer wichtigen Nahrungsgrundlage vieler Organismen im Waldboden. Die Auswirkungen dieser Veränderungen auf die Lebensgemeinschaft im Boden sind jedoch kaum untersucht.

Mittels stabiler Isotopenanalyse untersuchten wir die Ernährungsweise von 28 häufigen Bodentierarten in natürlichen Buchenwäldern, jungen und alten Buchenwirtschaftswäldern, sowie Fichten bzw. Kiefernwäldern. Die Artenauswahl umfasste Streuzersetzer, Pilzfresser und Räuber, die wichtigsten Konsumentengruppen innerhalb der bodenlebenden Tiergemeinschaft.

Die stabilen Isotopensignaturen der untersuchten Konsumentengruppen zeigen, dass die Ernährungsweise von Bodentieren nicht maßgeblich durch Waldbewirtschaftung und Bestandsalter beeinflusst wurde, sich jedoch mit der Ausprägung der Streuschicht veränderte. Bodentiere aus Wäldern mit dicker Streuauflage, zum Beispiel Nadelwäldern, wiesen besonders niedrige stabile Isotopensignaturen auf. Dies zeigt, dass die Bedeutung von Streu für die Ernährung der Bodentiergemeinschaft mit der Streuauflage steigt. Im Gegenzug werden weniger Ressourcen der Wurzelschicht konsumiert. Zusätzlich weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die Aktivität streuzersetzender Mikroorganismen auch die Ernährung räuberischer Bodentiere beeinflusst.

Die Streuschicht in Wäldern ist u. a. als wichtiger Kohlenstoffspeicher von großer Bedeutung. Um Folgen forstwirtschaftlicher Intensivierung bewerten zu können, ist ein detailliertes Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Bodentieren und den Ressourcen der Streuschicht notwendig.



Autoren

Klarner B., Ehnes R. B., Erdmann G., Eitzinger B., Pollierer M. M., Maraun M., Scheu S.

Erschienen als

Trophic shift of soil animal species with forest type as indicated by stable isotope analysis. *Oikos* 123: 1173–1181 (2014)

doi:10.1111/j.16000706.2013.00939.x

Foto

Binkenstein J.

Untersuchungen zur Ernährungsweise räuberischer Bodentiere in mitteleuropäischen Buchenwäldern

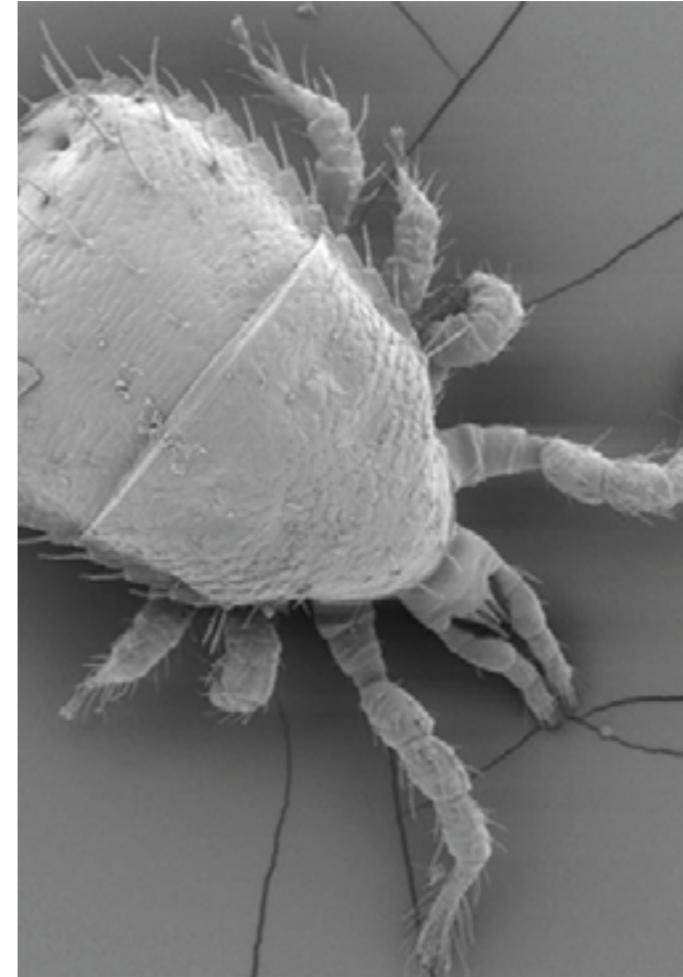
Aufgrund ihrer großen Populationsdichte und schnellen Entwicklung gehören Raubmilben zu den wichtigsten Räubern im System Waldboden. Durch ihre geringe Größe und versteckte Lebensweise ist jedoch wenig über den Beuteerwerb von Raubmilben bekannt.

Mit Hilfe der Analyse von stabilen Kohlenstoff- und Stickstoffisotopen im Körpergewebe konnten wir zum ersten Mal die Nahrung von 40 weitverbreiteten Raubmilbenarten näher charakterisieren.

Die Beute der analysierten Arten bestand hauptsächlich aus Tieren, die sich von laubstreuzersetzenden Pilzen und Bakterien ernähren. Räuberische Bodentiere wurden von wenigen Arten erbeutet. Nah verwandte Arten unterschieden sich in vielen Fällen deutlich in ihrer Isotopensignatur. Insbesondere häufige Arten konsumierten wahrscheinlich vornehmlich Beute aus dem bakteriellen Zersetzer-system.

Die große Spanne der gemessenen stabilen Isotopensignaturen zeigt, dass Raubmilben ein diverses Spektrum unterschiedlicher Beute nutzen. Unterschiede im Beuteerwerb nah verwandter Arten ermöglichen die Koexistenz von Raubmilbenarten mit ähnlichem Körperbau und begünstigen eine hohe Artenvielfalt. Bakterien-konsumierende Fadenwürmer sind wahrscheinlich eine besonders wichtige Beutegruppe für Raubmilben. Diese Beutetiere kommen in Waldböden in großer Zahl vor, können allerdings von anderen räuberischen Bodentieren, wie z. B. Spinnen und Laufkäfern, aufgrund ihrer kleinen Größe nicht gefressen werden.

Diese Studie zeigte, dass Raubmilben erfolgreich wichtige Nahrungsnischen im Bodennahrungsnetz belegen. Die Besonderheiten ihres Beuteerwerbs begünstigen ihre hohe Biodiversität und Abundanz.



Autoren

Klarner B., Maraun M., Scheu S.

Erschienen als

Trophic diversity and niche partitioning in a species rich predator guild – Natural variations in stable isotope ratios ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) of mesostigmatid mites (Acari, Mesostigmata) from Central European beech forests. *Soil Biology and Biochemistry* 57: 327–333 (2013)

doi: 10.1016/j.soilbio.2012.08.013

Foto

Klarner B.

Tagfaltergemeinschaften werden mit zunehmender Landnutzungsintensität im Grünland von Generalisten dominiert

Die Landnutzungsintensität spielt eine große Rolle für die Artenvielfalt von Schmetterlingen. Bisher wurde aber nur unzureichend untersucht, welche Arten besonders durch die Intensivierung von Grünlandflächen beeinflusst und gefährdet werden.

Wir haben daher im Jahr 2008 Tagfalter auf je 3 standardisierten Transektengängen auf 137 Grünlandflächen der 3 Untersuchungsregionen erfasst. Die Tagfalterarten wurden nach ihren biologischen und ökologischen Merkmalen eingeteilt.

Wir fanden heraus, dass sich die Merkmalszusammensetzung über den Landnutzungsgradienten hinweg veränderte und auf sehr intensiven Flächen fast ausschließlich Generalisten anzutreffen sind. Auf extensiv genutzten Flächen wurden viele Spezialisten gefunden, wie z. B. ausbreitungsschwache Arten, Arten mit wenigen Generationen oder kurzer Flugdauer im Jahr und Arten, die als Larven überwintern.

Wir schließen daraus, dass für eine hohe Artenvielfalt und für den Schutz von spezialisierten Tagfaltern, die häufig die gefährdetsten Arten sind, extensiv genutzte Grünlandflächen von hoher Bedeutung sind.



Autoren

Börschig C., Klein A. M., von Wehrden H., Krauss J.

Erschienen als

Traits of butterfly communities change from specialist to generalist characteristics with increasing land-use intensity. *Basic and Applied Ecology* 14: 547–554 (2013)

doi: 10.1016/j.baae.2013.09.002

Foto

Uhl H.

Auswirkungen von Grünland-Management, endophytischen Pilzen und Räubern auf die Häufigkeit von Blattläusen

Endophytische Pilze in Gräsern sind weit verbreitet und können durch ihre Giftstoffe pflanzensaugende Insekten wie z. B. Blattläuse negativ beeinträchtigen. Sie könnten daher eine Bedeutung als biologischer Schädlingschutz darstellen. Solche negativen Effekte wurden bisher allerdings nur in Laborexperimenten und auf eingezäunten Versuchsflächen gezeigt, nicht jedoch unter natürlichen Bedingungen.

Wir haben daher auf der Schwäbischen Alb und im Hainich auf je 10 besonders intensiv und 10 besonders extensiv genutzten Grünlandflächen jeweils 4 Grastöpfe ausgebracht. Das Gras in den Töpfen war entweder (1) mit oder (2) ohne einen giftigen endophytischen Pilz besiedelt und entweder (3) mit oder (4) ohne Ausschlussnetze gegen Blattlausräuber. Anschließend wurden auf allen Töpfen Blattläuse ausgebracht und regelmäßig gezählt.

Dabei konnten wir zeigen, dass der Ausschluss von Räubern die Blattlauszahlen erheblich vergrößert, wohingegen der endophytische Pilz nur einen geringen Effekt auf die Blattlauhäufigkeit hatte. Interessanterweise gab es sehr viel mehr Blattläuse und weniger Räuber auf den Töpfen, die auf den extensiv genutzten Grünlandflächen ausgebracht wurden.

Wir nehmen an, dass dieses Muster durch die vielen Schwebfliegenlarven (Blattlausräuber) auf intensiv genutzten Grünlandflächen zurückzuführen ist. Die relativ geringen Auswirkungen von endophytischen Pilzen auf die Blattläuse, die im Gegensatz zu den Ergebnissen von Laborstudien gezeigt werden konnten, erklären wir damit, dass unter natürlichen Feldbedingungen andere Umweltfaktoren eine deutlich wichtigere Rolle spielen.

Ob in Zukunft endophytische Pilze in Gräsern als Schädlingschutz gegen Fraßfeinde wie Blattläuse eingesetzt werden können, bedarf daher noch intensiver weiterer Forschung.



Autoren

Börschig C., Klein A. M., Krauss J.

Erschienen als

Effects of grassland management, endophytic fungi and predators on aphid abundance in two distinct regions. *Journal of Plant Ecology* 7: 490–498 (2014)

doi: 10.1093/jpe/rtt047

Foto

Krauss J.

Insektenvielfalt stabilisiert Ökosysteme: Blütenbestäuber an kalten und heißen Tagen

Für den positiven Effekt der Biodiversität auf die Stabilität von Ökosystemfunktionen ist die Diversität von Reaktionsnormen (RD) funktional ähnlicher Arten in einer Gemeinschaft entscheidend.

Im Fokus dieser Studie stand die variable Reaktion von Insekten auf Wetterbedingungen.

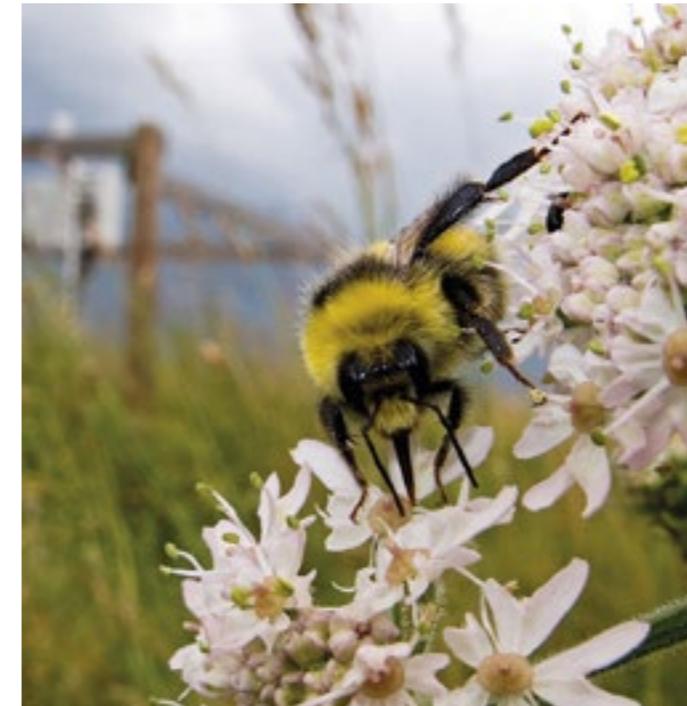
Für über 500 blütenbesuchende Insektenarten (v. a. Zweiflügler, Hautflügler, Schmetterlinge und Käfer) wurde anhand der Beobachtungen im Grünland ein Temperaturprofil erstellt. Viele Fliegenarten sind zum Beispiel eher an kühleren Sommertagen an den Blüten aktiv, einige Bienen hingegen haben Vorlieben für wärmere Bedingungen.

Die Arten, die im Grünland gemeinsam vorkommen, ergänzen sich, sodass die Artengemeinschaft insgesamt bei einem viel breiteren Spektrum an Wetterbedingungen aktiv ist als jede einzelne der Arten. Diese Temperaturprofile jeder Art wurden mit deren Vorkommen und relativer Häufigkeit mit steigender Landnutzungsintensität verrechnet, und die Unterschiedlichkeit dieses Temperaturprofils diente als Maß für die Vielfalt der Reaktionsnormen.

Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Anstieg der RD und der daraus abgebildeten thermischen Resilienz mit der Landnutzungsintensität im Grünland. Die Zusammensetzung der Gemeinschaften blütenbesuchender Insekten änderte sich mit zunehmender Nutzungsintensität, z. B. stieg der Anteil von häufigen Fliegenarten deutlich an. Die gesamte Artenvielfalt aller Blütenbesucher war von der Nutzungsintensität jedoch nicht beeinflusst.



Eine hohe Biodiversität spielt eine bedeutende Rolle für die hohe Funktionalität der Ökosysteme und sorgt somit für gleichmäßigere Blütenbesuche und kontinuierliche Bestäubung – auch unter sich ändernden oder widrigen Umweltbedingungen. Vor allem die hohe Zahl von Fliegen- und Bienenarten garantieren die Blütenbestäubung an kühlen sowie heißen Sommertagen. Ein derartiger stabilisierender Effekt durch die Artenvielfalt gewinnt auch angesichts der Klimaerwärmung zunehmend an Bedeutung.



Autoren

Kühnel S., Blüthgen N.

Erschienen als

High diversity stabilizes the thermal resilience of pollinator communities in intensively managed grasslands. *Nature Communications* 6: 7989 (2015)

doi: 10.1038/ncomms8989

Foto

Fellendorf M.

Intensive Landnutzung schwächt die Zusammenhänge zwischen den Artenvielfalten verschiedener Tier- und Pflanzengruppen

Die Biodiversität verschiedener Organismengruppen ist oft miteinander korreliert. Zum Beispiel findet man dort, wo es mehr Pflanzenarten gibt, meist auch mehr Schmetterlingsarten. Ein solcher Zusammenhang zwischen verschiedenen Biodiversitäten kann einerseits durch ökologische Wechselwirkungen (Pflanze-Bestäuber, Räuber-Beute, etc.), andererseits durch Umweltfaktoren entstehen, die mehrere Organismengruppen ähnlich beeinflussen.

Eine der wichtigsten Ursachen für Biodiversitätsveränderungen ist die Landnutzung. Der Einfluss der Landnutzung auf verschiedene Organismen ist bereits recht gut verstanden, aber wir wissen bisher wenig darüber, wie sich Landnutzung auf die Beziehungen zwischen verschiedenen Organismengruppen auswirkt.

Anhand der Daten von 150 Grünlandflächen haben wir untersucht, wie sich die Landnutzungs-intensivierung auf die Beziehungen zwischen den Biodiversitäten von 15 Organismengruppen (Pflanzen, Insekten, Vögel) auswirkt.

Wir konnten zeigen, dass die Biodiversität verschiedener Organismengruppen oft positiv korreliert ist, und dass Landnutzungsintensivierung generell zu einer Schwächung dieser Beziehungen (mehr als 1/3 Verlust) führt. Vor allem stärkere Düngung und Mahd wirken sich negativ auf Biodiversitätskorrelationen aus, während Änderungen in der Beweidung wenig Effekt haben. Der Grund hierfür ist wahrscheinlich, dass Düngung und Mahd zu einer Homogenisierung von Grünlandökosystemen führen, während Beweidung diese eher strukturell vielfältiger machen.

Unsere Analyse zeigte zudem, dass die Diversität einiger bestimmter Organismengruppen – v. a. Laufkäfer, Wanzen, Heuschrecken

und Hautflügler – generell stark mit der Diversität anderer Organismengruppen korreliert ist, und dass diese Beziehungen selbst bei starker Landnutzung bestehen bleiben. Das bedeutet, dass die Biodiversität dieser Gruppen gut als Indikator für die Gesamtbiodiversität von Grünlandökosystemen dienen kann.



Autoren

Manning P., Gossner M. M., Bossdorf O., Allan E., Zhang Y. Y., Prati D., Blüthgen N., Boch S., Böhm S., Börschig C., Hölzel N., Jung K., Klaus V. H., Klein A. M., Kleinebecker T., Krauss J., Lange M., Müller J., Pašalić E., Socher S. A., Tschapka M., Türke M., Weiner C., Werner M., Gockel S., Hemp A., Renner S. C., Wells K., Buscot F., Kalko E. K. V., Linsenmair K. E., Weisser W. W., Fischer M.

Erschienen als

Grassland management intensification weakens the associations among the diversities of multiple plant and animal taxa. *Ecology* 96: 1492–1501 (2016)

doi: 10.1890/14-1307.1

Foto
Mai I.

Das Leben in reichstrukturierten Wäldern – Welchen Einfluss haben Habitatgröße und -qualität auf die genetische Diversität des flugunfähigen Laufkäfers *Abax parallelepipedus*?

1. Autoren

Marcus T., Boch S., Durka W., Fischer M., Gossner M. M., Müller J., Schöning I., Weisser W.W., Drees C., Assmann T.

Erschienen als

Living in heterogeneous woodlands – are habitat continuity or quality drivers of genetic variability in a flightless ground beetle? PLOS ONE 10: e0144217 (2015)

doi: 10.1371/journal.pone.0144217

Auch wenn die genetische Diversität eine wichtige Komponente der Biodiversität ist, sind die sie beeinflussenden Kräfte nicht vollständig verstanden. Vergangene Studien haben gezeigt, dass Umweltfaktoren, wie Temperatur, die Struktur der Vegetation und frühere Landnutzungen die Populationsgröße beeinflussen.

In dieser Studie untersuchten wir den Einfluss von Umweltfaktoren und der Landnutzungsgeschichte auf die genetische Diversität einer flugunfähigen Laufkäferart, dem Großen Breitkäfer (*Abax parallelepipedus*).

Wir charakterisierten 88 Waldflächen der Schwäbischen Alb und der Schorfheide-Chorin hinsichtlich ihrer Umweltfaktoren und Nutzungsgeschichte, um Zusammenhänge mit der genetischen Diversität zu untersuchen. Diese wurden anhand von für diese Art entwickelten Mikrosatelliten (kleinen nicht-kodierenden DNA-Abschnitten) quantifiziert. Ebenso maßen wir die Zeit, die für den Fang einer bestimmten Anzahl an Käfern erforderlich war, um die Populationsgröße zu bestimmen.

In der Schorfheide-Chorin stand die genetische Vielfalt der untersuchten Käfer-Populationen positiv mit der Mächtigkeit der Streuschicht in Beziehung, während dies für die Schwäbische Alb nicht nachgewiesen werden konnte. Lediglich die Flächengröße des umgebenden Waldes hatte hier einen positiven Effekt: je mehr Wald in der Umgebung, desto höher die genetische Vielfalt. Unsere Annahme ist, dass die genetische Diversität von *A. parallelepipedus* in den Untersuchungsflächen von der Größe der lokalen Populationen bestimmt wird. Eine höhere genetische Diversität in historischen alten Wäldern im Vergleich zu jungen konnte mit unseren Ergebnissen nicht unterstützt werden. Eben-

so konnten wir keinen Einfluss der Landnutzungsgeschichte auf die genetische Diversität finden.

Der im Untersuchungsgebiet nachgewiesene schwache Effekt historischer Landnutzung auf die genetische Vielfalt der Populationen wird vermutlich durch die sehr großen Populationen von *A. parallelepipedus* in den untersuchten Wäldern begründet.



2. Autoren

Marcus T., Assmann T., Durka W., Drees C.

Erschienen als

A suite of multiplexed microsatellite loci for the ground beetle *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher 1783) Coleoptera, Carabidae). Conservation Genetics Resources 5: 1151–1156 (2013)

doi: 10.1007/s12686-013-9985-6

Foto

Marcus T.



Barrieren im Genfluss beim Wildschwein: Test der Gültigkeit genetischer Cluster mit mehreren landschaftsgenetischen Ansätzen

Statistische Clusterverfahren werden typischerweise verwendet, um Barrieren für den Genfluss zu identifizieren. Solche Verfahren neigen allerdings dazu, künstliche Unterteilungen in einer Untersuchungspopulation zu erfassen, die durch ein sogenanntes Isolation-by-distance-Muster (IbD) charakterisiert sind.

Hier analysierten wir die landschaftsgenetische Struktur einer Population von Wildschweinen (*Sus scrofa*) aus Südwestdeutschland.

Zwei Clustering-Methoden identifizierten unabhängig voneinander identische genetische Diskontinuität. Jedoch war die betreffende Population durch ein starkes IbD-Muster gekennzeichnet. Während ein Modellierungsansatz die Landschaftseigenschaften, die die Wildschweinbewegungen beeinflussten, nicht identifizieren konnte, erbrachten alternative Analysen, dass die empirisch abgeleiteten Cluster durch eine echte Barriere getrennt waren. Bei der Simulation zufälliger Barrieren – unabhängig von der Landschaft, aber das Untersuchungsgebiet jeweils halbierend – repräsentieren 60% der Barrieren deutliche Hindernisse für den Genfluss. Die Barrieren der abgeleiteten empirischen Cluster entsprachen dabei der wichtigsten genetischen Diskontinuität im Untersuchungsgebiet.

Angesichts der Habitat-Fragmentierung, die die beiden empirisch erfassten Populationen trennt, ist es wahrscheinlich, dass die Cluster-Programme korrekt eine Barriere für den Genfluss identifiziert haben. Die unterschiedlichen Ergebnisse zwischen der hier veröffentlichten Arbeit und anderen Studien deuten darauf hin, dass es sehr schwierig sein wird, allgemeine Schlussfolgerungen über die Lebensraumpermeabilität bei Wildschweinen aus einzelnen Studien zu ziehen.



Autoren

Renner S. C., Suarez-Rubio M., Wiesner K. R., Drögemüller C., Gockel S., Kalko E. K. V., Ayasse M., Frantz A. C.

Erschienen als

Using multiple landscape genetic approaches to test the validity of genetic clusters in a species characterized by an isolation-by-distance pattern. *Biological Journal of the Linnean Society* 118: 292–303 (2016)

doi: 10.1111/bij.12737

Foto

Fellendorf M.

Wälder des Glücks und Unglücks: Wechselwirkungen zwischen Waldtypen, Parasiten und Immunantwort

Die Eigenschaften von Lebensräumen bestimmen die Anwesenheit von Individuen durch ein Angebot an variabel verteilten Ressourcen. Gleichzeitig beeinflussen solche Lebensraumeigenschaften auch das Auftreten von Parasiten.

Wir analysierten, wie Vögel auf Veränderungen in den Waldstrukturen, auf Waldbewirtschaftung und auf das Risiko einer Infektion mit Parasiten (sogenannten „Haemosporidien“, auf Deutsch Vogel-malaria) reagieren.

Wir haben Mönchsgrasmücken und Buchfinken in 3 verschiedenen Waldtypen (Buche, gemischte Laubbäume, Fichten) gefangen und ihnen Blut abgenommen. Wir erfassten in den 3 Waldtypen die Körperasymmetrien der Vögel, ermittelten die Parasiten und bestimmten weiße Blutkörperchen als Immunantwort für jedes Individuum. Unseres Wissens waren wir die ersten, die hierzu Waldstrukturparameter quantitativ in die Analysen mit aufgenommen haben.

Wir fanden erhebliche Auswirkungen der Lebensraumstruktur auf die Verbreitung der Parasiten in den Vogelwirten. Wir fanden heraus, dass die Mönchsgrasmücken einen dreimal höheren Parasitenbefall hatten im Vergleich zu Buchfinken. Die Intensität des Befalls variierte erheblich innerhalb der Vogelart und war abhängig vom Waldtyp. In den Buchenwäldern mit einer naturnahen Bewirtschaftung war die Parasitierungsrate für beide Wirtsarten am geringsten. Lebensräume mit komplexer Waldstruktur für Vögel führten mit höherer Wahrscheinlichkeit zu einer Infektion. Bei Mönchsgrasmücken führten Lücken im Kronendach ebenfalls zu häufigerem Parasitenbefall.

Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass Waldtypen und Variationen in der Waldstruktur die Wahrscheinlichkeit einer Infektion mit Parasiten beeinflussen, allerdings sind die Reaktionen auf einige Umweltfaktoren wirtsspezifisch und nicht allgemein gültig.



Autoren

Renner S. C., Lüdtke B., Kaiser S., Kienle J., Schaefer H. M., Segelbacher G., Tschapka M., Santiago-Alarcon D.

Erschienen als

Forests of opportunities and mischief: disentangling the interactions between forests, parasites and immune responses. *International Journal for Parasitology* 46: 571–579 (2016)

doi: 10.1016/j.ijpara.2016.04.008

Foto

Böhm S.

Zeitliche Änderungen der Zufallsprozesse in mitteleuropäischen Vogelgemeinschaften

Wie Vogelgemeinschaften strukturiert werden, ob durch zufällige oder deterministische Prozesse, wurde bereits in vielen Studien untersucht. Ergebnisse legen nahe, dass womöglich beide Prozesse eine Rolle spielen. Nur wenige Studien hingegen versuchten bislang, den Grad der Zufälligkeit in der Artenzusammensetzung zu quantifizieren.

Wir quantifizierten erstmals den Grad der Zufälligkeit in Waldvogelgemeinschaften in 3 Regionen Deutschlands. Die kompositorische Unähnlichkeit zwischen Paaren von Waldplots wurde der euklidischen Distanz zwischen den Waldplots gegenübergestellt. Wir berechneten dann die kompositorische Unähnlichkeit bei räumlicher Entfernung von Null. Wir analysierten weiterhin, wie der Grad der Zufälligkeit in Gemeinschaftszusammensetzung im Laufe der Zeit und mit der Waldbewirtschaftung beeinflusst wird, mit der Annahme, dass die Bedeutung der zufälligen Prozesse durch die Waldnutzungsintensivierung reduziert wird.

Wir fanden, dass ein hoher Anteil der Vogelgemeinschaftszusammensetzung durch Zufall erklärt werden kann, was bedeutet, dass der Großteil der Variation in der Zusammensetzung der lokalen Vogelgemeinschaften durch zufällige Prozesse angetrieben wird und nicht durch deterministische.



Autoren

Renner S. C., Gossner M. M., Kahl T., Weisser W. W., Fischer M., Allan E.

Erschienen als

Temporal changes in randomness of bird communities across Central Europe. PLOS ONE 9: e112347 (2014)

doi: 10.1371/journal.pone.0112347

Foto

Fellendorf M.

Stängelminierende Insekten im Grünland: Kleinräumiger Nutzungsverzicht ist besser als kurzfristiges Reduzieren der Bewirtschaftungsintensität

Gräser dominieren die Habitate „Wiese“ und „Weide“. Sie beherbergen eine Gemeinschaft an hochspezialisierten Insekten, die sich ausschließlich im Inneren der Grashalme entwickeln. Überraschenderweise wurde der Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf diese sogenannten Stängelminierer bisher kaum untersucht.

In dieser Studie klären wir, welche Maßnahme geeigneter zur Erhöhung des Besiedlungserfolgs für diese Artengemeinschaft ist: kurzfristiges Reduzieren der Bewirtschaftungsintensität auf Grünländern oder kleinräumiger Nutzungsverzicht.

Auf 41 Grünlandflächen simulierten wir einen Bewirtschaftungsausschluss entlang eines zeitlichen Gradienten: Wir untersuchten (a) kontinuierlich bewirtschaftete Areale, (b) für ein Jahr von der Bewirtschaftung ausgenommene Bereiche und (c) mindestens über 2 Jahre ungenutzte Randstreifen. Auf allen 3 Bewirtschaftungsvarianten entnahmen wir jeweils 50 Halme des Knäulgrases und verglichen den Besiedlungserfolg von Stängelminierern sowie die Befallshöhen in den Halmen, welche sich von Art zu Art unterscheidet.

Sind die Halme durch Bewirtschaftung verkürzt, reduziert das den Besiedlungserfolg sowohl auf den bewirtschafteten Arealen als auch auf den einjährig ausgenommenen Bereichen im Vergleich zu den ungenutzten Randstreifen. Besonders auf den Flächen mit kontinuierlicher Bewirtschaftung fanden wir eine deutliche Überlappung der artspezifischen Befallshöhen. Dies führt möglicherweise dazu, dass die ökologische Nische für die Arten räumlich begrenzt wird.

Grasrandstreifen, die für mindestens 2 Jahre von Beweidung und Mahd ausgenommen werden, haben einen hohen Wert als Lebens-

räume für das Larvenstadium oder zur Überwinterung von Stängelminierern. Sie könnten zur Wiederbesiedelung von Grasinseln auf intensiv bewirtschafteten Wiesen und Weiden dienen und sind eine kostengünstige und leicht umzusetzende Maßnahme zum Schutz dieser spezialisierten Insekten.



Autoren

Rothenwöhrer C., Scherber C., Tscharnkte T.

Erschienen als

Grassland management for stem-boring insects: Abandoning small patches is better than reducing overall intensity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 167: 38–42 (2013)

doi: 10.1016/j.agee.2013.01.005

Foto

Mai I.

Intensive Nutzung im Grünland führt zu Veränderungen in der Häufigkeit bestimmter Eigenschaften bei unterschiedlichen Arthropodengruppen

Insekten und Spinnen stellen die größte Anzahl Arten für die biologische Vielfalt der Erde und eignen sich deshalb gut, um Effekte von Landnutzung auf Artenvielfalt zu untersuchen. Unsere Studien in den Biodiversitäts-Exploratorien sowie eine Reihe anderer Studien zeigten, dass auf intensiver genutzten Wiesen und Weiden weniger Insekten- und Spinnenarten zu finden sind. Wir zeigten außerdem, dass seltene Arten stärker von Nutzung betroffen sind als andere. Um zu verstehen, warum einige Arten stärker betroffen sind als andere, werden häufig die Eigenschaften (Traits) der Arten betrachtet.

Diese sogenannte „Trait-Analyse“ ist eine etablierte Methode für Pflanzen und einige Wirbeltiergruppen, für Insekten und Spinnen steckt sie jedoch noch in den Kinderschuhen. Für fast 1.000 Insekten- und Spinnenarten, welche zwischen 2008 und 2012 auf 124 Wiesen und Weiden der Biodiversitäts-Exploratorien mit Kescherfängen erfasst wurden, trugen wir 5 Eigenschaften aus der Literatur zusammen: Körperlänge, Ausbreitungsfähigkeit, trophische Nische, die Anzahl an genutzten Pflanzenarten bei Pflanzenfressern (Spezialisierung) und bevorzugtes Habitat.

Im Vergleich zwischen der Nutzungsintensität einer Grünlandfläche und den Eigenschaften aller dort vorkommenden Arten zeigten sich einige deutliche Muster: Je intensiver die Bewirtschaftung desto weniger große Arten und spezialisierte Pflanzenfresser sind zu finden. Außerdem nimmt die relative Häufigkeit von Arten mit guter Ausbreitungsfähigkeit zu.

Aus diesen Ergebnissen lassen sich mögliche Maßnahmen zum Schutz der Artenvielfalt von Insekten und Spinnen auf intensiv genutzten Wiesen ableiten. Beispielsweise brauchen weniger ausbreitungsfä-

hige Arten Rückzugsgebiete während der Mahd, um eine Wiederbesiedlung zu ermöglichen. Auch könnten Wirtspflanzen für spezialisierte Pflanzenfresser in Blühstreifen oder bei Saatmischungen mit berücksichtigt werden.



Autoren

Simons N., Weisser W. W., Gossner M. M.

Erschienen als

Multi-taxa approach shows consistent shifts in arthropod functional traits along grassland land-use intensity gradient. *Ecology* 97: 754–764 (2016)

doi: 10.1890/15-0616.1

Foto

Von I, Luc Viatour, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2489758>



Nutzungsintensität im Grünland verändert die Insektengemeinschaften

Aus einer Reihe von Studien wissen wir, dass die Artenvielfalt in intensiv genutzten Lebensräumen sehr viel niedriger ist als in extensiv genutzten Lebensräumen. Dies gilt auch für Wiesen und Weiden in Mitteleuropa, und ebenso in den Biodiversitäts-Exploratorien. Viele Studien über den Effekt von Nutzungsintensität betrachten jedoch nur die Anzahl der Arten, ohne deren Abundanz zu vergleichen. Dies ist erstaunlich, da in praktisch allen Artengemeinschaften wenige Arten mit sehr vielen Individuen vorherrschen.

Der Großteil der Arten kommt jedoch mit nur wenigen Individuen vor. Diese ungleiche Verteilung der Individuen innerhalb der Arten einer Gemeinschaft wird häufig mit sogenannten „Rang-Abundanz-Kurven“ dargestellt. Die Parameter dieser Rang-Abundanz-Kurven können darüber Auskunft geben, wie stark die Dominanz der häufigsten Art und wie hoch der Anteil seltener Arten ist.

In dieser Studie untersuchten wir, inwiefern sich die Nutzungsintensität auf diese Verteilungen innerhalb der Insektengemeinschaften auswirkt. Die Datengrundlage bilden Kescherfänge des Jahres 2008 auf 142 Wiesen und Weiden der Biodiversitäts-Exploratorien.

Je höher die kombinierte Nutzungsintensität (Mahd, Düngung und Beweidung) ist, desto steiler ist die Rang-Abundanz-Kurve. Das bedeutet, die Individuen sind sehr ungleich auf die Arten verteilt.

Dieser Effekt ist vor allem der Düngung zuzuschreiben: Je intensiver gedüngt wird, desto stärker ist die Vorherrschaft der häufigsten Art. Häufige Mahd oder intensive Beweidung führen hingegen zu einem Verlust seltener Arten. Da die lokal (auf einer Fläche) seltenen Arten auch auf besonders wenigen Flächen insgesamt gefunden wurden, sind extensiv genutzte Wiesen und Weiden von be-

sonderer Bedeutung für den Schutz von seltenen Arten. Dies gilt auch für Arten, welche zwar regelmäßig aber in geringen Anzahlen auf intensiv genutzten Flächen gefunden werden.



Autoren

Simons N., Gossner M. M., Lewinsohn T. M., Lange M., Türke M., Weisser W. W.

Erschienen als

Effects of land-use intensity on arthropod species abundance distributions in grasslands. *Journal of Animal Ecology* 84: 143–154 (2015)

doi: 10.1111/1365-2656.12278

Foto

Mai I.

Menge oder Auswahl? Wie die Veränderung im Nahrungsangebot Insekten beeinflusst

Eine intensive Nutzung von Wiesen und Weiden durch häufige Mahd, große Düngermengen und eine hohe Zahl von Weidetieren führt zu einem Verlust der Artenvielfalt bei vielen Organismengruppen. Obwohl viele Studien den Einfluss von Nutzungsintensität auf die Vielfalt von Pflanzen und Insekten untersucht haben, gab es bislang kaum Studien, welche sich mit den Beziehungen zwischen einem Verlust von Pflanzenarten und dem Verlust von anderen Gruppen beschäftigten.

In unserer Studie untersuchten wir, ob der negative Effekt intensiver Nutzung auf Insekten und Spinnen durch eine Veränderung des Nahrungsangebotes zustande kommt. Insbesondere verglichen wir, ob eine Änderung in der Angebotsvielfalt oder in der Angebotsmenge einen größeren Einfluss auf die Zahl der pflanzenfressenden oder räuberischen Insekten- und Spinnenarten hat.

Wir untersuchten dies für Insekten und Spinnen, welche wir in den Jahren 2008 und 2009 in Kescherfängen auf den Wiesen und Weiden der Biodiversitäts-Exploratorien gefangen hatten. Mit Hilfe eines statistischen Modells („Strukturgleichungsmodell“) konnten wir die verschiedenen möglichen Einflusswege der Landnutzung auf die Artenvielfalt vergleichen. Im Modell nutzten wir als Nahrungsgrundlage für die pflanzenfressenden Insekten die Erfassung der Pflanzengemeinschaften, als Nahrung für die räuberischen Insekten und Spinnen wiederum die pflanzenfressenden Insekten.

Unsere Ergebnisse zeigten einen überraschenden Unterschied zwischen den beiden Insektengruppen. Während eine Änderung in der Nahrungsmenge (Pflanzenbiomasse) die Artenzahl der pflanzenfressenden Insekten beeinflusst, erklärt die Änderung in der Angebotsvielfalt (Artenzahl der pflanzenfressenden Insekten) die Artenzahl der räuberischen Arten.

Diese Erkenntnisse sind ein wichtiger Baustein für ein detailliertes Verständnis darüber, wie sich Landnutzung auf die Biodiversität auswirkt.



Autoren

Simons N., Gossner M. M., Lewinsohn T. M., Boch S., Lange M., Müller J., Pašalić E., Socher S. A., Türke M., Fischer M., Weisser W. W.

Erschienen als

Resource-mediated indirect effects of grassland management on arthropod diversity. PLOS ONE 9: e107033 (2014)

doi: 10.1371/journal.pone.0107033

Foto

Pommer U.

Eine vielfältige und strukturreiche Landschaft wirkt sich positiv auf stängelnistende Bienen, Wespen und ihre Gegenspieler aus

Ein funktionierendes Ökosystem ist die Voraussetzung für zahlreiche Ökosystemdienstleistungen, wie z. B. Bestäubung und natürliche Schädlingsbekämpfung. Solitäre, stängelnistende Bienen und Wespen sind Einzelgänger und Wirte für zahlreiche Gegenspieler, wie Goldwespen und Schlupfwespen.

Wir untersuchten dieses System aus Wirten und Gegenspielern, da es die genannten Ökosystemdienstleistungen liefert. Uns interessierte, welche Auswirkungen lokale Landnutzung, Landschaftsheterogenität und geografische Region auf sie haben.

Dazu platzierten wir Nisthilfen auf 95 Grünlandflächen in den 3 Exploratorien. Wir ermittelten für jede Fläche die Intensität der Landnutzung, die Vielfalt und Struktur der umliegenden Landschaft im Radius von 250 bis 2.000 m, sowie Artenvielfalt, Artenzahl und Parasitierungsrate.

Bienen und Wespen profitierten von einer vielfältigen, ihre Gegenspieler hingegen von einer strukturreichen Landschaft. Die Vielfalt der Landschaft im kleinsten Radius (250 m) um die Nisthilfen wirkte sich positiv auf die Anzahl der Bienen und Wespen und die Vielfalt der Wespenarten aus. Ihre Gegenspieler hingegen profitierten von einer strukturreichen Landschaft (1.500 m) um die Nisthilfe. Offenbar haben Landschaftsvielfalt und -struktur auf Wirte und ihre Gegenspieler einen unterschiedlichen Einfluss, sind aber generell relevanter als lokale Landnutzungsintensität.

Dieses Ergebnis ist in Anbetracht der Mobilität solitärer Bienen und Wespen gut nachvollziehbar, jedoch ist der Aktionsradius dieser Tiere um ihre Nester nicht größer als 2.000 m. Demzufolge haben sie in sogenannten „Agrarwüsten“ keine Überlebenschance. Um

sich die natürliche Funktion dieser wichtigen Bestäuber und Schädlingsbekämpfer zunutze zu machen und ein intaktes Ökosystem zu erhalten, empfiehlt sich die Gestaltung einer vielfältigen, kleinräumigen Landschaft, sowie die Förderung von strukturgebenden Elementen, wie Hecken, Blühstreifen und Korridoren, die auch gleichzeitig als Nist- und Futterressourcen dienen können.



Autoren

Steckel J., Westphal C., Peters M. K., Bellach M., Rothenwöhrer C., Erasmi S., Scherber C., Tschardt T., Steffan-Dewenter I.

Erschienen als

Landscape composition and configuration differently affect trap-nesting bees, wasps and their antagonists. *Biological Conservation* 172: 56-64 (2014)

doi: 10.1016/j.biocon.2014.02.015

Foto

Steckel J.

Ausbreitung von Waldkräutern durch Schnecken: Pflanzenart, Schneckenart und die Größe der Schnecken sind entscheidend

Erste Beobachtungen, dass Schnecken die Samen von Pflanzen ausbreiten, reichen bis in die 1930er Jahre zurück. Damals wurde beschrieben, dass Schnecken an den Früchten von Erdbeere, Heidelbeere und Himbeere fressen und die kleinen Samen darin versehentlich verschlucken und keimfähig wieder ausscheiden. In den vergangenen Jahren entdeckten wir, dass auch die Samen von sogenannten Myrmekochoren (das sind Pflanzen, die an eine Ausbreitung durch Ameisen angepasst sind) gezielt von Schnecken gefressen und keimfähig ausgeschieden werden. Somit sind diese von potenziell großer Bedeutung für die Ausbreitung der Pflanzen in unseren Laubwäldern. Insbesondere in Buchenwäldern sind Ameisen, die diese Pflanzen eigentlich ausbreiten, sehr selten.

Wir untersuchten, wie weit dieses Zusammenspiel von Schnecken und Pflanzen verbreitet ist und ob es sich auf viele Arten verallgemeinern lässt.

In dieser Studie boten wir 4 verschiedenen Schneckenarten die Samen von 7 Frühblüher an, die charakteristisch für Buchenwälder sind. Darunter waren unter anderem Buschwindröschen, Bärlauch, Taubnessel, Wald-Bingelkraut und Wald-Veilchen.

Samen von allen Pflanzenarten wurden von Schnecken gefressen. Während der schwarze Schnegel und die Garten-Schnirkelschnecke meist nur die Ölkörper (Elaiosomen) an den Samen fraßen, verschluckten die Wegschnecken Samen von allen Pflanzen im Ganzen und schieden sie intakt wieder aus. Kleine Samen wurden häufiger verschluckt als große, und diese Pflanzen könnten somit stärker von einer Ausbreitung durch Schnecken profitieren. Größere Wegschnecken verschluckten wiederum mehr Samen als ihre kleineren Artgenossen.

Wir schlussfolgern, dass Schnecken von großer potenzieller Bedeutung für die räumliche Verteilung von zahlreichen Kräutern in Laubwäldern sind und bei der Besiedlung junger Wälder durch diese Pflanzen eine wichtige Rolle spielen könnten.



Autoren

Türke M., Weisser W. W.

Erschienen als

Species, diaspore volume and body mass matter in gastropod seed feeding behavior. PLOS ONE 8: e68788 (2013)

doi: 10.1371/journal.pone.0068788

Foto

Weiner C.

Lebensräume als komplexe Duftumgebungen: Wie beeinflusst die Pflanzenvielfalt die Orientierung pflanzenfressender Insekten und ihrer parasitischen Gegenspieler?

Pflanzenfressende Insekten orientieren sich zu ihren Wirtspflanzen hin über bestimmte Pflanzenduftstoffe. Eine veränderte Duftumgebung der Pflanzen jedoch kann die Orientierung dieser Insekten und deren natürliche Feinde beeinflussen.

Wir untersuchten, wie durch eine erhöhte Pflanzen- und Duftvielfalt die Orientierung von pflanzenfressenden Insekten und deren Gegenspielern zu ihrer Wirtspflanze hin beeinflusst wird.

In Verhaltenstests im Labor untersuchten wir 2 Rüsselkäferarten und eine parasitische Wespe auf ihre Orientierung zum Spitzwegerichduft in Kombination mit diversen Pflanzendüften. Zusätzlich wurden auf 77 Grünlandflächen in den Regionen Schorfheide-Chorin, Hainich und Schwäbische Alb die Pflanzenvielfalt und die Spitzwegerich-, Rüsselkäfer- und Wespenvorkommen ermittelt.

In den Verhaltenstests fanden die Rüsselkäfer und die parasitische Wespe die Wirtspflanze trotz einer erhöhten Duftvielfalt. Die Käfer suchten in einer „Duftumgebungsarena“ verstärkt die Wirtspflanze bei einem komplexeren Duftangebot. Vor die Wahl gestellt, bevorzugten die parasitischen Wespen einfachere Duftumgebungen, um ihre Wirte auf Spitzwegerich zu finden. In der Natur waren die Käfer dementsprechend eher in vielfältigeren Vegetationen zu finden, während die Wespen in keiner bestimmten Vegetation vorkamen.

Pflanzenartenreiche Lebensräume im Grünland stellen Gebiete von hoher Qualität dar. In ihnen finden viele biologische Interaktionen, wie komplexe Nahrungsnetze, statt. Art und Umfang der Landnutzung und die damit verbundene Zusammensetzung der

Vegetation können potenziell das Zusammenspiel zwischen pflanzenfressenden Insekten und deren natürlichen Feinden über die Duftvielfalt beeinflussen.



Autoren

Wäschke N., Hardge K., Hancock C., Hilker M., Obermaier E., Meiners T.

Erschienen als

Habitats as complex odorous environment: How does plant diversity affect herbivore and parasitoid orientation? PLOS ONE 9: e85152 (2014)

doi: 10.1371/journal.pone.0093700

Foto

Scharmman M.

Mosaiklandschaften fördern die funktionelle Vielfalt bei Insekten und Spinnen

Kleinräumige Landschaftsstrukturen sind aufgrund der fortschreitenden landwirtschaftlichen Intensivierung selten geworden. Dennoch sind sie von besonderer Bedeutung für die Zusammensetzung vielfältiger Artengemeinschaften im Grünland. Insekten und Spinnen übernehmen dort wichtige Ökosystemfunktionen, wie zum Beispiel biologische Schädlingskontrolle oder Bestäubung. Verlust von Lebensraum und intensive Flächenbearbeitung schränken diese Ökosystemfunktionen zunehmend ein.

Wir untersuchten, ob 1) die räumliche Struktur von Agrarlandschaften, 2) ihre Zusammensetzung und 3) die lokale Landnutzungsintensität Auswirkungen auf die funktionelle Zusammensetzung von Arthropoden-Gemeinschaften im Grünland haben.

Wir konnten zeigen, dass die positiven Effekte einer kleinräumigen Landschaftsstruktur sogar negative Auswirkungen hoher lokaler Landnutzungsintensität in den Grünlandflächen ausgleichen können. Selbst auf intensiv genutzten Grünlandflächen sind funktionell vielfältige Artengemeinschaften mit vielen kleinen, spezialisierten und ausbreitungsschwachen Arten zu finden, wenn diese in nicht einheitlich strukturierten Landschaften liegen.

Überraschend war auch, dass die untersuchten 640 Spinnen-, Käfer-, Fliegen-, Wanzen-, Zikaden-, Hautflügler- und Schmetterlings-Arten gleichermaßen auf die Vereinheitlichung der Agrarlandschaft reagierten. In eintönigen Landschaften und intensiv bewirtschaftetem Grünland kommen vor allem die ausbreitungstarken und großen Arten mit breitem Nahrungsspektrum vor. Nur in vielfältig strukturierten Landschaften sind auch weniger ausbreitungstarke kleinere und spezialisiere Arten im Grünland zu finden, selbst bei intensiver Grünlandnutzung.

Um den Rückgang der Biodiversität in Agrarlandschaften zu stoppen, sollte neben dem lokalen Management von Lebensräumen auch die Vielfalt von Agrarlandschaften erhalten oder verbessert werden. Dies wäre auch ein Ziel für die EU-Biodiversitätsstrategie 2020.



Autoren

Gámez-Virués S., Perović D. J., Gossner M. M., Börschig C., Blüthgen N., de Jong H., Simons N., Klein A.-M., Krauss J., Maier G., Scherber C., Steckel J., Rothenwöhrer C., Steffan-Dewenter I., Weiner C. N., Weisser W. W., Werner M., Tschardtke T., Westphal C.

Erschienen als

Landscape simplification filters species traits and drives biotic homogenization. *Nature* 6: 8568 (2015)

doi: 10.1038/ncomms9568

Foto

Lorenzen K.

Die Landschaftsstruktur formt die Zusammensetzung der Schmetterlingsgemeinschaft im Grünland

Mit fortschreitender Intensivierung der Landwirtschaft werden vielfältige und kleinräumig strukturierte Agrarlandschaften immer seltener. Die Zusammensetzung und räumliche Struktur von Landschaften beeinflusst jedoch die Vielfalt von Arten (taxonomische Vielfalt) und Funktionen (funktionelle Vielfalt) von Lebensgemeinschaften.

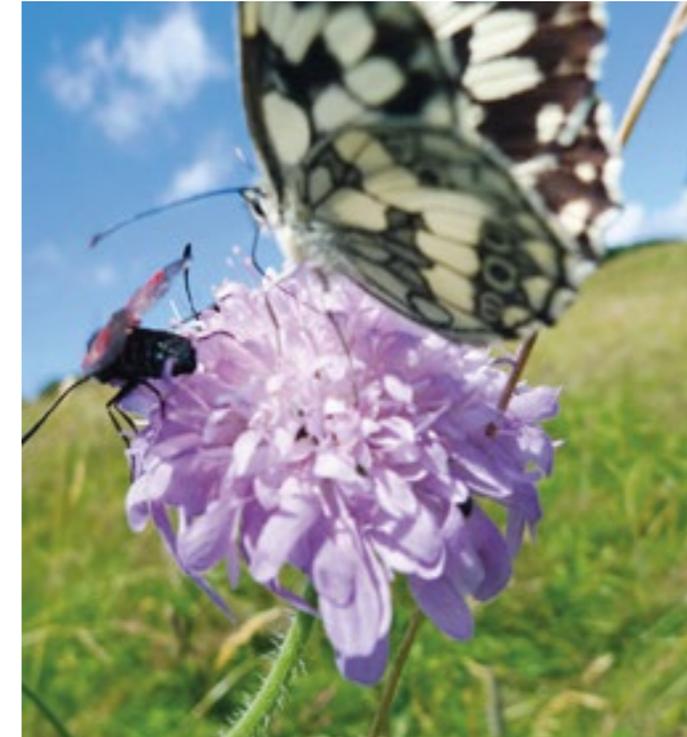
Wir untersuchten, wie die Zusammensetzung und räumliche Struktur der Agrarlandschaften die taxonomische und die funktionelle Vielfalt von Schmetterlingen beeinflusst.

Dazu wählten wir insgesamt 91 Grünlandflächen aus, die sich in der räumlichen Anordnung und der Zusammensetzung von Lebensräumen in der Landschaft unterschieden. Wir erfassten die Schmetterlingsarten auf diesen Flächen und erstellten, basierend auf den Lebensraumansprüchen der Arten, funktionelle Lebensraumkarten der Umgebung. Anschließend untersuchten wir, basierend auf diesen Karten, die Effekte der Landschaft auf die Schmetterlingsgemeinschaften. Dabei berücksichtigen wir die Zusammensetzung der Landschaft, ihre Strukturvielfalt und die lokale Nutzungsintensität im Grünland.

In unserer Studie konnten wir zeigen, dass verschiedenartige Landschaften mit einer großen Vielfalt an Landnutzungstypen und Lebensräumen den Artenreichtum von Schmetterlingen fördern. Allerdings fördert ausschließlich eine erhöhte Vielfalt an Landschaftsstrukturen die funktionelle Zusammensetzung der Schmetterlingsartengemeinschaften, d. h. auch das Vorkommen spezialisierter und potentiell gefährdeter Arten.

Um sowohl artenreiche als auch funktionell vielfältige Schmetter-

lingsartengemeinschaften im Grünland zu erhalten und zu fördern, sollten wir daher kleine und vielfältige Lebensräume mit unterschiedlicher Landnutzung erhalten oder etablieren. Das naturschutzfachliche Management von Agrarlandschaften sollte entsprechend auf Landschaftsebene umgesetzt und auch im Rahmen nationaler oder internationaler Biodiversitätsstrategien realisiert werden.



Autoren

Perović D. J., Gámez-Virués S., Börschig J. C., Klein A.-M., Krauss J., Steckel J., Rothenwöhrer C., Erasmi S., Tschardtke T., Westphal C.

Erschienen als

Configurational landscape heterogeneity shapes functional community composition of grassland butterflies. *Journal of Applied Ecology* 52: 505–513 (2015)

doi: 10.1111/1365-2664.12394

Foto

Binkenstein J.

Was die Interaktionshäufigkeit zwischen Bestäuber und Blüte über Aussterberisiken sagt

Der Rückgang der Artenvielfalt von Blütenbesuchern hat weltweit Sorge um die Zukunft der Bestäubung geschürt.

Quantitative Interaktionsnetzwerke beschreiben, wie oft z. B. die Pflanzenart P von der Bienenart B besucht wird und können genutzt werden, um den Effekt der Landnutzung auf eine Art und ihre Interaktionspartner darzustellen. Wird die Identität der Partner einer Art sowie die Interaktionsstärke betrachtet, lässt sich darauf schließen, wie natürliche Lebensgemeinschaften auf Störungen reagieren und welche sekundären Aussterberisiken damit verbunden sind.

Intensivierung der Landnutzung führt zum Rückgang der Artenvielfalt von Blütenpflanzen, auf den ein Rückgang der Bestäubervielfalt folgt, von dem besonders spezialisierte Arten betroffen sind.

Während einer Vegetationsperiode protokollierten wir auf 119 Grünlandflächen unterschiedlicher Nutzungsintensität 25.401 Interaktionen zwischen 166 Pflanzenarten und 741 Insektenarten (Insekten wurden aufgesammelt und im Labor bestimmt, Pflanzen direkt im Feld) und untersuchten die resultierenden quantitativen Interaktionsnetzwerke mit Hilfe statistischer Methoden auf ihre Stabilität.

Wir konnten zeigen, dass durch intensivierte Landnutzung hervorgerufene positive oder negative Veränderungen in der Häufigkeit einer Art (= ihre Landnutzungsreaktion) durch die nach Interaktionsstärke gewichtete mittlere Landnutzungsreaktion der Interaktionspartner der Art vorhergesagt werden kann. Sinkt die Häufigkeit der Interaktionspartner einer Art, geht auch die Art selbst zurück und umgekehrt. Spezialisierte Bestäuber waren anfälliger als Generalisten. Im Schnitt hatte die mittlere Landnutzungsreaktion der Bestäuber einen weniger stark ausgeprägten Einfluss auf die Häufig-

keit der von Ihnen besuchten Pflanzen als umgekehrt, vermutlich da nicht alle Pflanzen zwingend insektenbestäubt sind und sich auch vegetativ fortpflanzen.



Autoren

Weiner C. N., Werner M., Linsenmair K. E., Blüthgen N.

Erschienen als

Land-use impacts on plant–pollinator networks: interaction strength and specialization predict pollinator declines. *Ecology* 95: 466–474 (2014)

doi: 10.1890/13-0436.1

Foto

Weiner C.

Regionale und nutzungsbedingte Einflüsse auf das Leistungspotential von Bodentieren in Grünländern

Bodenlebende Tiere leisten einen wichtigen Beitrag zu ökosystemaren Prozessen, wie Schädlingskontrolle, und zu Nährstoffkreisläufen in Dauergrünländern.

Wir untersuchen in dieser Studie, wie sich regionale Unterschiede zwischen den Exploratorien und die lokale Bewirtschaftungsintensität auf die Häufigkeit (Abundanz) und Funktion von ausgewählten Bodentierarten auswirken.

Im Frühjahr 2011 wurden 150 Grünlandflächen mittels standardisierter Probe- und Extraktionsverfahren auf Bodentiere beprobt. Die Abundanz der ausgewählten Arten wurde aus diesen Proben bestimmt. Mittels Analysen stabiler Isotopenverhältnisse von Kohlenstoff und Stickstoff wurden die Arten in Hinblick auf ihre Nahrungsnutzung untersucht.

Die kombinierte Untersuchung von Mustern der Abundanz und der Ressourcennutzung zeigte, dass sich die untersuchten Arten in Gruppen einteilen lassen. Diese Gruppen zeigen entweder eine Reaktion hinsichtlich der Abundanz, der Nahrungsnutzung oder einer Kombination von beiden auf die Bewirtschaftungsintensität.

Diese Studie belegt, dass sowohl großräumige Unterschiede zwischen Regionen als auch lokale Bewirtschaftungsunterschiede die Anzahl und die Funktion wichtiger Bodentierarten deutlich beeinflussen. Dafür wurde ein neuartiges Bewertungskonzept für die Reaktion von Bodentieren auf Landnutzung entwickelt, das nicht nur die zahlenmäßigen Reaktionen der Tiere, sondern auch Veränderungen in deren Ressourcennutzung berücksichtigt. Die parallele Untersuchung numerischer und funktioneller Parameter ist daher unbedingt erforderlich, wenn zukünftige Biodiversitätsschutzmaßnahmen auch Ökosystemdienstleistungen berücksichtigen sollen.



Autoren

Birkhofer K., Dietrich C., John K., Schorpp Q., Zaitsev A. S., Wolters V.

Erschienen als

Regional Conditions and Land-Use Alter the Potential Contribution of Soil Arthropods to Ecosystem Services in Grasslands. *Frontiers in Ecology* 3: 1–11 (2016)

doi: 10.3389/fevo.2015.00150

Foto

Klötzing T.

Einfluss der Landnutzung auf funktionelle Unterschiede in Arthropoden-Gemeinschaften

Zwei Entwicklungen kennzeichnen den globalen Landnutzungswandel: Zum einen wird die Art der Nutzung großflächig verändert (z. B. durch das Umbrechen von Grünland zu Acker), und zum anderen wird die lokale Nutzung intensiviert (z. B. durch zunehmende Düngung oder Abholzung). Der globale Landnutzungswandel führt zu einer weltweiten Abnahme der Diversität, allerdings ist noch unbekannt, inwieweit auch die Zusammensetzung und Funktion von Tiergemeinschaften beeinflusst werden.

Tiergemeinschaften wurden in je 6 Wald-, Grünland- und Ackerhabitaten mit entweder hoher oder niedriger Nutzungsintensität untersucht. Für 350 bestimmte Arten wurde anschließend mittels einer Literaturrecherche eine Datenbank zu wichtigen Eigenschaften erstellt, welche Informationen zur Körpergröße, Reproduktion, Ernährung, Ausbreitung und Lebensraumnutzung beinhaltet.

In dieser Studie untersuchen wir, wie verschiedene Landnutzungsformen (Wald, Grünland und Acker) und Intensitäten innerhalb dieser Landnutzungen die Diversität der Eigenschaften in Laufkäfer-, Spinnen- und Wanzengemeinschaften beeinflussen.

Durch eine zunehmende Nutzungsintensität reduzierte sich die Diversität der untersuchten Eigenschaften von Spinnen- und Wanzengemeinschaften.

In regelmäßig gestörten Landnutzungsformen (bspw. Ackerflächen) dominierten kleinere Tierarten mit höherer Ausbreitungsfähigkeit.

Unsere Untersuchungen zeigen, dass für bestimmte Landnutzungsformen ein negativer Zusammenhang zwischen der Nutzungsintensität und der Diversität von Eigenschaften besteht. Allerdings

hängen diese Effekte stark von den berücksichtigten Eigenschaften und der untersuchten Tiergruppe ab, sodass allgemeingültige Empfehlungen für den Schutz der Diversität von Eigenschaften in Tiergemeinschaften zurzeit nicht möglich sind.



Autoren

Birkhofer K., Smith H. G., Weisser W. W., Wolters V., Gossner M. M.

Erschienen als

Land-use effects on the functional distinctness of arthropod communities. *Ecography* 38: 889–900 (2015)

doi: 10.1111/ecog.01141

Foto

Binkenstein J.

Optimierter Schutz von räuberischen Arthropoden im Dauergrünland durch die Berücksichtigung verschiedener Diversitätsaspekte

Dauergrünland leistet einen wertvollen Beitrag zum Erhalt der Biodiversität in Europa. Die aktuellen Förderrichtlinien der EU (Gemeinsame Agrarpolitik 2013) unterscheiden aber nicht zwischen intensiver und extensiver Bewirtschaftung.

Wir stellen in dieser Veröffentlichung die Frage, wie die individuelle Bewirtschaftung von Dauergrünland zum Erhalt der Biodiversität von Spinnen und Laufkäfern beiträgt.

Dafür wurden Spinnen- und Laufkäfergemeinschaften im Frühjahr und Herbst 2008 auf 42 Dauergrünlandflächen mit unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität untersucht.

Intensive Düngung und mehrfache Mahd führen zu einer Abnahme der Artenzahl in Spinnengemeinschaften, darunter auch gefährdete Spinnenarten. Diese Gemeinschaften bestehen allerdings auch aus durchschnittlich weiter entfernt verwandten Arten und stellen daher ein breiteres Spektrum an Lebensformtypen dar. Eine hohe Beweidungsintensität führt zu Spinnengemeinschaften mit kleineren Arten. Laufkäfergemeinschaften werden bei wiederholter Mahd zunehmend von omnivoren (tierische und pflanzliche Nahrung verzehrenden) und räuberischen Arten dominiert.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Unterschiede in der Nutzungsintensität (Beweidung, Düngung, Mahd) auch dann die funktionellen Unterschiede zwischen Gemeinschaften der Raubarthropoden (z. B. Laufkäfer) erhöhen können, wenn die Artenzahl abnimmt. Allein auf die Erhöhung des Artenreichtums ausgerichtete Nutzungskonzepte fördern deshalb nur eine Homogenisierung von Tiergemeinschaften, die zu einer Verarmung an wichtigen Merkmalen und Leistungen führen kann. Dies wurde vom Naturschutz

bislang viel zu wenig beachtet. Die Förderung von Dauergrünland sollte außerdem differenzierter erfolgen, da deutliche Unterschiede in der Biodiversität zwischen den untersuchten Grünländern festzustellen waren.



Autoren

Birkhofer K., Diekötter T., Meub C., Stötzl K., Wolters V.

Erschienen als

Optimizing arthropod predator conservation in permanent grasslands by considering diversity components beyond species richness. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 211: 65–72 (2015)

doi: 10.1016/j.agee.2015.05.014

Foto

Müller J.



Was beeinflusst das Koloniewachstum der dunklen Erdhummel (*B. terrestris*)?

In den letzten Jahrzehnten sind Individuen- und Artenzahlen von Hummeln stark zurückgegangen. Um diese Bestäuber effektiver zu schützen, müssen wir wissen, wie Landschaft und damit verbundene Pflanzengemeinschaften Nahrungsmenge und Nahrungsqualität beeinflussen und wie sich beides auf Wachstum und Reproduktionserfolg von Hummelkolonien auswirkt.

Im Frühjahr 2013 hielten wir einen Monat lang 30 Kolonien auf 30 Grünlandflächen in der Schwäbischen Alb und untersuchten deren Wachstum und Polleneintrag.

Trotz Unterschieden in der umgebenden Landschaft, sammelten alle Kolonien Pollen von ähnlichen Pflanzenarten, wobei etwa 80% des eingelagerten Pollens von Gehölzpflanzen stammte. Das Koloniewachstum war umso ausgeprägter, je mehr Pollen gesammelt wurde und folglich Protein vorhanden war. Pollenqualität, d. h. die Zusammensetzung und Konzentrationen einzelner Aminosäuren, und die Fläche naturnaher Lebensräume hatten dahingegen nur einen geringen Einfluss auf das Koloniewachstum. Im Frühjahr scheint das Koloniewachstum von *B. terrestris* folglich in erster Linie von wenigen häufigen Pflanzenarten bestimmt zu werden, die in großer Menge gesammelt werden.

Während diese Erkenntnis vermutlich nicht auf alle Hummelarten zutrifft, können die Ergebnisse helfen, um Schutzmaßnahmen an die Bedürfnisse von *B. terrestris* anzupassen.



Autoren

Kämper W., Werner P. K., Hilpert A., Westphal C., Blüthgen N., Eltz T., Leonhardt S. D.

Erschienen als

How landscape, pollen intake and pollen quality affect colony growth in *Bombus terrestris*. *Landscape Ecology* 31: 2245–2258 (2016).

doi: 10.1007/s10980-016-0395-5

Foto

Kämper W.

Mikroorganismen

Artikel

Einzelner im Boden von Grünland zeigen eine bisher ungeahnte Diversität [S.364](#)

Gibt es allgemeine räumliche Verteilungsmuster von mikrobieller Biomasse und Enzymaktivitäten in Grünlandböden? [S.366](#)

Die Vielfalt von Amöben in Grünlandböden [S.368](#)

Mikrobielle Gemeinschaftsstruktur und Enzyme in der Blattstreu sollten getrennt betrachtet werden [S.370](#)

Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf den mikrobiellen Streuabbau in deutschen Buchenwäldern [S.372](#)

Einflussfaktoren auf die Aktivität von Acidobakterien in deutschen Wald- und Grünlandböden [S.374](#)

Die Diversität von Amöben (Protisten) in Böden ist deutlich höher als bisher bekannt [S.376](#)

Entwicklung eines molekularen Werkzeuges für die spezifische Detektion zweier wichtiger Protistenfamilien [S.378](#)

Der Einfluss von Umweltfaktoren auf Bodenprotisten entlang eines Landnutzungsgradienten [S.380](#)

Ein „pyrosequenzierter“ Einblick in die bakterielle Diversität von Buchen- und Fichtentholz [S.382](#)

Landnutzung und Säuregehalt des Bodens als bestimmende Umweltparameter für die Aktivität und Diversität von Bodenbakterien [S.384](#)

Eine neue Methode (midDRIFTS basierte Spektroskopie) erlaubt die schnelle und kostengünstige Vorhersage von mikrobieller Biomasse und Aktivität in Grünlandböden? [S.386](#)

Zeigen Pflanzen oder abiotische Bodeneigenschaften saisonal bedingt mehr Einfluss auf die Verteilung von Mikroorganismen in Grünlandböden? [S.388](#)

Einfluss von Temperaturerhöhung und Dürre auf Lachgasemissionen und die Häufigkeit von denitrifizierenden Bakterien in Grünlandböden mit unterschiedlicher Landnutzungsintensität [S.390](#)

Der Habitattyp beeinflusst die Aktivität von Bodenmikroorganismen [S.392](#)

Wie findet man eine experimentelle Methode, mit der sich am besten die Bakteriengemeinschaft in verschiedensten Böden untersuchen und dann auch vergleichen lässt? [S.394](#)

Wie reagieren Bakterien im Waldboden auf den Klimawandel? [S.396](#)

Leben in der Blattstreu: Neue Einblicke in die Dynamik von Bakterien- und Pilzgemeinschaften [S.398](#)

Einzeller im Boden von Grünland zeigen eine bisher ungeahnte Diversität

Wir wissen, dass die Natur die Fähigkeit hat, durch Vielfalt und Komplexität von Organismengemeinschaften, gleichzeitig verschiedene Ökosystemaufgaben zu übernehmen. Einzeller (sogenannte Protozoen) des Bodens haben hierbei eine enorm wichtige Funktion für die Kontrolle des bakteriellen Abbaus von organischen Substanzen und für die Nährstoffremineralisierung im Boden. Über die Artenvielfalt dieser sehr kleinen Organismen war nur sehr wenig bekannt, wir konnten jedoch mit Hilfe von molekularbiologischen Methoden individuelle Signatursequenzen identifizieren, die zeigen, dass auch bei den Einzellern die Diversität um ein Vielfaches höher ist, als ursprünglich vermutet. Damit ist auch der Beitrag dieser Organismen zur Stabilität von Grünlandökosystemen merklich höher. Zu den von uns untersuchten Protozoen gehören Geißeltierchen, Wimpertierchen sowie Pflanzen- und Tierparasiten im Größenbereich von 1-50 tausendstel Millimetern. Dazu gehört zum Beispiel auch das Pantoffeltierchen, welches nicht im Boden, sondern in Wasseransammlungen vorkommt. Trotz ihrer Kleinheit wiesen die Protozoen ähnliche Verteilungsmuster wie höhere Pflanzen und Tiere auf. Je weiter die Grünlandstandorte voneinander entfernt waren, desto größer war der Unterschied in der Artenzusammensetzung. Der ermittelte Datensatz für 150 verschiedene Standorte, verteilt auf 3 verschiedene Regionen Deutschlands, ist einmalig in der Welt.

Mit zu starker Landnutzung wird die Artenvielfalt der Einzeller reduziert, was zu einer geringeren Pufferkapazität der Böden führt. Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, gesunde, komplexe und gut funktionierende Ökosysteme im Boden des Grünlandes zu erhalten, um eine stabile Nährstoffremineralisierung der Böden zu erreichen.



Autoren

Domonell A., Brabender M., Nitsche F., Bonkowski M., Arndt H.

Erschienen als

Community structure of cultivable protists in different grassland and forest soils of Thuringia. *Pedobiologia* 56: 1-7 (2013)

doi: 10.1016/j.pedobi.2012.07.001

Foto

Klaus V. H.

Gibt es allgemeine räumliche Verteilungsmuster von mikrobieller Biomasse und Enzymaktivitäten in Grünlandböden?

Bodenbewohnende Mikroorganismen sind die unverzichtbaren Akteure der Kreisläufe in Böden, die Nährstoffe für das Pflanzenwachstum bereitstellen. Um ihre Funktionen in Grünlandböden vorhersagen zu können, sind Kenntnisse über die räumliche Verteilung der Mikroorganismen, der für die Stoffkreisläufe benötigten Enzyme im Boden und der darauf wirkenden Einflüsse unabdingbar. Ob sich die Landnutzungsintensität von Grünlandflächen in Form von Schnitthäufigkeit, Beweidungs- und Düngungsintensität sowie regionalen Eigenschaften auf die räumliche Verteilung von Mikroorganismen auswirkt, ist bislang nicht eindeutig geklärt. Hierzu bedarf es weiterführender Grundlagenforschung.

Daher wurden in unserem Projekt im Hainich-Dün und der Schwäbischen Alb im Jahr 2008, auf jeweils neun unterschiedlich intensiv bewirtschafteten Grünlandflächen folgende Bodenparameter erhoben: mikrobielle Biomasse, Enzymaktivitäten des Stickstoff-, Phosphor- und Kohlenstoffkreislaufs, sowie abiotische Kenngrößen, wie pH-Wert, mineralischer Stickstoffgehalt, Lagerungsdichte und Kohlenstoffgehalt. Um die räumliche Verteilung der Bodeneigenschaften zu analysieren, wurden an 54 eingemessenen Stellen pro Untersuchungsfläche Proben entnommen. Insgesamt wurden in dem Projekt 972 räumlich verteilte Proben untersucht.

Im Ergebnis waren die Mikroorganismen und Enzymaktivitäten in ihrer räumlichen Verteilung weder von der gemessenen Landnutzungsintensität, noch den Regionen beeinflusst. Dahingegen hatten die abiotischen Bodenparameter einen messbaren Effekt auf die Bodenmikroorganismen und -enzyme, z. B. verringerte sich die mikrobielle Biomasse mit zunehmender Lagerungsdichte der Böden, während höhere Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte die Masse an Mikroorganismen erhöhte.



Autoren

Boeddinghaus R. S., Nunan N., Berner D., Marhan S., Kandeler E.

Erschienen als

Do general spatial relationships for microbial biomass and soil enzyme activities exist in temperate grassland soils? *Soil Biology and Biochemistry* 88: 430–440 (2015)

doi: 10.1016/j.soilbio.2015.05.026

Foto

Baumann K.

Die Vielfalt von Amöben in Grünlandböden

Protisten sind Einzeller, die in den winzigen Wasserfilmen im Porenraum des Bodens leben. Mit ihrem spiegelartige Körper und zarten Scheinfüßchen sind Amöben perfekt angepasst, um mikrobielle Biofilme auf Bodenpartikeln abzuweiden. Sie sind die wichtigsten Konsumenten von Bakterien und Pilzen im Nahrungsnetz des Bodens. Ihre geschätzte Trockenmasse in den oberen 25 cm Boden beträgt ca. 30 kg pro ha (unter Winterweizen). Mit Reproduktionsraten von wenigen Stunden kann sich diese Biomasse schnell verdoppeln oder bei Trockenheit in Dauerstadien übergehen bzw. absterben. Daher haben sie einen großen Einfluss auf Nährstoffumsätze im Boden.

Protisten haben meist riesige Genome und zeigen eine hohe Variabilität, auch in Gensequenzen, die bei Vielzellern identisch „konserviert“ sind. Daher eignen sich „generelle“ molekulare Primer für Mehrzeller nicht, um Protisten zu erfassen. Über mehrere Jahre haben wir Amöben aus dem Boden isoliert und sequenziert. Erst anhand dieser Sequenzen konnten wir spezielle Primer herstellen, um Protisten in Grünlandböden nachzuweisen.

Mit einem Hochdurchsatz-Sequenzierverfahren und spezifischen Primern untersuchten wir den Stamm der Amoebozoa, der aus 7 Klassen mit derzeit 28 Ordnungen und einer noch unbekannt Anzahl von Gattungen und Arten besteht.

Wir konnten ca. 220 Arten von Acanthamöben und ca. 300 Arten der Myxomyceten im Grünland nachweisen. Schwäbische Alb, Hainich und Schorfheide wiesen nur ca. 10% gemeinsame Arten auf. Ein Großteil der Sequenzen (40% Acanthamöben, 60% Myxomyceten) war in keiner der weltweiten Datenbanken verzeichnet. Wir konnten 2 bis dato unbekannte Artkomplexe von Acanthamöben

nachweisen und ebenso – glücklicherweise in sehr geringen Dichten – die Amöbe *Balamuthia mandrillaris*, die tödliche Gehirnhautentzündungen beim Menschen verursacht. Unsere Daten lassen erahnen, wie groß die tatsächliche Diversität der Einzeller im Boden ist. Wir haben die Spitze des Eisbergs sichtbar gemacht.



Autoren

Fiore-Donno A. M., Weinert J., Wubet T., Bonkowski M.

Erschienen als

Metacommunity analysis of amoeboid protists in grassland soils. Scientific Reports 6: 19068 (2016)

doi: 10.1038/srep19068

Foto

Dumack K.

Mikrobielle Gemeinschaftsstruktur und Enzyme in der Blattstreu sollten getrennt betrachtet werden

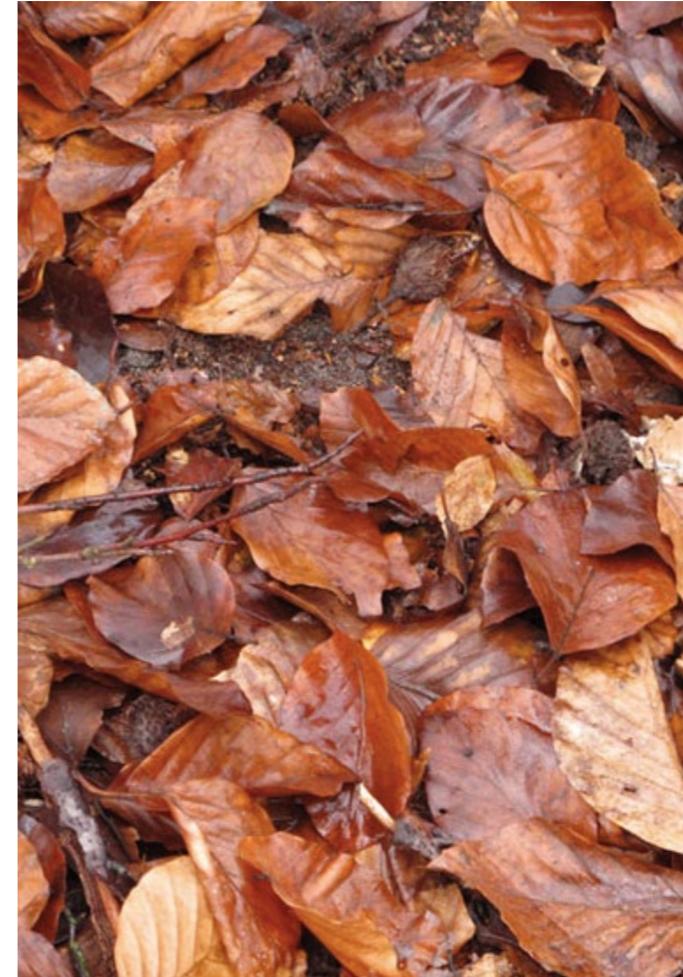
Das weit verbreitete Paradigma, dass die Struktur einer Gemeinschaft die Funktion bestimmt, wurde vor Kurzem durch die hohe Komplexität der mikrobiellen Gemeinschaften (Bakterien und Pilze) in Frage gestellt.

Vor diesem Hintergrund untersuchten wir die Muster der mikrobiellen Gemeinschaftsstruktur (Biomasse von Bakterien und Pilzen) und ihre ökologische Funktion (von Mikroorganismen produzierte Enzyme) in Blattstreu verschiedener Buchenwälder (Plenterwald, Altersklassenwald und geschützter Wald).

Dazu führten wir Biomasseanalysen von Mikroorganismen, hauptsächlich Pilzen und Bakterien, durch sowie Analysen von Enzymaktivitäten und chemische Analysen.

Wir fanden heraus, dass die Biomasse vieler Gruppen von Mikroorganismen sowie die Enzymaktivitäten je nach Bewirtschaftungsmethoden und dem Zeitpunkt der Probenahmen unterschiedlich waren. Es war deutlich zu erkennen, dass die Biomasse der Mikroorganismen in den bewirtschafteten Wäldern (Plenterwald, Altersklassenwald) im Winter viel höher war als im geschützten Wald. Allerdings unterscheidet sich die Enzymproduktion in den unterschiedlichen Wäldern und spiegelt nicht zwangsweise die Biomasse der Mikroorganismen wieder.

Zum ersten Mal berichteten wir über die Trennung zwischen mikrobieller Gemeinschaftsstruktur (vor allem Bakterien- und Pilzbiomasse) und ihrer Funktion (Enzyme) in der Blattstreu. Die mikrobielle Biomasse allein kann nicht ausreichen, um die Enzymaktivitäten und die Nährstofffreisetzung in den Waldboden vorherzusagen. Dazu sind Informationen darüber, welche Organismen vorkommen, erforderlich.



Autoren

Purahong W., Schloter M., Pecyna M. J., Kapturska D., Däumlich V., Mital S., Buscot F., Hofrichter M., Gutknecht J. L. M., Krüger D.

Erschienen als

Uncoupling of microbial community structure and function in decomposing litter across beech forest ecosystems in Central Europe. Scientific Reports 4: 7014 (2014)

doi: 10.1038/srep07014

Foto

Hailer J.

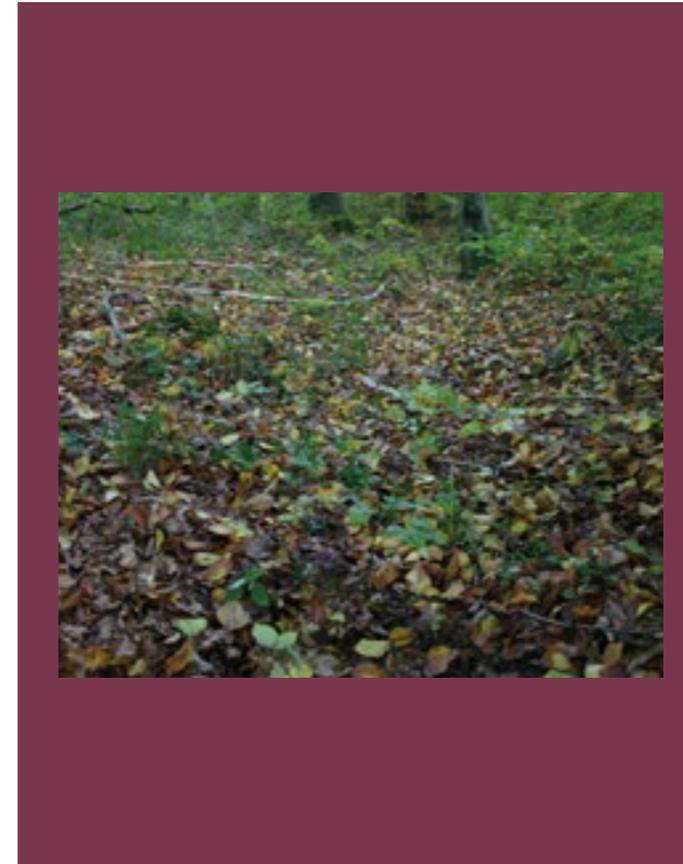
Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf den mikrobiellen Streuabbau in deutschen Buchenwäldern

Der Streuabbau ist für die Nachhaltigkeit der Waldernährung wichtig, und wird vorwiegend durch Bakterien und Pilze gewährleistet. Neue molekularbiologische Methoden ermöglichen seit wenigen Jahren, die Vielfalt und Zusammensetzung von Bakterien und Pilzpopulationen in komplexen Lebensbereichen zu charakterisieren. Somit konnten wir den Einfluss der Nutzungsintensität von deutschen Buchenwäldern auf die Zusammensetzung von Bakterien- und Pilzpopulationen während des Streuabbaus untersuchen.

Bei einem „Streubeutelexperiment“, wurde Buchenblätterstreu in grobmaschige Beutel verteilt und diese auf Waldböden ausgebracht und zwar in Buchenwäldern unterschiedlich intensiver Nutzung: Altersklassenwald (intensive Nutzung), selektive Abholzung im Plenterwald (schonende Nutzung) und naturbelassene (geschützte) Wälder. Über einen Zeitraum von 1,5 Jahren wurden regelmäßig Streubeutel entnommen, um den Fortschritt des Abbaus zu bestimmen und nach der Extraktion der mikrobiellen Erbsubstanz (DNA) die Bakterien und Pilze zu analysieren.

Die Populationen von Bakterien und Pilzen änderten sich während des Streuabbaus zeitgleich mit der Änderung der Streuqualität. Zusätzlich wirkt sich die Waldnutzungsintensität stark auf die Dynamik und damit die Aktivität der mikrobiellen Populationen aus. Dabei verlief die Populationsdynamik der Pilze und Bakterien nicht parallel. In naturbelassenen Wäldern war die Vielfalt der Bakterien in der frühen und der späten Streuabbauphase hoch. Während die Vielfalt der Pilze ein entgegengesetztes Muster mit einer hohen Vielfalt in der mittleren Phase aufwies. Dies deutet auf das Ergänzungsprinzip der beiden Gruppen hin. In intensiver genutzten Wäldern verliefen die Dynamiken von Bakterien- und Pilzpopulationen ungeordneter, was auf eine gewisse Störung des Abbauprozesses hindeutet.

Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Streuabbau als wichtiger Prozess einer nachhaltigen Waldfunktion stabiler läuft, wenn Wälder naturnah bewirtschaftet werden.



Autoren

Purahong W., Kapturska D., Pecyna M. J., Jariyavidyanont K., Kaunzner J., Juncheed K., Uengwetwanit T., Rudloff R., Schulz E., Hofrichter M., Schloter M., Krüger D., Buscot F.

Erschienen als

Effects of forest management practices in temperate beech forests on bacterial and fungal communities involved in leaf litter degradation. *Microbial Ecology* 69: 905–913 (2015)

doi: 10.1007/s00248-015-0585-8

Foto

Pfeiffer S.

Einflussfaktoren auf die Aktivität von Acidobakterien in deutschen Wald- und Grünlandböden

Acidobakterien stellen eine wichtige Gruppe von Bodenbakterien dar. Sie können bis zu 80 % der Bodengemeinschaft ausmachen, und Molekularbiologen unterscheiden 26 Untergruppen. Bisher gibt es jedoch nur wenige kultivierte Vertreter. Während die hohe Anzahl der Acidobakterien für ihre Bedeutung in biochemischen Stoffkreisläufen im Boden spricht, ist unklar, wie ihre große Vielfalt im Boden aufrechterhalten wird und was die funktionellen Auswirkungen sind.

In dieser Studie wurden systematisch Häufigkeit und Zusammensetzung der Acidobakteriengemeinschaft anhand von speziellen molekularbiologischen Methoden in 57 gut beschriebenen Wald- und Grünlandböden mit unterschiedlichen Umwelteigenschaften untersucht. Diese Daten wurden mit einem umfangreichen Datensatz von Umweltparametern in Beziehung gesetzt.

Die Acidobakterien trugen 9-13 % zur vorhandenen Bakteriengemeinschaft bei. Der aktive Anteil betrug 4-16 %. Korrelationen mit der Geißeltieranzahl, der Pflanzendiversität und der Bodenatmung legen nahe, dass biotische Faktoren wichtige Steuergrößen für die Häufigkeit von Acidobakterien im Boden sind. Während sich die Zusammensetzung der Acidobakteriengemeinschaft zwischen Wald- und Grünlandböden stark unterschied, zeigte sich, dass die meisten der jeweils aufgefundenen Vertreter auch an Ort und Stelle aktiv waren. Chemische Bodeneigenschaften, wie pH-Wert, Gesamtstickstoffgehalt, Kohlen-zu-Stickstoff-Verhältnis, Ammoniumkonzentration und Gesamtphosphorgehalt, scheinen die Zusammensetzung der aktiven Acidobakteriengemeinschaft zu beeinflussen. Die Häufigkeit einzelner Acidobakterientypen korrelierte mit individuellen physikochemischen und biologischen Parametern, wie z.B. Boden-pH oder die Häufigkeit von Wimperntierchen oder Amöben. Dies legt nahe, dass innerhalb der

Acidobakterien eine ausgeprägte Spezialisierung auf bestimmte ökologische Nischen individueller, auch nahe verwandter Organismen stattfindet.



Autoren

Foesel B. U., Nägele V., Näther A., Wüst P., Weinert J., Bonkowski M., Alt F., Oelmann Y., Polle A., Lohaus G., Fischer M., Friedrich M. W., Overmann J.

Erschienen als

Determinants of *Acidobacteria* activity inferred from the relative abundances of 16S rRNA transcripts in German grassland and forest soils. *Environmental Microbiology* 16: 658–675 (2014)

doi: 10.1111/1462-2920.12162.

Foto

Mai I.

Die Diversität von Amöben (Protisten) in Böden ist deutlich höher als bisher bekannt

Protisten sind die diversesten Lebewesen mit einem echtem Zellkern, sogenannte Eukaryonten: Sie erreichen eine Anzahl von bis zu 100.000 Organismen in nur einem Gramm Boden. Die meisten Protisten sind allerdings noch unbeschrieben und deren Funktion unbekannt. Diese Studie ist Teil einer Serie von Arten- und funktionellen Beschreibungen von Amöben, um diese Lücke zu füllen.

Dafür brachten wir Amöben, die zu den Protisten gehören, aus verschiedenen Böden in Kultur und analysierten mit einer Kombination aus morphologischen (Licht- und Elektronenmikroskop) sowie molekularen Methoden. Obwohl wir viele bereits bekannte Arten kultiviert haben, stießen wir auf eine gigantische Anzahl an bisher unbekannt Arten. In dieser Studie beschreiben wir zwei neue Arten der erst kürzlich beschriebenen Amöbengattung *Stenamoeba*. Zusätzlich entdeckten wir eine bereits bekannte Art dieser Gattung in Böden im Hainich wieder, die bisher erst einmal als Parasit in Fischen beschrieben wurde. Dies zeigt, wie divers und anpassungsfähig Amöben sind.

Artbeschreibungen wie diese sind essenziell, da wir nur dadurch die Flut an momentan anfallenden Sequenzierdaten sinnvoll erklären können. Auch die fundamentalen Fragen der Wissenschaft, wie die der Herkunft von Eukaryonten, kann man durch diese Art Studien angehen. Viele neue Arten von Amöben und anderen Mikroorganismen sind noch unbeschrieben, und wir wissen noch immer kaum etwas über deren ökologische Funktion. Daher werden wir in den kommenden Jahren mit Sicherheit viel in diesem Bereich hinzulernen, um damit auch potenzielle Arten zu finden, die als Biodünger oder Pflanzenstimulatoren genutzt werden können.



Autoren

Geisen S., Weinert J., Kudryavtsev A., Glotova A., Bonkowski M., Smirnov A.

Erschienen als

Two new species of the genus *Stenamoeba* (Discosea, Longamoebia): Cytoplasmic MTOC is present in one more amoebae lineage. *European Journal of Protistology* 50: 153–165 (2014)

doi: 10.1016/j.ejop.2014.01.007

Foto

Mai I.

Entwicklung eines molekularen Werkzeuges für die spezifische Detektion zweier wichtiger Protistenfamilien

Nahrungsnetze im Boden sind komplex und werden von zahlreichen äußeren Faktoren beeinflusst. Neben dem klassischen Nahrungsnetz ist seit 1983 auch die sogenannte „mikrobielle Schleife“ für den Boden beschrieben. Diese Schleife, die sich in das klassische Nahrungsnetz eingliedert, beschreibt die Bakterien nicht nur als Zersetzer, die Nährstoffe toter Organismen wieder in den Boden freisetzen, sondern auch als Beute für räuberische Einzeller.

Diese räuberischen Einzeller sind Eukaryoten, die zu der äußerst vielfältigen Gruppe der Protisten gehören. Sie wiederum dienen als Futter für kleine Insekten oder Würmer. Die kritische Position der Protisten im Nahrungsnetz – sie sind Beute und Räuber zugleich – macht sie zu wichtigen Kontrollfaktoren für Böden: Fehlen Protisten, so ist die Stickstoffaufnahme der Pflanzen reduziert.

Protisten sind extrem vielfältig, wir fokussierten uns daher auf zwei häufige und verbreitete Familien: die Chrysophyceae und Kinetoplastea; beide Gruppen sind Bakterienfresser mit hohem Fraßraten. Ein geeignetes Werkzeug, mit dem man schnell Veränderungen in der Gemeinschaft dieser beiden wichtigen Gruppen detektieren kann, fehlte bisher und sollte als Basis für die Anwendung in landwirtschaftlich genutzten Böden entwickelt werden.

Wir entwickelten ein genau solches molekulares Werkzeug, dessen Spezifität extrem hoch ist und sich zur Analyse von Bodenproben eignet. Das molekulare Werkzeug kann zukünftig von allen interessierten Forschern in molekularen Analyseverfahren eingesetzt werden, um diese wichtigen Familien innerhalb der Protisten, die Chrysophyceae und Kinetoplastea, zu charakterisieren und ihre Verbreitung und Diversität zu beschreiben.



Autoren

Glaser K., Kuppardt A., Krohn S., Harms H., Chatzinotas A.

Erschienen als

Primer pairs for the specific environmental detection and T-RFLP analysis of the ubiquitous flagellate taxa Chrysophyceae and Kinetoplastea. *Journal of Microbial Methods* 100: 8–16 (2014)

10.1016/j.mimet.2014.02.006

Foto

Baumann K.

Der Einfluss von Umweltfaktoren auf Bodenprotisten entlang eines Landnutzungsgradienten

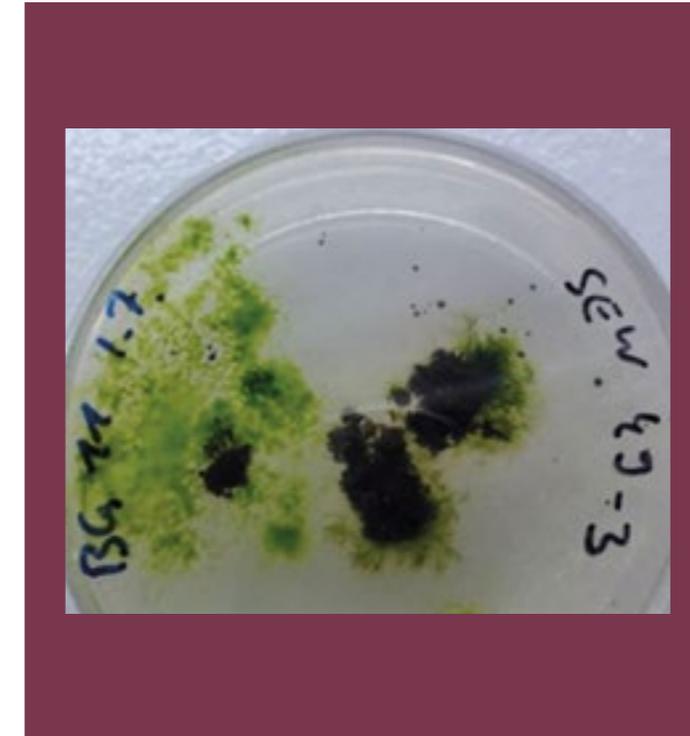
Bakterienfressende Protisten im Boden nehmen eine kritische Rolle im Nahrungsnetz ein: Sie kontrollieren die Bakterienpopulation und dienen als Futter für höhere Organismen. Durch ihre hohen Fraßraten ist der Stoffumsatz so hoch, dass sie durch ihre Ausscheidungen die Stickstoffaufnahme von Pflanzen deutlich positiv beeinflussen.

Bodenprotisten werden als gute Indikatoren für sich ändernde Landnutzungsbedingungen diskutiert, da ihre Membran sehr dünn ist und Schadstoffe leicht in die Zellen eindringen können. Weiterhin können äußere Einflüsse die Protistengemeinschaft durch Einwirkung auf deren Beute oder Räuber indirekt beeinflussen. Bekannt ist, dass Intensivierung der Landwirtschaft Nahrungsnetze reduziert, sodass das System insgesamt weniger widerstandsfähig ist. Wie sich die Intensivierung der Landnutzung auf die häufigen Protistenfamilien Chrysophyceae und Kinetoplastea auswirkt, ist unbekannt. Wir erwarten, dass auch diese beiden bakterienfressenden Gruppen durch Intensivierung einer Variation unterliegen und als Indikatoren für sich ändernde Landnutzungsbedingungen dienen können.

Um die Vielfalt und Häufigkeit der beiden Familien zu ermitteln, wurden insgesamt 27 Bodenproben aus dem Grünland der 3 Exploratorien entlang eines Landnutzungsgradienten mittels neu entwickelter molekularer Werkzeuge analysiert.

Die Protistengemeinschaften der 3 Regionen unterschieden sich deutlich; vor allem die Gemeinschaft in der Schorfheide war aufgrund der stark unterschiedlichen Bodeneigenschaften stark verschieden von den anderen beiden Regionen.

Interessanterweise beeinflusste die Landnutzungsintensität die Protisten nicht. Scheinbar sind die beiden untersuchten Familien robust gegen die Änderungen der Landnutzung, wie wir sie in den Exploratorien finden. Weiterführend sollte man überprüfen, ob sich diese Familien auch als robust gegen stärkere menschliche Einflüsse, wie Eintrag von Herbiziden/Pestiziden oder das Umbrechen der obersten Bodenschicht, zeigen.



Autoren

Glaser K., Kuppardt A., Boenigk J., Harms H., Fetzner I., Chatzinotas A.

Erschienen als

The influence of environmental factors on protistan microorganisms in grassland soils along a land-use gradient. *Science of the Total Environment* 537: 33–42 (2015)

doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.158

Foto

Baumann K.



Ein „pyrosequenzierter“ Einblick in die bakterielle Diversität von Buchen- und Fichtentotholz

Im Vorfeld dieser Studie stellten wir fest, dass es bis dato keine umfangreichere molekularbiologische Untersuchung zur bakteriellen Artengemeinschaft in Totholz gab. Zwar wird dessen Abbau entscheidend durch Pilze und von ihnen produzierte Enzyme realisiert, so können Bakterien dennoch sowohl als Partner, als auch Pathogene von besonderer Bedeutung bei Stoffwechselprozessen im Totholz sein.

Unsere Grundannahme war, dass wir, ähnlich wie bei Pilzen, deutliche Unterschiede in den Zusammensetzungen von Artengemeinschaften bei Bakterien im Buchen- und Fichtentotholz entdecken. Wir untersuchten hierfür molekularbiologisch die Zusammensetzung der Bakteriengemeinschaft und korrespondierende holzphysikalische und-chemische Eigenschaften in 24 Buchen- und 24 Fichtentotholzstämmen unterschiedlicher Zersetzungsklassen (initial bis final) im Biosphärengebiet Schwäbische Alb. Dabei handelt es sich um die gleichen Untersuchungsobjekte, die zeitgleich für Pilze analysiert wurden.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass es spezialisierte Bakterien gibt, die bevorzugt im Buchentotholz vorkommen und umgekehrt im Fichtentotholz. Und genau diese Variabilität lässt sich auch sehr schön an den Veränderungen der Holzeigenschaften über den Verlauf des Totholzabbaus erklären. Auch hier beobachteten wir klare sukzessionale Muster in der Veränderung der Artengemeinschaft. Interessanterweise konnten wir in der intermediären und finalen Phase der Zersetzung einen deutlichen Anstieg der Rhizobiales feststellen. Vertreter dieser Ordnung sind in erhöhtem Maße befähigt, molekularen Stickstoff zu spalten bzw. zu fixieren und diesen wiederum biologisch (z. B. für andere Organismen im Totholz) verfügbar zu machen.

Die Studie präsentiert den ersten „tieferen“ Einblick in die Bakterienwelt im Totholz unter Verwendung moderner molekularbiologischer Methoden. Dadurch konnten wir auch weitere Hinweise aufdecken, dass Bakterien möglicherweise den für Pilze notwendigen Stickstoff biologisch verfügbar machen.



Autoren

Hoppe B., Krüger D., Kahl T., Arnstadt T., Buscot F., Bauhus J., Wubet T.

Erschienen als

A pyrosequencing insight into sprawling bacterial diversity and community dynamics in decaying deadwood logs of *Fagus sylvatica* and *Picea abies*. *Scientific Reports* 5: 9456 (2015)

doi:10.1038/srep09456

Foto

Gross M.

Landnutzung und Säuregehalt des Bodens als bestimmende Umweltparameter für die Aktivität und Diversität von Bodenbakterien

Flüchtige organische Verbindungen (VOCs) sind natürliche Bestandteile der Atmosphäre, wie beispielweise die Spurengase Methan und Methanol. In der Natur wird Methanol von Pflanzen abgegeben und gelangt als Stoffwechselprodukt von Bodenbakterien in die Atmosphäre. Indirekt können flüchtige organische Verbindungen die natürliche Ozongleichgewichtsreaktion beeinflussen und tragen zum Erhalt der Ozonschicht durch photochemischen Abbau von Luftschadstoffen entscheidend bei.

Bislang ist wenig darüber bekannt, welche Organismen im Boden – dort wird Methanol von Wurzeln freigesetzt – diese flüchtige organische Verbindung umsetzen, abbauen und somit die Freisetzung in die Atmosphäre steuern können. Deswegen wurden in Proben von Grünland- und Waldböden untersucht, welche Umweltparameter die Diversität und Funktionalität der bodenlebenden Mikroben, die am Abbau von Methanol beteiligt sind, bestimmen.

Es gelang der Nachweis, dass vor allem der wurzelumgebende Boden (die Rhizosphäre) von diesen Mikroben besiedelt ist. Bislang unbekannt Arten konnten identifiziert und der Säuregehalt des Bodens (pH-Wert) wie auch der Landnutzungstyp im Wald oder Grünland als entscheidende Faktoren für das Auftreten einzelner Methanol abbauender Mikrobenarten ermittelt werden.

Unsere Studie belegt die regulierende Bedeutung von Bodenbakterien für die Umsetzung flüchtiger organischer Verbindungen. Genauso zeigt unsere Studie, dass Landnutzung die Vielfalt der Mikroben bedingt und sich dies auf das Umsetzungspotenzial flüchtiger organischer Substanzen in unterschiedlich bewirtschafteten Ökosystemen auswirken kann.

Der Erhalt der mikrobiellen Diversität spielt in der Umweltschutzpraxis bislang keine große Rolle. Allerdings unterstreichen unsere Daten ihre Bedeutung und weisen darauf hin, dass eine landnutzungsübergreifende Bewertung von Ökosystemleistungen wichtig ist, um nachhaltige Managementvorschläge tätigen zu können.



Autoren

Stacheter A., Noll M., Lee C. K., Selzer M., Glowik B., Ebertsch L., Mertel R., Schulz D., Lampert N., Drake H. L., Kolb S.

Erschienen als

Methanol Oxidation by Temperate Soils and Environmental Determinants of Associated Methylotrophs. The ISME Journal 7: 1051–1064 (2013)

doi:10.1038/ismej.2012.167

Grafik
Kolb S.

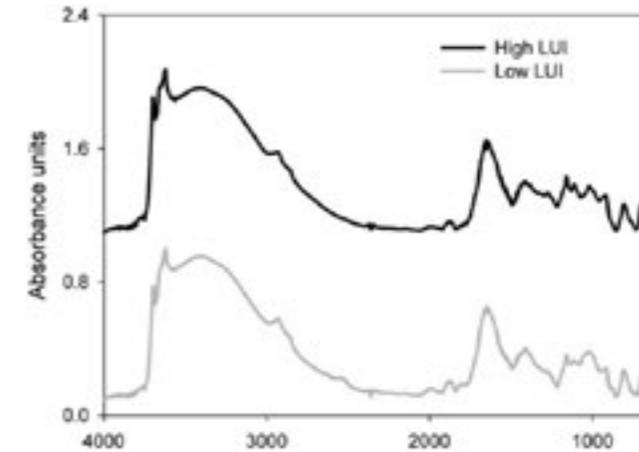
Eine neue Methode (mid-DRIFTS basierte Spektroskopie) erlaubt die schnelle und kostengünstige Vorhersage von mikrobieller Biomasse und Aktivität in Grünlandböden

Ziel dieser Studie war es, die Eignung einer neuen Analysemethode (midDRIFTS-PLSR) zur Vorhersage von bodenmikrobiologischen Größen (Biomasse, Aktivität von mikrobiellen Enzymen, Anzahl bakterieller Gene) anhand von sechs Grünlandböden zu untersuchen.

Jeweils drei extensiv (extensive Beweidung, ohne Düngung) und drei intensiv (gedüngt und gemäht) genutzte Grünlandflächen wurde hierfür beprobt. Insgesamt 304 Bodenproben wurden mittels midDRIFTS-PLSR charakterisiert und zur Vorhersage der genannten bodenmikrobiologischen Größen untersucht.

Dabei konnte gezeigt werden, dass die Genauigkeit der Vorhersagewerte für alle untersuchten mikrobiellen Parameter akzeptabel war. Im Speziellen konnte die Methode besonders gut Vorhersagen für die mikrobielle Biomasse und die Aktivität der Enzyme Urease (Harnstoffumsatz im Boden) und β -D-Glucosidase (Streuabbau) treffen. Obwohl diese neue Methode Potential zur Vorhersage mikrobieller inklusive molekularbiologischer Parameter über verschiedene Landnutzungsintensitäten hat, zeigte sich auch, dass nicht alle Parameter gleich gut vorhergesagt werden konnten. Diese Ungenauigkeit ist vermutlich in den verwendeten landnutzungsspezifischen Daten zur Kalibrierung und Validierung der Methode begründet. Eine eingehende Validierung und Kalibrierung des Systems auf die zu untersuchenden Böden ist daher zwingend notwendig, um eine akzeptable Genauigkeit der Vorhersagewerte zu erreichen.

Schlussfolgernd konnte gezeigt werden, dass der midDRIFTS-PLSR Ansatz eine Möglichkeit darstellt, zukünftig kosten- und zeiteffizient mikrobiologische Parameter in Grünlandböden zu bestimmen. Vor allem in Untersuchungen mit großer Probenanzahl oder zum Monitoring von Flächen könnte diese Methode zukünftig genutzt werden.



Autoren

Rasche F., Marhan S., Berner D., Keil D., Kandeler E., Cadisch G.

Erschienen als

MidDRIFTS-based partial least square regression analysis allows predicting microbial biomass, enzyme activities and 16S rRNA gene abundance in soils of temperate grasslands. *Soil Biology and Biochemistry* 57: 504–512 (2013)

doi: 10.1016/j.soilbio.2012.09.030

Grafik / Foto

Marhan S. (oben), Schwarz M. (unten)

Zeigen Pflanzen oder abiotische Bodeneigenschaften saisonal bedingt mehr Einfluss auf die Verteilung von Mikroorganismen in Grünlandböden?

Die zeitliche Dynamik des Naturkreislaufs im Jahresverlauf ist oft geprägt von kurzfristigen Ereignissen (Wetterereignisse, Bewirtschaftung der Fläche). Dies kann sich auf die räumliche Verteilung von Bodenmikroorganismen auswirken. In dieser Studie untersuchten wir daher den Bezug der räumlichen Variabilität von Bodenmikroorganismen, Pflanzendiversität und Bodeneigenschaften zu sechs verschiedenen Zeitpunkten zwischen April und November. Hierzu wurde eine extensiv genutzte Grünlandfläche auf der Schwäbischen Alb ausgewählt, wo auf einer Teilfläche (10 x 10 m) der Zusammenhang zwischen saisonaler Variabilität der Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaft bzw. der Substratqualität sowie deren Einfluss auf die Verteilung

Dabei hatten vor allem die chemischen und physikalischen Gegebenheiten im Boden einen positiven Effekt auf die räumliche Verteilung der Bodenmikroorganismen im Frühjahr und Herbst. Im Sommer zeigte zusätzlich der Grad der Pflanzenbedeckung und der Pflanzenvielfalt einen Effekt auf die räumliche Verteilung der Bodenmikroorganismen. Vor allem zu Zeiten intensiven Pflanzenwachstums war der Einfluss der Pflanzen durch den Bedarf an Nährstoffen am größten.

Zusammenfassend zeigte unsere Studie, dass sich die räumliche Verteilung von Bodenmikroorganismen über das Jahr hinweg verändert und chemische Bodeneigenschaften dies stärker beeinflussen als Pflanzenbedeckung und -vielfalt. Zukünftige Untersuchungen sollten auf kleineren räumlichen Skalen (mm bis cm) und mit einer höheren Auflösung der mikrobiellen Artenvielfalt durchgeführt werden, um tiefere Erkenntnisse über den Zusammenhang mit der Pflanzenart bzw. deren Wachstumsstadium zu erlangen.

Generell verdeutlicht die Studie die Wichtigkeit der Abstimmung von Bewirtschaftung auf das aktuelle Wetter, um positive Eigenschaften von Bodenmikroorganismen in extensiv genutzten Grünlandflächen nicht zu verlieren.



Autoren

Regan K. M., Nunan N., Boeddinghaus R. S., Baumgarten V., Berner D., Boch S., Oelmann Y., Overmann J., Prati D., Schlöter M., Schmitt B., Sorkau E., Steffens M., Kandeler E., Marhan S.

Erschienen als

Seasonal controls on grassland microbial biogeography: Are they governed by plants, abiotic properties or both? *Soil Biology and Biochemistry* 71: 21–30 (2014)

doi:10.1016/j.soilbio.2013.12.024

Foto
Mai I.

Einfluss von Temperaturerhöhung und Dürre auf Lachgasemissionen und die Häufigkeit von denitrifizierenden Bakterien in Grünlandböden mit unterschiedlicher Landnutzungsintensität

Die Denitrifikation, die Umwandlung von Nitrat zu Lachgas bzw. atmosphärischem Stickstoff, ist ein Hauptprozess des Stickstoffkreislaufs in Böden, der maßgeblich zu Stickstoffverlusten in der Landwirtschaft beiträgt. Die Denitrifikation erfolgt vornehmlich durch sogenannte denitrifizierende Bakterien, deren Aktivität von ihren Umweltbedingungen beeinflusst wird. So könnten im Zuge des Klimawandels hohe Temperaturen im Frühjahr und die Zunahme von ausgedehnten Dürreperioden im Sommer den mikrobiellen Prozess der Denitrifikation im Boden verändern. Um diese Änderungen im Klima zu simulieren, wurden auf Grünlandflächen mit unterschiedlicher Landnutzungsintensität in den drei Untersuchungsregionen Überdachungsexperimente installiert.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Denitrifikation nur kurzfristig nach der erwärmten Phase im Frühjahr erhöht war, während die Landnutzungsintensität vor allem im späten Frühjahr einen Effekt zeigte. Die Anzahl der spezifischen Gruppen der lachgasproduzierenden Bakterien wurde von der Trockenheit in Kombination mit Landnutzungsintensität und dem pH des Bodens beeinflusst, während lachgasreduzierende Bakterien auf die Erwärmung im Frühjahr reagierten. Die Landnutzungsintensität stellte sich als bedeutender Faktor für die potentielle Lachgasfreisetzung heraus, mit erhöhten Freisetzungsraten in intensiv genutzten Grünlandböden.

In der Studie konnte gezeigt werden, dass denitrifizierende Bakterien und deren Aktivität in Grünlandböden durch erhöhte Temperaturen im Frühjahr und Trockenheit im Sommer beeinflusst werden. Die Landnutzungsintensität wirkte sich stark auf bodenchemische und bodenphysikalische Parameter aus und bestimmte maßgeblich die Aktivität von denitrifizierenden Bakterien im Boden. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass eine extensive Bewirtschaftung von

Grünland die Gefahr für Lachgasfreisetzungen stark reduziert, und dass dieser Effekt auch unter dem Einfluss eines zukünftig veränderten Klimas weiterhin bestehen wird.



Autoren

Keil D., Niklaus P. A., von Riedmatten L. R., Boeddinghaus R. S., Dormann K. F., Scherer-Lorenzen M., Kandeler E., Marhan S.

Erschienen als

Effects of warming and drought on potential N₂O emissions and denitrifying bacteria abundance in grasslands with different land use. *FEMS Microbiology Ecology* 91: fiv066 (2015)

doi: 10.1093/femsec/fiv066

Foto

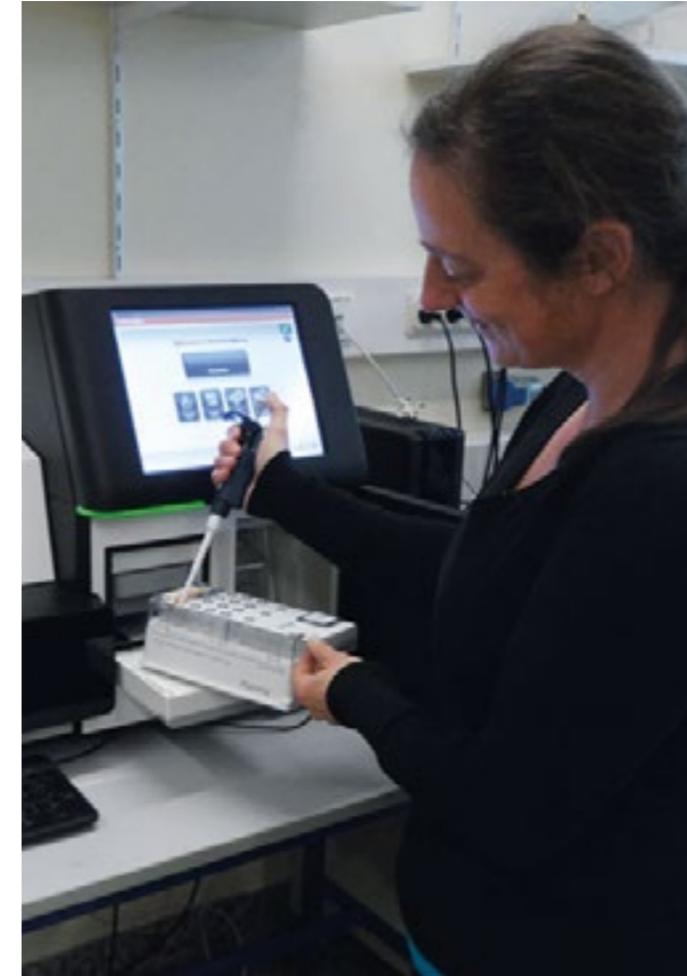
Hailer J.

Der Habitattyp beeinflusst die Aktivität von Bodenmikroorganismen

In den zahlreichen Nischen des Bodens lebt eine Vielzahl unterschiedlicher Mikroorganismen. Sie sind essenziell für z.B. den Abbau tierischen und pflanzlichen Materials in einem Ökosystem und daher unverzichtbar für die Aufrechterhaltung von Stoffkreisläufen. Derzeit ist wenig darüber bekannt, wie sich das Habitat auf die Aktivitäten von Mikroorganismen des Bodens auswirkt. Neue molekularbiologische Methoden, wie die Hochdurchsatzsequenzierung, erlauben heutzutage tiefgehende Analysen der Aktivitäten von Bodenmikroorganismen.

Diese Studie untersucht die Einflüsse des Habitats (Grünland und Wald) auf die Aktivitäten mikrobieller Gemeinschaften des Bodens. Zur Untersuchung potenzieller Aktivitäten von Mikroorganismen wurden Bodenproben aus allen 3 Regionen gesammelt und sogenannte Boten-RNA isoliert. Boten-RNA wird für die Analyse benötigt, da diese ein im Erbgut der Mikroben kodierter Anzeiger für ihre Aktivitäten, wie z. B. den Abbau von Pflanzenmaterial, ist. Nachfolgend wurde diese isolierte Boten-RNA mit einer modernen molekularbiologischen Methode, der Hochdurchsatzsequenzierung, analysiert.

Unsere Studie zeigt, dass die Aktivitäten von Bodenmikroorganismen im Grünland und im Wald sehr unterschiedlich sind. Diese Unterschiede betreffen insbesondere die Fähigkeiten der Mikroben, Pflanzenmaterial abzubauen. Beispielsweise deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Lignin abbauende Bakteriengruppen, welche für den Abbau von Holz verantwortlich sind, aktiver in Waldböden sind. Die Umwandlung von Wäldern zu Grünland führt zu Veränderungen der Aktivitäten von Bodenmikroorganismen. Bei dieser Umwandlung könnten bestimmte mikrobielle Aktivitäten für den Abbau von Pflanzenmaterial wie z. B. Holz reduziert werden oder möglicherweise sogar verloren gehen.



Autoren

Nacke H., Fischer C., Thürmer A., Meinicke P., Daniel R.

Erschienen als

Land Use Type Significantly Affects Microbial Gene Transcription in Soil. *Microbial Ecology* 67: 919–930 (2014)

doi: 10.1007/s00248-014-0377-6

Foto

Nacke H.



Wie findet man eine experimentelle Methode, mit der sich am besten die Bakteriengemeinschaft in verschiedenen Böden untersuchen und dann auch vergleichen lässt?

Die Zusammensetzung und Aktivität von Bakterien eines Bodens sind wesentlich für seine Funktionalität, Pflanzenproduktivität und somit auch für seine Bodenfruchtbarkeit. Dies geschieht dadurch, dass bestimmte Bakterien z.B. Nährstoffe umwandeln und für Pflanzen zur Verfügung stellen bzw. auch Pflanzenschädlinge bekämpfen können. Die Bakterien eines Bodens werden identifiziert, indem ihre gesamte Erbsubstanz (DNA bzw. RNA) gewonnen und die Abfolge der DNA-Bausteine bestimmt, also sequenziert wird.

Über molekulare und computerunterstützte Methoden lässt sich so die Zusammensetzung der Bakteriengemeinschaft bestimmen. Mithilfe von DNA werden alle Bakterien identifiziert, mithilfe von RNA dagegen nur die aktiven Bakterien. Es kann sein, dass bestimmte Bakterien zwar häufig aber nicht aktiv sind – sie tragen also wenig zur Funktion des Bodens bei. Ebenso können eher seltene Bakterien sehr aktiv sein und somit deutlich zur Funktion eines Bodens beitragen. Es gibt jedoch eine Vielzahl an Methoden, die bakterielle Erbsubstanz aus den Böden zu gewinnen. Diese unterscheiden sich aber sehr darin, wie gut man von bestimmten Bakteriengruppen jeweils die DNA oder die RNA gewinnen kann. Je nach Methode kommt man unter Umständen zu sehr verschiedenen Ergebnissen.

Um die beste Methode für die Böden der Biodiversitäts-Exploratorien zu finden, haben wir von 3 repräsentativen Böden die Erbsubstanz mittels 8 verschiedenen Methoden gewonnen und bezüglich Ausbeute, Reinheit und Zusammensetzung der vollständigen sowie aktiven Bakteriengemeinschaft untersucht. Auf diese Weise konnten wir eine Methode identifizieren, die am besten für die Bestimmung der Bakteriengemeinschaft in den Böden der Exploratorien geeignet ist.

Der nächste Schritt wird nun sein, die Unterschiede der Bakteriengemeinschaften auf allen 300 Flächen der Biodiversitäts-Exploratorien aufzuzeigen. Daraus erhoffen wir uns, Rückschlüsse auf den Beitrag der Bakterien zur Bodenfruchtbarkeit zu ziehen.



Autoren

Wüst P. K., Nacke H., Kaiser K., Marhan S., Sikorski J., Kandeler E., Daniel R., Overmann J.

Erschienen als

Estimates of Soil Bacterial Ribosome Content and Diversity Are Significantly Affected by the Nucleic Acid Extraction Method Employed. *Applied Environmental Microbiology* 82: 2595–2607 (2016)

doi: 0.1128/AEM.00019-16

Foto

Mai I.

Wie reagieren Bakterien im Waldboden auf den Klimawandel?

Mikrobielle Gemeinschaften im Waldboden, die mit den Wurzeln von Bäumen und krautigen Pflanzen in Verbindung stehen, spielen eine bedeutende Rolle für viele Ökosystemprozesse. Bisher ist unklar, wie diese Gemeinschaften auf ein verändertes Klima reagieren und folglich, ob und wie ihre Funktionen beeinflusst werden. Verstärkt eine höhere Biodiversität die Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen bei verändertem Klima?

Zur Abschätzung möglicher Folgen des Klimawandels auf die Biodiversität in Waldökosystemen bauten wir an 3 Standorten in Deutschland Dächer in den Wald, um die Auswirkungen der zunehmenden Trockenheit zu untersuchen. Wir manipulierten somit den Niederschlag in Buchen- und Nadelwäldern mit unterschiedlicher Nutzungsintensität, um einen für die Zukunft als realistisch anzunehmenden Trockenstress zu simulieren. Die Niederschlagsreduktion führte je nach Region zur Abnahme des Bodenwassergehalts um 2-8%. Unter diesen Bedingungen untersuchten wir die Artenvielfalt und die Zusammensetzung einerseits der gesamten bakteriellen Gemeinschaften, andererseits ihres aktiven Anteils. Wir verwendeten dafür eine sogenannte Fingerprint-Methode und die Sequenzierung eines Marker-Gens. Unter Zuhilfenahme multivariater Statistik untersuchten wir die Wirkung des Trockenstress sowie anderer Umweltparameter auf die Bakteriengemeinschaften.

Es zeigte sich, dass der Effekt des reduzierten Niederschlags auf die Gesamtbakteriengemeinschaft unerheblich ist, während die aktiven Bakterien wesentlich beeinflusst wurden. Aber auch diese Wirkung war nachgeordnet gegenüber anderen Umweltparametern, wie dem Standort und dem Waldmanagement. Bemerkenswert war, dass die Wirkung des reduzierten Niederschlags bei unterschiedlichen Standortbedingungen stark variierte, also unterschiedlich

gut abgepuffert wurde. Insgesamt schlussfolgern wir, dass unter dem hier simulierten moderaten Trockenstress eine ausreichende Widerstandsfähigkeit der bakteriellen Gemeinschaft im Waldboden besteht.



Autoren

Felsmann K., Baudis M., Gimbel K., Kayler Z. E., Ellerbrock R., Bruehlheide H., Bruckhoff J., Welk E., Puhlmann H., Weiler M., Gessler A., Ulrich A.

Erschienen als

Soil bacterial community structure responses to precipitation reduction and forest management in forest ecosystems across Germany. PLoS ONE 10: e0122539 (2015)

doi: 10.1371/journal.pone.0122539

Foto

Mai I.



Leben in der Blattstreu: Neue Einblicke in die Dynamik von Bakterien- und Pilzgemeinschaften

Mikroorganismen spielen eine wichtige Rolle im Nährstoffkreislauf. Blattstreu ist eine der Hauptnährstoffquellen, und die Nährstoffe werden durch Zersetzungsprozesse freigesetzt. Hauptsächlich führen Mikroorganismen diese Zersetzungsprozesse durch. Allerdings wissen wir sehr wenig darüber, was Mikroorganismen zur Zersetzung von Blattstreu beitragen.

Wir wollten herausfinden, welche Bakterien und Pilze zum Zersetzungsprozess von Buchenblattstreu beitragen.

Dazu verwendeten wir Hochdurchsatzsequenzierung und analysierten Aktivitäten der von Bakterien und Pilzen produzierten Enzyme.

Wir berichteten erstmals, dass alle Bakterien und Pilze im Zersetzungsprozess von Buchenblattstreu beteiligt sind. Unsere Ergebnisse zeigen, dass Bakterien und Pilze vernetzt bleiben und zusammen fungieren, um Enzyme zu produzieren, welche die Blattstreu zersetzen.

Wir veröffentlichten eine Datenbank, die Bakterien und Pilze, welche am Zersetzungsprozess in Buchenblattstreu beteiligt waren, aufführt. Wir wissen, welche Organismen es sind und wo diese vorkommen. Außerdem identifizierten wir einige Pilze, wie z. B. *Mycena* spp., *Clitocybe* spp. und *Lepiota* spp., welche das Potenzial besitzen, hohe Enzymaktivitäten für Umwelt- und Industrieanwendungen zu produzieren.



Autoren

Purahong W., Wubet T., Lentendu G., Schloter M., Pecyna M. J., Kapturska D., Hofrichter M., Krüger D., Buscot F.

Erschienen als

Life in leaf litter: novel insights into community dynamics of bacteria and fungi during litter decomposition. *Molecular Ecology* 25: 4059–4074 (2016)

doi: 10.1111/mec.13739

Foto

Mai I.

Anhang

<u>Schlagwortverzeichnis</u>	<u>S.402</u>
<u>Glossar</u>	<u>S.408</u>
<u>Impressum</u>	<u>S.419</u>

S.400 - 419

Schlagwortverzeichnis

<u>Schlagwort</u>	<u>Seite</u>		
		Arthropoden	78, 104, 120, 146, 164, 268, 276, 278, 280, 286, 290, 336, 348, 356, 358
<u>A</u>		<u>B</u>	
Altersklassenwald	52, 54, 60, 122, 162, 214, 234, 272, 312, 370, 372	Bakterien	
Aminosäuren	232, 360	- gemeinschaften	396
Archaeen	34, 64, 66, 70	Barcoding	280
Art		Baum	
- beschreibung	376	- artenpräferenz	292
- eigenschaft	96, 104, 140, 200, 206, 232, 274, 276, 298, 336, 356, 382, 388	- kronen	78, 126, 180, 280
Arten		- kronenkonkurrenz	170
- anreicherung	156, 170	- stamm	30, 32, 126, 130, 184, 206, 208, 212, 216, 218, 220, 222, 226, 250, 292, 382
- gemeinschaften	120, 140, 198, 210, 214, 218, 220, 234, 278, 280, 284, 292, 338, 348, 350, 382	- sterblichkeit	80
- invasive	138	Bestäubung	138, 242, 322, 342, 348, 352
- vielfalt	120, 122, 124, 126, 128, 146, 154, 156, 158, 200, 242, 250, 278, 290, 302, 318, 322, 324, 336, 340, 342, 352, 364, 396	Beweidung	12, 70, 94, 96, 108, 128, 132, 164, 166, 186, 188, 196, 198, 242, 248, 276, 278, 324, 334, 338, 358, 366, 386
- vorkommen	98, 100, 120, 126, 134, 138, 142, 164, 166, 212, 218, 252, 260, 288, 302, 304, 310, 322, 336, 346, 350, 382, 398	Bewirtschaftungs- system	300, 312
		Bienen	242, 244, 246, 310, 322, 342, 352
		Biodiversitätsstrategie	182, 348, 350
		Biomasse	12, 14, 38, 82, 94, 98, 100, 102, 150, 152,

	154, 158, 194, 226, 236, 340, 368	Buchungssystem	298, 316, 370, 372, 398 92
<u>Blatt</u>		<u>C</u>	
- austrieb	178		
- fraß	188, 270, 272, 296	<u>D</u>	
- läuse	320	Daten	
- schaden	188, 272	- informationssystem 10	
Blütenfarbe	118, 242, 244, 246	- qualität	84, 86
Bodeneigenschaften		- verwaltung	84, 86
- abiotische	388	- visualisierung	88, 90
Boden		Diversität	
- bakterien	374, 384	- funktionelle	8, 106, 140, 298, 348, 350
- fruchtbarkeit	146, 162, 170, 394	- genetisch	140, 176, 326
- hydrologie	20, 24, 50	- indices	104, 248
- lebewesen	94, 160	- räumliche	76
- mikroorganismen	142, 144, 194, 366, 388, 392	DNA	68, 178, 210, 212, 256, 258, 260, 280, 326, 372, 394
- pilze	26, 28	Düngung	12, 36, 38, 46, 70, 128, 142, 154, 162, 166, 186, 196, 242, 248, 296, 302, 304, 324, 338, 356, 366, 386
- poren	160, 162, 368	Durchforstung	74, 174, 182
- prägung	194		
- struktur	160, 162	<u>E</u>	
- ressourcen	94, 96	empirische Forschung	106, 108, 328
- tiefe	44, 58	Energieverteilung	102
- tiere	22, 62, 98, 100, 102, 192, 262, 264, 266, 314, 316, 354	Enzyme	48, 58, 206, 208, 220,
Buche	26, 44, 46, 52, 60, 62, 76, 80, 114, 164, 168, 176, 178, 216, 220, 228, 230, 234, 236, 270, 272, 282, 284, 288,		

Schlagwortverzeichnis

Evolution	132, 140, 178, 196, 246	Hummeln	246, 310, 360
		Humus	48, 116, 224
		Hundertfüßer	254, 256, 258, 264
F		I	
Fangflüssigkeit	280	Indikatorarten	268, 286
Fichte	14, 116, 130, 168, 170, 174, 184, 206, 208, 212, 218, 266, 312, 314, 330, 382	Infiltration	24
		Insekten	
		- blütenbesuchend	118, 246, 322, 352
		- pflanzenfressende	22, 76, 78, 94, 164, 166,
Flechten	124, 126, 128, 130, 250, 252		270, 302, 304, 310, 336, 340, 346
Fledermäuse	120, 306, 308	Interaktion	
flüchtige organische Verbindungen	270, 384	- Pflanze - Pilz	188
Forstmanagement	290, 292, 294	- Räuber - Beute	306
Fraßschäden	164, 272	- Tier - Pflanze	118, 138, 188, 346, 352
		- Tier - Tier	306
		Isotope, stabile	52, 60, 150, 154, 250, 262, 264, 266, 314, 316, 354
G		I	
Gene	8, 132, 140, 176, 178, 196, 198, 212, 224, 230, 326, 328, 386		
Generalisten	264, 290, 318, 352	K	
genetische Variation	176, 178	Käfer	
Genotyp	230	- Laufkäfer	100, 256, 316, 324, 326, 356, 358
Gestein	44, 50, 56		
		- Totholzkäfer	284, 288, 292, 294, 298, 300
H		Klimawandel	24, 106, 154, 162, 164, 168, 176, 178, 294, 390, 396
Herbivorie	94, 96, 164, 166, 188, 190, 194, 252, 270, 272, 276, 296, 346		

Kohlenstoff		Methanolabbau	384
- kreislauf	32, 40, 48, 58, 98, 100, 116, 150, 162, 206, 208, 222, 226, 258, 264, 266, 312, 316, 354, 366	Methodenvergleich	280, 394
		Mikrobielle	
		- Aktivität	44, 48, 58, 372, 386, 392
		- Biomasse	40, 48, 366, 370, 386
		- Enzyme	58, 312, 366, 370, 386
- vorrat	42, 44, 46, 50, 52, 54, 56, 60, 314	- Gemeinschaft	24, 34, 36, 40, 48, 66, 68, 370, 392, 396
Konkurrenz		Mikrohabitat,	278
- Baumkronen	170	aquatisch	
- zwischenartlich	114, 128, 142, 144, 168	Milben	
		- Horn	250
L		- Raub	316
Landnutzungsindex	12, 14, 16	Mineralisierung	40, 364
Landschaftstruktur	342, 348, 350	Modellierung	94, 106, 310, 328
Landwirtschaft	146, 150	Molekulares	68, 378, 380
ökologisch vs. konventionell		Werkzeug	
Laserscanner	170	Monitoring	84, 106, 180, 216, 284
Lignin	46, 58, 206, 208, 224, 226, 312, 392	Moose	78, 126, 130, 172, 174
		Mullaufgabe	62
		Mykorrhizapilze	
M		- arbuskulär	104, 188, 204, 210
Mahd	12, 70, 132, 144, 166, 186, 188, 196, 242, 248, 296, 302, 324, 334, 336, 338, 358	- ekto	28
		N	
Manipulation	396	Nährstoff	
Merkmale (Trait)		- dynamik	312
- funktionell	276, 298, 348, 350, 356	- kreislauf	80, 152, 164, 234, 266, 354, 398
- morphologisch	134, 210, 274	- limitierung	148, 152

Schlagwortverzeichnis

Nahrungs		Produktivität	34, 80, 132, 148, 194, 198
- kette	76, 102, 166	Protisten	216, 354, 368, 376, 378, 380
- netz	22, 250, 254, 256, 260, 262, 264, 316, 346, 378, 380	<u>Q</u>	
- verfügbarkeit	192	<u>R</u>	
natürliche Feinde	166, 346	Radiokohlenstoff-datierung	42, 52, 56
<u>Q</u>		Rang-Abundanz-Kurve	338
Ökologische		Regenwürmer	258, 260, 266
- Nische	136, 262, 316	Ressourcen	
- Theorien	98	- nutzung	164
Ökosystem		- verfügbarkeit	22, 278
- funktionen	82, 106, 218, 246, 254, 274, 276, 290, 298, 306	<u>S</u>	
- prozesse	8, 218, 272, 296, 300	Saatgut	132, 156, 172
<u>P</u>		Samenverbreitung	344
Parasiten	166, 270, 302, 304, 330, 342, 346, 364, 376	Säugetiere	306, 308, 328
Pflanzen		Schädlinge	282
- biomasse	152, 154, 158	Schädlingskontrolle	270, 300, 306, 308, 320, 342, 348, 354, 394
- duft	118, 246, 270, 346	Schmetterlinge	318, 322, 324, 348, 350
- gemeinschaften	108, 134, 140, 194, 198, 200, 242	Schnecken	130, 252, 344
- inhaltsstoffe	166	Sequenzierung	26, 28, 64, 66, 68, 70, 210, 228, 392, 396, 398
- umgebung	166, 204	Skala	
- verteilung	136	- räumlich	64, 76, 152, 208, 268, 286, 288, 388
pH-Wert	66, 415	- zeitlich	38, 40, 64, 120, 152, 208, 286, 332, 388
Phosphorkreislauf	38, 48, 58, 146, 152, 374		
Plenterwald	122, 124, 234, 370, 372		

Spektroskopie	20, 116, 386	- stress	40, 154, 168, 236, 396
Spezialisten	22, 126, 288, 292, 298, 318	- toleranz	136
Spinnen	256, 276, 286, 336, 340, 348, 356, 358	<u>U</u>	
Spitzwegerich	104, 166, 188, 194, 204, 302, 304, 346	<u>V</u>	
Springschwänze	254, 256, 258, 260, 262	Vögel	78, 120, 324, 330, 332
Spurengase	36, 384	<u>W</u>	
Stickstoff		Wald	
- kreislauf	30, 32, 34, 36, 46, 48, 58, 62, 64, 66, 70, 150, 152, 158, 166, 184, 212, 222, 226, 232, 236, 304, 310, 366, 382, 390	- bewirtschaftung	16, 28, 52, 54, 58, 60, 78, 122, 176, 206, 214, 232, 260, 272, 278, 282, 290, 292, 298, 312, 314, 330
Störung	54, 122, 156, 172, 210, 352	- dynamik	80, 174
Streu		- struktur	74, 290, 330
- abbau	44, 312, 372	Wanzen	274, 276, 324, 348, 356
- schicht	40, 100, 224, 254, 262, 314	Wärmebildfotografie	180
<u>T</u>		Wirt	210, 230, 276, 292, 302, 304, 330, 336, 342, 346
Totholz		Wurzel	
- anreicherung	300	- dichte	192
- käfer	284, 288, 292, 294, 298, 300	- herbivorie	94, 96, 188, 190
- zersetzung	30, 32, 206, 208, 216, 218, 220, 222, 226, 228, 292, 298, 300, 382	<u>X, Y</u>	
Trait	(siehe Merkmal)	<u>Z</u>	
Trocken		Zersetzungsprozesse	30, 32, 40, 206, 208, 216, 218, 220, 222, 226, 228, 292, 298, 300, 382, 398

Glossar

Abiotisch Vorgänge und Zustände, gelegentlich auch Gegenstände in einem Ökosystem, an denen Lebewesen nicht beteiligt sind.

Abundanz Häufigkeit, Dichte. So bezeichnet der Begriff Artabundanz die Anzahl der Individuen einer Art, bezogen auf ihr Habitat.

Acidobakterien Taxonomische Einheit innerhalb der Bakterien.

Altersklassenwald Form der Waldbewirtschaftung. In etwa gleich alten Beständen stehen die verschieden alten Bäume nicht gemischt, sondern räumlich voneinander getrennt. Die Bewirtschaftung von Waldflächen erfolgt in einem Zyklus von Pflanzung, Pflege, Ernte (Kahlschlag) und erneutem Pflanzen.

Amid Chemische Verbindungen, die sich formal von Ammoniak (NH_3) ableiten: Ein Wasserstoffatom des Ammoniaks wird durch einen Säurerest ersetzt.

Aminosäure Die Bausteine der Proteine. Eine Klasse kleiner organischer Verbindungen mit mindestens einer Carboxygruppe ($-\text{COOH}$) und mindestens einer Aminogruppe ($-\text{NH}_2$).

Amöbe Auch Wechseltierchen genannt; bilden eine große, vielgestaltige Gruppe von Einzellern, die keine feste Körperform besitzen, sondern durch Ausbildung von Scheinfüßchen ihre Gestalt laufend ändern. Amöben sind eine Lebensform von Scheinfüßchen ihre Gestalt laufend ändern. Amöben sind eine Lebensform, keine Verwandtschaftsgruppe (Taxon).

Arbuskuläre Mykorrhizapilze (AMP) Weit verbreitete Form der Endomykorrhizapilze, welche Symbiosen mit Pflanzenwurzeln eingehen. Typisch für diese häufigste Art der Symbiose zwischen Pilzen und Pflanzen (Mykorrhiza) ist die Bildung von verzweigten, zarten, fadenförmigen Pilzzellen (Hyphen) in Bäumchenform innerhalb der Wurzelzellen. → Mykorrhizapilze.

Aromaten Stoffklasse in der organischen Chemie, die sich durch ringförmige Kohlenstoff-Verbindungen auszeichnet. Ihr Name stammt vom aromatischen Geruch der zuerst entdeckten Verbindungen dieser Stoffklasse.

Arthropoden Gliederfüßer, artenreichster Stamm des Tierreichs, zu dem so unterschiedliche Tiergruppen wie Insekten, Tausendfüßer, Krebstiere und Spinnentiere gehören.

Asynchronie Zeitlich ungleich verlaufende Entwicklung der Arten.

Auskämmung Abscheidung von Luftschadstoffen (Stäuben, Spurenstoffen im Nebel- und Wolkenwasser) an Baumkronen (Baumbeständen) und Sträuchern.

Basalfläche Grundfläche, Stammquerschnittsfläche eines Baumes in Brusthöhe (1,3 m) bzw. die Summe der gemessenen Stammquerschnittsflächen aller Bäume eines Bestandes.

Bestandsniederschlag Niederschlag, der in Wäldern unterhalb des Kronendaches vorkommt.

Bestockungsgrad Ausdruck für die Bestandsdichte im Wald. Gibt das Verhältnis der tatsächlichen Grundfläche eines Baumbestandes je Hektar zu den entsprechenden Angaben der Ertragstafel (Vollbestockung, i.d.R. mäßige Durchforstung) an.

Biofilm Dünner Schleimfilm, in der Mikroorganismen organisiert vorliegen. Er entsteht, wenn sich Mikroorganismen an Grenzflächen zwischen verschiedenen Phasen ansiedeln.

Bodenstruktur Auch Bodengefüge; räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile. Das gesamte Bodenvolumen teilt sich in die Bodenmatrix (feste Bodensubstanz) und in das Porenvolumen auf. Diese Aufteilung beeinflusst maßgeblich den Boden- und Lufthaushalt, die Durchwurzelbarkeit, die Verfügbarkeit der Nährstoffe und ähnliche bodenkundliche und pflanzenphysiologische Eigenschaften.

Botenstoff Chemischer Stoff, der der Signalübertragung oder der chemischen Kommunikation zwischen Individuen einer oder mehrerer Arten dient.

Chemische Signatur Das Vorkommen chemischer Moleküle in einem Medium.

Clusterverfahren Analyseverfahren bei (großen) Datenbeständen zur Entdeckung von Ähnlichkeitsstrukturen. Die gefundenen Gruppen von ähnlichen Objekten werden als „Cluster“ bezeichnet.

Deposition Austrag und Ablagerung von luftgetragenen Partikeln und Gasen auf Böden, Vegetation und Materialien ohne Regen- oder Schneefall (trockene Deposition) oder Eintrag in Ökosysteme durch Niederschlag (nasse Deposition).

Detritus Bezeichnet in der Bodenkunde und der Ökologie die noch nicht humifizierte tote organische Substanz, insbesondere die pflanzliche Streu im Boden und auf der Bodenoberfläche.

Diversität Auch biologische Vielfalt; wird unterschieden in α -, β - und γ -Diversität. Die α -Diversität ist das Maß für die Artenvielfalt eines Lebensraums. Sie beschreibt die Anzahl der in einem Habitat oder Biotop vorkommenden Arten. Die β -Diversität ist das Maß für den Unterschied in der Artenvielfalt zwischen verschiedenen, räumlich in einer Landschaft verteilten Lebensgemeinschaften. Die γ -Diversität beschreibt die Artenvielfalt einer Landschaft, beginnend von ca. 1.000 ha bis hin zu ca. 1.000.000 ha. Demnach beinhaltet die γ -Diversität meist eine Vielzahl von α -Diversitäten, die sich jedoch nicht zwingend deutlich durch ihre β -Diversitäten unterscheiden müssen.

DNA/DNS Abkürzung für Desoxyribonukleinsäure (DNS, englisch DNA für acid). Die DNS ist der Träger der Erbinformation, also der Gene.

DNA-Barcoding Taxonomische Methode zur Artenbestimmung anhand der DNA-Sequenz eines Markergens. Die Abfolge der Basenpaare wird dabei analog wie der Strichcode auf Lebensmittel-Verpackungen als Kennzeichen für eine bestimmte Art verwendet.

Elaiosom Bezeichnung für das fettreiche Anhängsel von Samen bei Pflanzen. Es wird von Pflanzen ausgebildet, deren Samen entweder durch Vögel oder durch Ameisen ausgebreitet werden.

Endophag Bezeichnung für Organismen, die im Innern einer Nahrungspflanze bzw. eines Wirtes fressen.

Endophytische Pilze Pilze, die im Inneren einer Pflanze leben. Während manche en-

Glossar

dophytische Pilze Krankheitssymptome hervorrufen, verursachen andere keine Schäden und können sogar in einem symbiotischen Verhältnis zu ihrer Wirtspflanze stehen, indem sie Substanzen produzieren, welche den Wuchs der Pflanze fördern oder ihre Stresstoleranz erhöhen.

Energetische Äquivalenz Energiemenge, die bei der Verbrennung von 1 l Sauerstoff im Organismus freigesetzt wird. Ist abhängig von der zugeführten Nahrung.

Enzym Stoff, der aus biologischen Riesemolekülen besteht und als Katalysator eine chemische Reaktion beschleunigen kann. Die meisten Enzyme sind Proteine.

Ergosterol Biochemisch wichtiger Naturstoff aus der Gruppe der Sterine (Sterole), genauer der pilzlichen Mycosterine. Kommt in der Zellmembran von Pilzen vor.

Eukaryoten Eine Domäne der Lebewesen, deren Zellen einen echten Kern und eine

reiche Kompartimentierung (Gliederung in membranumschlossene Reaktionsräume) haben. Hierin unterscheiden sie sich von den beiden übrigen Domänen im System der Lebewesen, den prokaryotischen Bakterien und Archaeen mit procytischen Zellen.

Euklidische Distanz Der Abstand zweier Punkte in der Ebene oder im Raum, zum Beispiel die mit einem Lineal gemessene Länge einer Strecke, die diese zwei Punkte verbindet.

Extrapolation Hochrechnung, Bestimmung eines (oft mathematischen) Verhaltens über den gesicherten Bereich hinaus.

Farbrezeptor Nervenzellen in den Lichtsinnesorganen von Tieren und Menschen, mit denen diese bestimmte Farben hinsichtlich der Wellenlänge wahrnehmen können.

Farbspektrometer Gerät zur Messung von verschiedenen Farbbereichen.

Fingerprint-Methode Verfahren, mit dem ein individuelles, spezifisches Profil (ähnlich einem Fingerabdruck) erzeugt wird, welches auf dem Erbgut des jeweiligen Organismus bzw. der Organismengemeinschaft basiert.

Flechte Symbiotische Lebensgemeinschaft zwischen einem Pilz und einer oder mehreren Algen oder Cyanobakterien

Fourier-Transform-Infrarot (FTIR) Spektroskopie Eine Untersuchungsmethode, bei der Absorptionen im mittleren Infrarotbereich detektiert werden. Die Absorptionen resultieren aus spezifischen Frequenzen molekularer Vibrationen. Sie sind charakteristisch für bestimmte funktionelle Gruppen.

Funktionale Redundanz Besteht dann, wenn mehrere Arten eine ähnliche Funktion innerhalb eines Ökosystems erfüllen.

Funktionelle Diversität Vielfalt ökologischer Funktionen und Prozesse im Ökosystem.

Gattung Rangstufe innerhalb der biologischen Systematik und liegt zwischen Art (spezieller) und Familie (allgemeiner)

Gene, genetisch Abschnitt auf dem Erbgut (DNA), der die Grundinformationen zur Herstellung biologisch aktiver Erbinformationen enthält.

Generalisten Lebewesen, die im Gegensatz zu den Spezialisten in ihren Umwelt-

ansprüchen und in ihrem Verhalten wenig spezialisiert sind. Sie sind gegenüber weiten Schwankungsbereichen von Temperatur, Feuchte, Licht etc. mehr oder weniger unempfindlich und können sehr unterschiedliche Ressourcen nutzen.

Genotyp Gesamtheit aller genetischen Merkmale eines Organismus. Ist zusammen mit Umwelteinflüssen für die Ausbildung des Erscheinungsbildes verantwortlich.

Gilde, ökologische Gruppe von Arten, welche auf ähnliche Weise vergleichbare Ressourcen nutzt, ungeachtet ihres Verwandtschaftsgrades. Der Begriff Gilde wird in der ökologischen Forschung weit überwiegend in Bezug auf Nahrungsressourcen von Tierarten verwendet.

Grundwasserleiter Gesteinskörper mit Hohlräumen, der zur Leitung von Grundwasser geeignet ist.

Habitatfilter Selektiert für optimale Merkmale bei Organismen, damit diese adäquat an die im jeweiligen Habitat vorherrschenden abiotischen Bedingungen angepasst sind. Dies führt zu einer Annäherung der Merkmalsverteilung unter den Arten in einem Habitat. Ein Habitatfilter

kann z.B. intensive Waldbewirtschaftung sein, der bestimmte Arten mit bestimmten Lebensstrategien begünstigt. Oder anders herum: Wenn Arten nicht an die abiotischen Gegebenheiten im Habitat angepasst sind, können diese dann nicht im Habitat überleben.

Habitatspezialist → Spezialisten, die an ein ganz bestimmtes Habitat gebunden sind.

Herbivore Alle Tiere, die sich von Pflanzen ernähren. Sie stellen neben den Fleischfressern eine ökologische Gruppe der Konsumenten dar.

Hierarchisches Modell Statistisches Modell, in dem für jeden Term im Modell alle darin enthaltenen untergeordneten Terme ebenfalls im Modell enthalten sein müssen. Es bildet die reale Welt durch eine hierarchische Baumstruktur ab. Die hierarchische Struktur gilt auch für die Schachtelung. Ein Modell ist nicht hierarchisch, wenn es nicht alle untergeordneten Terme für jeden Term im Modell enthält.

Hochdurchsatzsequenzierung Moderne genetische Analyseverfahren, um in kurzer Zeit eine hohe Anzahl bestimmter Abschnitte aus dem Erbgut eines Organismus

zu identifizieren. → Pyrosequenzierung.

Höhere Pflanzen Pflanzen, die Wurzeln, Sprossachsen und Blätter besitzen.

Hydrolasen Gruppe von Enzymen, die bestimmte chemische Verbindungen wie Ester, Ether, Peptide, Glycoside, Säureanhydride oder C-C-Bindungen in reversibler Reaktion hydrolytisch, also durch Reaktion mit Wasser, spalten.

Hydrophobizität Bezeichnet ein Maß für den Ausprägungsgrad der Hydrophobie, also der wasserabweisenden Eigenschaft von Stoffen (meist Proteinen).

Indikatorart Auch Zeigerarten genannt. Sie lassen bestimmte Umweltzustände erkennen und reagieren empfindlich auf Umweltveränderungen.

Individuendichte Anzahl der Individuen einer Art in einem bestimmten Biotop.

Glossar

Infiltration Prozess des Eindringens von Niederschlägen in den Erdboden; wichtiger Teilprozess des Wasserkreislaufes. Anschlussprozesse können Grundwasserneubildung und Abflussbildung sein.

Invertebraten Wirbellose, also vielzellige Tiere ohne Wirbelsäule.

Isolation-by-distance-Muster (IbD) Beschreibt den Zusammenhang zwischen dem Grad der genetischen Divergenz und der geographischen Entfernung.

Isotop Arten von Atomen, deren Atomkerne gleich viele Protonen (gleiche Ordnungszahl), aber verschieden viele Neutronen enthalten. Sie haben dann verschiedene Massenzahlen, stellen aber das gleiche Element dar. Die Isotope eines Elements verhalten sich chemisch fast identisch.

Isotopenverhältnis/ Isotopensignatur Relative Häufigkeit der Isotope eines chemischen

Elements, das durch die Kernladungszahl bestimmt ist. Die Isotope unterscheiden sich durch ihre Neutronenzahl und Massenzahl.

Kahlschlag Holzernte, bei der alle aufstockenden Bäume planmäßig in kurzen Intervallen entnommen wurden.

Kernspinresonanz-Spektroskopie Spektroskopische Methode zur Untersuchung der elektronischen Umgebung einzelner Atome, und der Wechselwirkungen mit den Nachbaratomen. Diese Methode ermöglicht die zerstörungsfreie Aufklärung der Struktur von Molekülen sowie Reaktionsmechanismen.

Klimavorhersage Bezeichnung für eine mögliche zukünftige Entwicklung einzelner oder mehrerer Klimakenngrößen (Klimavariablen), wie sie auf der Basis von Szenarien mithilfe eines Klimamodells berechnet werden kann.

Koexistenz Das Vorkommen mehrerer Arten in demselben Lebensraum.

Komplementarität Bezeichnet den Effekt bzw. die Hypothese, dass mit zunehmender Artzahl natürliche Ressourcen wie Licht,

Wasser und Nährstoffe von allen Pflanzen effizienter genutzt werden können.

Korrelation In der Statistik Bezeichnung für einen Zusammenhang zweier Merkmale bzw. Zufallsvariablen. Positive Korrelation liegt vor, wenn zu einem hohen Wert des einen Merkmals tendenziell auch ein hoher Wert des zweiten Merkmals gehört; negative Korrelation, wenn zu einem hohen Wert des einen Merkmals tendenziell ein niedriger Wert des anderen Merkmals gehört.

Kronendurchlass Teil des Niederschlages, der von den Blättern und Nadeln der Baumkrone abtropft.

Kryptogamen Bezeichnet blütenlose Pflanzen (wie z.B. Moose, Farne) aber auch Flechten sowie Pilze, die sich mit Sporen vermehren.

Lignin Makromoleküle, die in pflanzlichen Zellwänden eingelagert sind und zu einer Verholzung der Zelle führen.

Lysimeter Gerät zur Ermittlung von Bodenwasserhaushaltsgrößen (Versickerungsrate, Verdunstung) und zur Beprobung von Bodensickerwasser, um dessen Quantität und Qualität zu bestimmen. In der Um-

weltforschung und Landwirtschaft werden Lysimeter zur Erfassung von Wechselwirkungen bzw. Stofftransporten zwischen der Atmosphäre, den Pflanzen, dem Boden, der Tierwelt und dem Grundwasser verwendet.

Makro- und Mesoporen Hohlräume im Boden mit unterschiedlichem Durchmesser. Dabei sind Makroporen mit bloßem Auge sichtbar und haben einen Durchmesser von >0,5 mm. Mesoporen dagegen haben einen Durchmesser von 0,2–10 µm und speichern das pflanzennutzbare Bodenwasser.

Makroskala Raumskala, die sich auf einen sehr großen Bereich oder eine große Region bezieht. Von Makroskala spricht man, wenn man z.B. ein Ökosystem betrachtet. Kleinskaliger wäre z.B. ein ganz bestimmtes Habitat.

Markergen In der Molekularbiologie eindeutig identifizierbare, kurze DNA-Abschnitte, deren Ort im Genom bekannt ist.

Markierung, radioaktiv Methode zur Untersuchung der Zusammensetzung von Stoffgemischen oder Stoffvorgängen in Organismen.

Mikrosatelliten Einfache, kurze und sich wiederholende Sequenzen im Erbgut eines Organismus. Die Anzahl der Wiederholungseinheiten und damit die Länge der Sequenz unterscheiden sich zwischen den Individuen.

Molekulare Marker → Markergen

Morphometrie Erfassung der Oberflächen-gestalt, Form und Struktur von Organismen, Organen, Zellen oder Zellbestandteilen.

Mortalität Bezeichnet die Anzahl der Todesfälle bezogen auf die Gesamtanzahl der Individuen oder, bei der spezifischen Sterberate, bezogen auf die Anzahl in der betreffenden Population, meist in einem bestimmten Zeitraum.

Mykorrhizapilz (Ekto-M.) In Symbiose mit Baumwurzeln lebende (= ektomykorrhizale) Bodenpilze. → Arbuskuläre Mykorrhizapilze.

Myrmekochore Pflanzen, die an eine Ausbreitung durch Ameisen angepasst sind.

Nährstoffkreislauf Zyklus, bei dem ein Nährelement von einem Ausgangspunkt

über aufeinanderfolgende Zwischenstationen wieder zu seinem Ausgangspunkt zurückkehrt. Solange keine Stoffe aus dem System dauerhaft entfernt werden, ist der Kreislauf geschlossen und das System stabil.

Nahrungsnetz System aus zahlreichen miteinander verbundenen Nahrungsketten. Nahrungsnetze sind i.d.R. sehr komplex, da ein Pflanzenfresser meist mehrere Pflanzenarten verzehrt und ein Räuber sich von verschiedenen Beutetieren ernährt.

Nährstoffremineralisierung Prozess, der die von Produzenten und Konsumenten aufgenommenen anorganischen Nährstoffe wieder zurück in ihren verwertbaren Ausgangszustand überführt.

Natura 2000 Ein zusammenhängendes Netz von Schutzgebieten innerhalb der Europäischen Union, das seit 1992 nach den Maßgaben der Fauna-Flora-Habi-

Glossar

tat-Richtlinie (kurz FFH-Richtlinie) errichtet wird. Sein Zweck ist der länderübergreifende Schutz gefährdeter wildlebender heimischer Pflanzen- und Tierarten und ihrer natürlichen Lebensräume.

Nische Funktioneller Begriff, der die „ökologische Rolle“ bezeichnet, welche die Art in dem betrachteten Ökosystem spielt. Er beschreibt also, welche biotischen und abiotischen Bedingungen, Umweltfaktoren und evolutionären Faktoren für das Leben bzw. Überleben dieser Art im Ökosystem von Bedeutung sind. Die fundamentale Nische beschreibt den Nischenraum, in der eine Art aufgrund ihrer Merkmale potenziell vorkommen kann. Die realisierte Nische ist der Teil, wo die Art tatsächlich anzutreffen ist.

Ökosystemdienstleistung Bezeichnet die „Nutzenstiftungen“ bzw. „Vorteile“, die Menschen von Ökosystemen beziehen. Beispiele für Ökosystemdienstleistungen sind das Bestäuben von Obstblüten durch

Insekten, die Bereitstellung von nutzbarrem Bewässerungs- und Trinkwasser durch natürliche Filtration von Niederschlag, die Reproduktion von Fischpopulationen als Nahrungsmittel sowie die Bereitstellung von frischer Luft und einer ansprechenden Umwelt für Freizeit, Erholung und ästhetische Erbauung.

Ökosystemfunktion Bezeichnet alle physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse und Wechselwirkungen, die in verschiedenen Ökosystemen stattfinden, z. B. Bestäubung, Bodenbildung, Filtration und Speicherung von Wasser, biochemische Kreisläufe (Stickstoff-, Phosphor-, Schwefel-Kreisläufe).

Ökosystemprozess → Ökosystemfunktion

Operational Taxonomic Unit (OTU) Seit mehreren Jahren die am häufigsten verwendete Einheit der mikrobiellen Vielfalt.

Ozongleichgewichtsreaktion In der Stratosphäre der Erde herrscht ein stetiger Aufbau und Zerfall des natürlichen Spurengases Ozon durch UV-Strahlung und Sauerstoff. Diese Hin- und Rückreaktion wird auch Ozongleichgewichtsreaktion genannt. Diese Reaktion

filtert so die energiereiche UV-Strahlung der Sonne, mit dem Effekt, dass diese den Erdboden nur in stark abgeschwächter Form erreicht.

Parasit Typischerweise ein Lebewesen, das auf oder in seinem artfremden Wirt lebt und diesen als Nahrungsquelle nutzt und schädigt, ihn in der Regel aber nicht tötet (wichtiger Unterschied zu Parasitoiden). Einfach formuliert ist ein Parasit also ein „Mitesser“ oder „Nebenesser“, also „einer, der einseitig auf Kosten eines anderen lebt“.

Parasitoide Ein Organismus, in der Regel ein Insekt, das in seiner Entwicklung parasitisch lebt, den Wirt zum Abschluss der Parasitierung jedoch tötet.

Peroxidasen Enzyme, welche die Reduktion von Peroxiden (meist Wasserstoffperoxid) katalysieren. Als Reduktionsmittel dienen unterschiedliche Elektronenspende, bei pilzlichen sekretorischen Peroxidasen sind das beispielsweise → Lignin, → Phenole, → Aromaten oder Mangan (Mn^{2+}).

Phenole Ringförmige Moleküle aus Kohlenstoff mit einem oder mehreren Anhängseln aus Sauerstoff und Wasserstoff.

Phospholipide Eine Gruppe von Lipiden, also wasserunlöslichen Fetten und fettähnlichen Stoffen, mit Phosphatgruppe. Sie sind wesentlich am Aufbau biologischer Membranen beteiligt.

Photosynthese Die Herstellung von Sauerstoff und Zucker aus Kohlenstoffdioxid und Wasser durch grüne Pflanzenteile nur durch die Einstrahlung von Sonnenlicht.

pH-Wert Maß für den sauren oder basischen Charakter einer wässrigen Lösung.

Phylogenetik Erfassung der Abstammung.

Plastizität, phänotypische Fähigkeit von Lebewesen, unter verschiedenen Umwelteinflüssen ihre Eigenschaften individuell so zu modifizieren, dass sie den herrschenden Umweltbedingungen angepasst sind.

Plenterwald Ein sich stetig verjüngender Dauerwald, in dem Bäume aller Dimensionen kleinstflächig bis einzelstammweise vermischt sind. Im Plenterbetrieb werden einzelne Bäume gefällt, wodurch ein permanenter Hochwald geschaffen wird.

Polymerase-Kettenreaktion (PCR) Methode, um die Erbsubstanz DNA zu

vervielfältigen. Dazu wird das Enzym DNA-Polymerase verwendet. Der Begriff „Kettenreaktion“ beschreibt in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass die Produkte vorheriger Zyklen als Ausgangsstoffe für den nächsten Zyklus dienen und somit eine exponentielle Vervielfältigung ermöglichen.

Polysaccharide Kohlenhydrate, in denen viele Einfachzucker über glykosidische Bindungen verbunden sind.

Primer In der Molekularbiologie Bezeichnung für ein Oligonukleotid, das als Startpunkt für DNA-vervielfältigende Enzyme wie die DNA-Polymerase dient.

Protisten Gruppe nicht näher verwandter, mikroskopischer, hauptsächlich einzellige Lebewesen z. B. Algen, Protozoen

Protozoen Einzeller

Pufferkapazität Das Vermögen eines Systems, plötzliche und starke Änderungen oder Schadstoffwirkungen aufzufangen.

Pyrosequenzierung Sequenzierungsmethode, bei der die DNA-Polymerase durch ein ausgeklügeltes Enzymsystem unter

Beteiligung einer Luziferase dabei beobachtet wird, wie sie ein Nukleotid nach dem anderen an den neusynthetisierten DNA-Strang anhängt. Es handelt sich um ein Hochdurchsatzverfahren, mit dem sich DNA viel schneller und billiger analysieren lässt als mit klassischen Methoden. siehe auch → Hochdurchsatzsequenzierung

qPCR Vervielfältigungsmethode für Nucleinsäuren, die auf dem Prinzip der herkömmlichen → Polymerase-Kettenreaktion (PCR) beruht, und zusätzlich die Quantifizierung der gewonnenen DNA ermöglicht.

Radiokohlenstoffdatierung Auch ^{14}C Datierung. Ein Verfahren zur radiometrischen Datierung kohlenstoffhaltiger, insbesondere organischer Materialien. Der zeitliche Anwendungsbereich liegt zwischen 300 und etwa 60.000 Jahren. Das Verfahren beruht darauf, dass in abgestorbenen Organismen die Menge an gebundenen radioaktiven ^{14}C -Atomen gemäß dem Zerfallsgesetz abnimmt.

Glossar

Reaktionsnorm Bezeichnet in der Genetik die Variationen zwischen Mitgliedern derselben Art oder verwandten Arten, die sich bei unterschiedlichen Umweltfaktoren entwickeln kann.

Resilienz Fähigkeit eines Ökosystems nach einer Störung zum Ausgangszustand zurückzukehren.

RNA Ribonukleinsäure, die in der biologischen Zelle eine wesentliche Funktion in der Umsetzung von genetischer Information spielt.

Rückegasse Unbefestigter forstwirtschaftlicher Weg, der zum Abtransport gefällter Bäume dient.

Saprophyt Bezeichnung für Bakterien, Pilze und einige wenige Blütenpflanzen, die von totem organischem Material (Bestandsabfall) leben. Als Substrate nutzen sie vor allem Kohlenhydrate, Fette und Ei-

weiße, aber auch andere organische Substanzen und verschiedene Abbauprodukte. Die Saprophyten sind von überragender Bedeutung für den Abbau des Bestandsabfalls.

Schirmschlag Holzernte, bei der das Kronendach eines Bestandes durch Entnahme einzelner Bäume aufgelichtet wird.

Sequenzierung Bestimmung der Reihenfolge der verschiedenen molekularen Bausteine im Erbgut (DNA) sowie deren Auswertung.

Signatursequenz Ist die unverwechselbare Signatur, als „Fingerabdruck“, für ein Gen und sein Transkript dient, wobei sich die Abfolge der DNA-Bausteine unterscheidet.

Spaltöffnung Pore im Abschlussgewebe von Pflanzen. Sie regulieren den Gasaustausch der Pflanze mit der Umgebungsluft.

Spezialisten Lebewesen, die im Gegensatz zu den Generalisten an eng umgrenzte Lebensbedingungen angepasst sind oder nur ein beschränktes Nahrungsspektrum nutzen. Sie sind deshalb auch meist extrem empfindlich gegenüber Umweltänderungen.

Spurengase Gase, die in der Luft, speziell der Erdatmosphäre, nur einen winzigen Anteil ausmachen. Viele Spurengase sind umweltschädlich, andere tragen durch ihre hohe Reaktivität maßgeblich zur „Reinigung“ der Atmosphäre bei. Spurengase wie Ozon sind insbesondere auch am Treibhauseffekt beteiligt.

Stabile Isotope Im Gegensatz zu radioaktiven → Isotopen sind stabile Isotope natürliche Bestandteile der meisten chemischen Elemente. Die Isotope eines Elements unterscheiden sich nur in ihrer Neutronenzahl beziehungsweise Massenzahl (zum Beispiel im Falle des Kohlenstoffs gibt es die beiden natürlichen Isotope ¹²C und ¹³C). Stabile Isotope sind also allgegenwärtig und strahlen nicht. Sie dienen deshalb unter anderem dazu, Stoffwechselwege aufzuklären, Stoffquellen und Stoffströme zu kennzeichnen oder Umsetzungsprozesse anzuzeigen. Von besonderer Bedeutung in der Umweltforschung sind stabile Isotope des Wasserstoffs (²H), des Kohlenstoffs (¹³C), des Stickstoffs (¹⁵N), des Sauerstoffs (¹⁸O) und des Schwefels (³⁴S).

Stängelminierer Insekt, das sich Fraßgänge in Pflanzenstängeln bohrt.

Stickstofffixierende Bakterien Unter Stickstofffixierung versteht man allgemein jegliche Umwandlung des chemisch inerten elementaren, molekularen Stickstoffs (N₂). Sie ist ein wichtiger Teil des Stickstoffkreislaufs. Mikroorganismen, die Stickstoff fixieren können (Stickstofffixierer), sind entweder freilebend oder leben in Symbiose mit Pflanzen.

Stoffwechselrate Energieumsatz pro Zeiteinheit, bezogen auf einen Organismus. Lässt sich kalorimetrisch mit der Energieabgabe eines Lebewesens bestimmen.

Stomatäre Leitfähigkeit Bezeichnung für den Öffnungsgrad der Stomata (in der Blattepidermis befindliche Spaltöffnungen) für die Leitung von CO₂ oder Wasserdampf. Je höher die Leitfähigkeit, desto mehr Wasser verdunstet, desto besser funktioniert die → Photosynthese und desto kühler ist die Oberfläche. Die stomatäre Leitfähigkeit wird durch das im Boden verfügbare Wasser, den Zustand der Wurzeln (Wasseraufnahme aus dem Boden) und den Zustand, der Vitalität, der Blätter beeinflusst.

Stratifikation Bezeichnet in der Ökologie die vertikale Schichtung eines Lebens-

raumes („Stockwerkbau“). Sie beschreibt die Schichten (Stratum) der Vegetation, welche im Wesentlichen durch die unterschiedlichen Wuchshöhen der Einzelpflanzen bestimmt werden. Die einzelnen Schichten werden von verschiedenen tierischen und pflanzlichen Lebensgemeinschaften (Stratozönosen) besiedelt.

Sukzession Zeitliche Abfolge von Lebensgemeinschaften innerhalb eines Lebensraums. Bei der primären Sukzession handelt es sich um die Erstbesiedlung eines neuen Lebensraumes, der z. B. durch Vulkanismus oder Bildung eines neuen Gewässers entstanden ist. Bei gleich bleibenden Klimafaktoren treten zunächst Pioniergesellschaften, anschließend Folgegesellschaften und letztendlich die so genannte Klimaxgesellschaft auf. Sekundäre Sukzession sind die Wiederherstellungsprozesse, nachdem die ursprünglichen Lebensgemeinschaften durch natürliche Faktoren, wie z. B. Feuer, Überschwemmungen, oder durch menschliche Eingriffe, wie Kahlschlag oder Brandrodung, zerstört sind.

Symbiose Das Zusammenleben zweier Lebewesen verschiedener Arten zu beiderseitigem Vorteil (Bsp. Ameise und Blattläuse).

Topoklima Klima bodennaher Luftschichten, das sich durch die unterschiedliche Vegetation und Geländestruktur herausbildet.

Traits, funktionelle Merkmale Morphologische, anatomische oder physiologische Eigenschaften von Organismen, die Prozesse der Veränderung widerspiegeln (bei Pflanzen z. B. Wachstumsrate, Samengröße, bei Tieren z. B. Körpergröße). Dadurch ist es möglich, sich vom Artbegriff zu lösen und Änderungen in der Artenzusammensetzung und damit einhergehend auch in der Biodiversität, direkt durch sich ändernde Arteigenschaften zu beschreiben.

Trockenstress Stress, der durch Wassermangel auf lebende Organismen und insbesondere auf Pflanzen hervorgerufen wird.

Trophieebene Auch „Trophieniveau“, beschreibt die Stellung von Lebewesen im Nahrungsnetz (Nahrungskette). So lassen sich Ökosysteme und ihre Biozönosen in

Glossar

Trophieebenen unterteilen. Eine Trophieebene umfasst alle Organismen (bzw. Arten) mit gleicher Position in der Nahrungskette. Je nach Komplexität umfassen Ökosysteme unterschiedlich viele Trophieebenen, aber nicht unbegrenzt viele.

Trophisch Die Ernährung bzw. die Nahrung betreffend.

Umweltindikator Methodisches Konstrukt, das auf messbare Ersatzgrößen zurückgreift, um einen ansonsten schwer greifbaren Umweltsachverhalt zu beschreiben. Im Naturschutz werden Umweltindikatoren beispielsweise eingesetzt, um den ökologischen Zustand, die ökologische Entwicklung oder mögliche Entwicklungspotenziale eines Gebietes zu erfassen.

Validierung einer Methode Nachweis über die Einsatzzeichnung dieser analytischen Methode.

Verinselung Begriff der Landschaftsökologie

für die Zerteilung eines ursprünglich geschlossenen Lebensraums in mehrere Untereinheiten. Die Verinselung kann durch natürliche Klimaschwankungen (Klimaänderungen), vor allem aber durch landschaftsverändernde Eingriffe des Menschen geschehen (Kulturlandschaft).

Wirt Organismus, der einen als Gast bezeichneten artfremden Organismus mit Ressourcen versorgt.

Wurzelherbivorie Fraß an Pflanzenwurzeln durch verschiedene Bodenlebewesen, z. B. Käferlarven.

Xylobiont Das Holz bewohnend, im Holz lebend oder Holzbewohner.

Zeigerarten/-organismus Tier- oder Pflanzenart mit enger Bindung an bestimmte Umweltfaktoren. Zeigerarten können als Indikatorarten für diese ökologischen Bedingungen verwendet werden.

Zönosen Gruppe verschiedener Arten, die gemeinsam in einem Gebiet vorkommen und zumindest teilweise miteinander in Beziehung stehen.

Impressum

Biodiversitäts-Exploratorien

BEO - Biodiversity Exploratories Office

Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung
Senckenberganlage 25
60325 Frankfurt

beo@senckenberg.de
www.biodiversity-exploratories.de



Gefördert durch die
Deutsche Forschungsgemeinschaft

Projektsprecher:
Prof. Dr. Markus Fischer

Texte:
Autoren der Publikationen

Textüberarbeitung:
Biodiversity Exploratory Office (BEO)
Local Management Teams (LMT)
Zentrales Datenmanagement

Korrektorat/Lektorat:
Marlen Guld

Gestaltung:
Bureau Mitte, Frankfurt

Druck:
Print Simply GmbH, Frankfurt

April 2019

