

Treffpunkt Biologische Vielfalt XXII

Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen
des Übereinkommens über die biologische Vielfalt

Ute Feit und Jutta Stadler (Hrsg.)

BfN-Schriften

744

2025





Bundesamt für
Naturschutz

Treffpunkt Biologische Vielfalt XXII

**Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen
des Übereinkommens über die biologische Vielfalt**

Ute Feit und Jutta Stadler (Hrsg.)

Impressum

Titelbild: links oben: Wiesenpieper (*Anthus pratensis*) (C. Unger)
links unten: *Chaenotheca ferruginea* (T. Heidelk)
rechts oben: Auenlandschaft (R. Braitsch)
rechts unten: *Orthotrichum pulchellum* (T. Heidelk)

Adressen der Herausgeberinnen:

Ute Feit Bundesamt für Naturschutz
Standort Insel Vilm
18581 Putbus
E-Mail: ute.feit@bfm.de

Jutta Stadler Bundesamt für Naturschutz
Standort Insel Vilm
18581 Putbus
E-Mail: jutta.stadler@bfm.de

Fachbetreuung im BfN:

Ute Feit u. Jutta Stadler Fachgebiet I 2.1 „Internationale Naturschutzakademie und Veranstaltungsmanagement“

Layout:

Bettina Ohnesorge

Förderhinweis:

Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (FKZ: 3522890100).

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturdatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de).

BfN-Schriften sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine pdf-Version dieser Ausgabe kann unter www.bfn.de/publikationen heruntergeladen werden.

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
URL: www.bfn.de

Der institutionelle Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des institutionellen Herausgebers übereinstimmen.



Diese Schriftenreihe wird unter den Bedingungen der Creative Commons Lizenz Namensnennung – keine Bearbeitung 4.0 International (CC BY - ND 4.0) zur Verfügung gestellt (creativecommons.org/licenses).

Druck: Druckerei des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)

Gedruckt auf 100% Altpapier

ISBN 978-3-89624-508-3

DOI 10.19217/skr744

Bonn 2025

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	6
Abstract.....	7
Ausschnitt aus der Forschungsförderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Bereich Biodiversität	
Sandra Rajmis	10
1 Diversität, Ökosystemleistungen	13
Räumliche und zeitliche Muster von Biodiversität und linguistischer Diversität	
Markus Reichert	14
Kulturelle Ökosystemleistungen des Bodens in Deutschland: Eine systematische Lite- raturanalyse der Forschungslücke und deren Bedeutung für die Bodenbiodiversität	
Marlene Oberreich, Bastian Steinhoff-Knopp, Benjamin Burkhard und Janina Kleemann	19
2 Monitoring, Fernerkundung, KI	25
Monitoring von Ausgleichsflächen mittels Drohnen und Künstlicher Intelligenz – eine Chance für die Artenvielfalt?	
Katharina Badot	26
Anwendung von Fernerkundungsdaten zur Identifikation von Biotoptypen und technischen Parametern als Beitrag zur Untersuchung der Naturverträglichkeit bodenmontierter Photovoltaikanlagen in Deutschland	
Elisabeth Köhler	30
Entwicklung eines modularen Bird- und BatRecorders (BBR 2.0) für den vogel- und fledermausfreundlichen Betrieb von Windenergieanlagen	
Nico Klar	34
3 Biodiversität der Wälder.....	39
Die 3 Billion Trees Planting Pledge als naturbasierte Lösung aus der Perspektive der Biodiversität	
Deira Linke	40
Artenschutz im Wirtschaftswald – Flechten und Moose entlang der deutsch- polnischen Grenze	
Tim Heidelk	45
Einfluss der Baumkronen, der Umwelt und der Pilzdiversität auf die Zersetzung von Totholz	
Maximilian Stein	49
4 Biodiversität der Meere und Küsten, Hohe See, Digitale Sequenzinformation (DSI), invasive Gebietsfremde Arten (IAS)	53
Zugang zu genetischen Ressourcen und deren Nutzung unter besonderer Berücksichtigung digitaler Sequenzinformationen (DSI)	
Şulenur Junglas	54

Digitale Sequenzinformationen unter dem (neuen) UN-Hochseeabkommen Gizem Demir	58
KoMoDo – Abschätzung Kormoran-induzierter Mortalität beim Westdorsch Katja Mehrwald, Tyrell DeWeber und Uwe Krumme	60
One Health: Parasiten und Schadstoffe in invasiven Buckellachsen (<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>) in Norwegen und deren Folgen für Mensch und Umwelt Nicole Ellen Wells	63
5 Taxonomie	67
Kleine Krabbler, große Rätsel: Eine Reise in die Welt der Tiefsee-Taxonomie Dennis Klüh	68
Biodiversitätsentdeckung mit Fokus auf parasitoide Wespen Tobias Salden	72
6 Wiederherstellung.....	75
Die Rolle der Wälder in der europäischen Umweltpolitik: Storylines und Diskurskoalitionen im Kontext des EU-Renaturierungsgesetzes Simon Fleckenstein, Simon Schaub und Metodi Sotirov	76
Optimierung von Hochmoorrenaturierung und Monitoring in der Praxis: Ökosystemleistungen, Monitoring und Wissenstransfer (Projekt OptiMuM) Maria Kunle	79
Flussauen im Fokus: Herausforderungen und Chancen der Renaturierung Sophia Schmid	83
7 Biodiversität der Agrarlandschaften und nachhaltige Landnutzung	87
Grünland im Wandel - Stärkung der Ökosystemleistungen durch Co-Kreation eines integrierten Wassermanagements Jule Froehlich und Anne-Marie Walczuch	88
Über den Einfluss extensiver Ganzjahresbeweidung auf Wiesenbrüter: Auswertung 15 Jahre Projektgebiet „Teichwiesen bei Stressenhausen“ Carla Bömeke und Christoph Unger	94
BioDivMilch ^{plus} - Mehr Artenvielfalt im Grünland und weitere Umweltleistungen durch kraftfutterarme, grasbasierte Milcherzeugung Maria Wild	99
Bio4Act – Biogene Aktivkohlen und Plattformchemikalien aus Restbiomassen zur Implementierung einer zirkulären Bioökonomie Antonia Deutscher	103
„Schutzhochzwei“ - Optimierung der Nützlingsförderung in Schutzgebieten zur Stärkung des biologischen Pflanzenschutzes Anne Loreth und Annette Herz	107
Bedeutung brachliegender landwirtschaftlicher Flächen für die endemische Flora auf La Palma und mögliche Auswirkungen einer Rekultivierung Anna Handte-Reinecker	110

Floristische Diversität in Agrarlandschaften: Innere und äußere Felldränder Ines Heyer	113
8 Artenschutz und Gebietsschutz	117
Haben Rotmilane Heimweh? – Die (Nicht-)Ausbreitung juveniler Rotmilane Karen Paschke	118
Untersuchungen zur Auswirkung von grenzübergreifendem Naturschutz im Zarafshan Tal zwischen Usbekistan und Tajikistan Ronja Braitsch	121
9 Pädagogik	125
Wirkungsketten verstehen – Oder, warum die Kuh den Jaguar ‚frisst‘. Ökologische Systemkompetenz in Klasse 10 entwickeln. Franziska Enderweit	126
Teilnahmeliste	130
Tagungsprogramm	132

Zusammenfassung

Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) führt seit 2000 jährlich an der Internationalen Naturschutzakademie Insel Vilm die Tagung „Aktuelle Biodiversitätsforschung - Eine interdisziplinäre Tagung für Nachwuchswissenschaftler*innen zur Umsetzung des Übereinkommens über die biologische Vielfalt“ durch.

Die Tagungsreihe dient dazu, das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (Convention on biological diversity, CBD) mit seinen drei Zielen

- Erhaltung der biologischen Vielfalt
- nachhaltige Nutzung ihrer Bestandteile sowie
- gerechte Aufteilung der Vorteile bei der Nutzung genetischer Ressourcen

bekannter zu machen, einen aktuellen Überblick über laufende Forschungsarbeiten zur Umsetzung der CBD zu erhalten und eine Vernetzung von beteiligten Wissenschaftler*innen zu unterstützen.

Vom 09.–13. September 2024 fand wieder eine Tagung statt, auf der 35 Studierende und junge Forschende ihre Bachelor-, Master- oder Doktorarbeiten mit Bezug zur CBD vorgestellt haben. Die Themen reichten von Tiefsee-Organismen über nachhaltige Landnutzung bis hin zum Einsatz von Drohnen und Künstlicher Intelligenz im Naturschutz. Alle Arbeiten dienen entweder der Grundlagenforschung oder unterstützen die praktische Umsetzung der Ziele des Übereinkommens über die biologische Vielfalt. Unter den vorgestellten Arbeiten befinden sich u.a. auch Forschungsprojekte, die vom BfN mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) unterstützt werden.

Die Kurzzusammenfassungen der Vorträge sind in diesem Band veröffentlicht, damit sie interessierten Akteur*innen aus Wissenschaft, Politik, Verwaltung und Verbänden zur Verfügung stehen. Dies fördert den wissenschaftlichen Austausch und gibt Entscheidungsträger*innen in Behörden und der Praxis weitere Informationen zu den vorgestellten Projekten. Denn nur wenn Forschende aller Fachrichtungen und Anwender*innen zusammenarbeiten, können die Ziele des Übereinkommens erreicht werden.

Abstract

Since 2000, the German Federal Agency for Nature Conservation (BfN) has organised the annual conference 'Current Biodiversity Research - An Interdisciplinary Conference for Young Scientists on the Implementation of the Convention on Biological Diversity' at the International Academy for Nature Conservation, Island of Vilm.

The conference series aims to promote the Convention on Biological Diversity (CBD) with its three objectives

- conservation of biological diversity
- sustainable use of its components and
- fair and equitable sharing of the benefits arising out of the utilisation of genetic resources

and to gain an up-to-date overview of current research work on the implementation of the CBD and to support networking between the scientists involved.

From 9-13 September 2024, another conference was held at which 35 students and young researchers presented their bachelor's, master's or doctoral theses related to the CBD. The topics ranged from deep-sea organisms and sustainable land use to the use of drones and artificial intelligence in nature conservation. All of the work is either basic research or supports the practical implementation of the objectives of the Convention on Biological Diversity. The work presented includes research projects supported by the BfN with funding from the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV).

The short summaries of the presentations are published in this volume so that they are available to interested stakeholders from science, policy, administration and associations. This promotes scientific exchange and provides decision-makers and practice with further information on the projects presented. After all, the objectives of the Convention can only be achieved if researchers from all disciplines and practitioners work together.



Foto: T. Göttert, BfN

Ausschnitt aus der Forschungsförderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Bereich Biodiversität

Sandra Rajmis

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat seine Dienstsitze in Berlin und Bonn. Als Projektträger für das Referat „Neue Methoden in den Lebenswissenschaften, Biotechnologie und Wirkstoffforschung“ unterstützt die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (VDI/VDE-IT) das BMBF seit 2021 unter anderem in der Abwicklung der Forschungsförderung, der Analyse der durchgeführten Forschung und der fachlichen Beratung.

Ziel der BMBF-Forschungsförderung ist es insbesondere, für den Artenschutz relevante Technologien zu entwickeln, bestehende Wissenslücken über Systemzusammenhänge des Artenverlustes zu schließen und wirksame Handlungsoptionen und konkrete Entscheidungs- und Managementinstrumente für die Politik, Gesellschaft und Wirtschaft zu entwickeln. Für den Erfolg der Forschungsprojekte ist neben der Zusammenarbeit der Fachdisziplinen eine intensive Kooperation mit den Akteuren und Entscheidungsträgern ausschlaggebend. Die Internationalisierung von Wissenschaft und Forschung ist ein weiterer wichtiger Bestandteil der BMBF-Forschungsförderung (www.foerderinfo.bund.de/foerderinfo/de/beratung/faq/faq.html).

Die VDI/VDE-IT GmbH ist in ihrer Funktion als Projektträger beratende Vermittlerin zwischen dem BMBF und den Fördermittelnehmenden. Sie unterstützt das BMBF bei der Entwicklung und Durchführung von Förderrichtlinien und -programmen auf nationaler und internationaler Ebene. Mit ihrem Institut für Innovation und Technik betreibt die VDI/VDE-IT GmbH seit 2008 die Analyse, Forschung und Prognose technologischer und gesellschaftlicher Trends. In dem Unternehmen arbeiten über 1.000 Expertinnen und Experten aus den Natur-, Sozial-, Wirtschafts-, Ingenieurs-, Gesellschafts- und Rechtswissenschaften an sieben Standorten bundesweit (<https://vdi-vde-it.de>).

Ausgewählte BMBF-Fördermaßnahmen in der Biodiversitätsforschung

Wesentliches Element der nationalen BMBF-Forschungsförderung im Bereich Biodiversität ist seit 2019 die Forschungsinitiative zum Erhalt der Artenvielfalt (FEa). Die Forschungsinitiative soll neue Erkenntnisse über den Umfang und die Ursachen des Verlustes von biologischer Vielfalt in Deutschland liefern, um effektive Gegenmaßnahmen entwickeln zu können. Für die Umsetzung der Forschungsinitiative stellt das BMBF innerhalb von fünf Jahren bis zu 200 Millionen Euro bereit. Die Initiative wird von einem wissenschaftlichen Beirat begleitet (<https://www.feda.bio/de/feda/gremien/>). Der besondere Ansatz der Forschungsinitiative besteht darin, Lösungsvorschläge nicht nur aus wissenschaftlicher und ökologischer Sichtweise heraus zu erarbeiten, sondern soziale und ökonomische Perspektiven miteinzubeziehen. Deshalb richtet sich die Initiative auch an politische, zivilgesellschaftliche und wirtschaftliche Akteure wie z. B. Städte und Gemeinden, Verbände und Naturschutzorganisationen, interessierte Bürgerinnen und Bürger, Landwirtinnen und Landwirte sowie Unternehmen der Wirtschaft. Die zentrale Koordinationsstelle der FEa vernetzt und unterstützt die geförderten Projekte. Aktuell werden unter dem Dach der FEa Vorhaben in drei nationalen Förderrichtlinien gefördert und u. a. durch Fachveranstaltungen sowie Beratungen zum Datenmanagement und der Öffentlichkeitsarbeit vernetzt: In der Förderrichtlinie „BiodiWert“ werden Vorhaben gefördert, die sich mit der Entwicklung von innovativen Bewertungskonzepten, Governance-Strukturen und Maßnahmen befassen, um den Stellenwert von Biodiversität und

Ökosystemleistungen auf unternehmerischer und gesellschaftlicher Ebene zu steigern. „BiodivGesundheit“ fokussiert auf die Schaffung neuer Erkenntnisse bezüglich der Wirkzusammenhänge zwischen Biodiversität und menschlicher Gesundheit zur Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen, die diese fördern. Im Zentrum der Förderrichtlinie „BiodivKI“ stehen Projekte, die die Möglichkeiten der Künstlichen Intelligenz und Digitalisierung als Instrumente der Biodiversitätsforschung und zur Sicherung der biologischen Vielfalt näher untersuchen.

Das BMBF ist zudem in die Aktivitäten des Nationalen Monitoringzentrums zur Biodiversität (NMZB) involviert, das im Jahr 2021 mit dem Auf- und Ausbau des bundesweiten Biodiversitätsmonitorings begonnen hat. Neben der Bereitstellung von Informationen für die Öffentlichkeit steht bei der Arbeit des NMZB die Vernetzung von Fachleuten aus Forschung, Praxis und Verwaltung im Vordergrund. In den Steuerungs- und Fachgremien des NMZB sind u. a. Bundesministerien und -fachbehörden sowie Forschungseinrichtungen, Landesfachbehörden und Verbände vertreten.

Neben der Umsetzung der nationalen Ziele zur Erhaltung der Artenvielfalt leistet das BMBF mit seinen Fördermaßnahmen einen Beitrag zur Erreichung internationaler Ziele zur nachhaltigen Entwicklung, einschließlich der Agenda 2030 der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals – SDGs) und des Globalen Biodiversitätsrahmens von Kunming-Montreal zum Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD). Auf europäischer Ebene unterstützen die Maßnahmen die Umsetzung des European Green Deal der Europäischen Kommission und der EU-Biodiversitätsstrategie 2030. Die BMBF-Fördermaßnahmen leisten zudem einen komplementären Beitrag zum EU-Rahmenprogramm Horizont Europa „Cluster 6: Food, Bioeconomy, Natural Resources, Agriculture and Environment“.

Die Europäische Biodiversitätspartnerschaft, Biodiversa+ ist die Nachfolgerin des Fördernetzwerkes BiodivERsA und besteht seit dem 01.10.2021 unter Horizont Europa. Als internationales Forschungsprogramm bietet die Partnerschaft dem BMBF einen geeigneten Rahmen, um in einem Netzwerk von 83 Partnern aus 41 EU-Mitgliedstaaten und assoziierten Ländern gemeinsam zu fördern. Ihr wissenschaftlicher Fokus liegt auf der Erforschung der Wechselwirkungen zwischen menschlichen Gesellschaften, Ökosystemen und dem globalen Wandel. Aus Deutschland sind neben dem BMBF das BfN, die DFG sowie als Projektträger der DLR-PT und die VDI-VDE-IT an der Partnerschaft beteiligt. Über die gesamte geplante Laufzeit von sieben Jahren umfasst das Programm ein Budget in Höhe von 800 Mio. EUR, das mit 165 Mio. EUR von der EU-Kommission bezuschusst wird. Bisherige Themen im Rahmen der Calls unter Beteiligung des BMBF waren „Unterstützung des Schutzes der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme an Land und im Meer“ (BiodivProtect) und „Verbessertes länderübergreifendes Monitoring der biologischen Vielfalt und der Veränderungen in den Ökosystemen für Wissenschaft und Gesellschaft“ (BiodivMon). Aktuell ist der Call „Biodiversität und transformativer Wandel“ (BiodivTransform) geöffnet. Er zielt darauf ab, gesellschaftliche Transformationsprozesse zu unterstützen, die den Rückgang der biologischen Vielfalt aufhalten und umkehren.

Des Weiteren fördert das BMBF seit 2001 den Aufbau der „Global Biodiversity Information Facility“ (GBIF) in Deutschland. Das GBIF ist ein internationales Netzwerk und zugleich eine Dateninfrastruktur, die von den Regierungen der Welt finanziert wird und darauf abzielt, jedem und überall einen offenen Zugang zu Daten über alle Arten von Leben auf der Erde zu ermöglichen.

Weiterführende Links

BMBF (o.J.): Fachwebseite „Forschungsinitiative zum Erhalt der Artenvielfalt“. <https://www.feda.bio/de/>. (Letzter Zugriff: 07.04.2025)

Biodiversa+, die Europäische Biodiversitätspartnerschaft (o.J.): The European Biodiversity Partnership. <https://www.biodiversa.eu/>. (Letzter Zugriff: 07.04.2025)

GBIF (o.J.): Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org>. (Letzter Zugriff: 07.04.2025)

Kontakt

Dr. Sandra Rajmis

Wissenschaftliche Beraterin

Kommunikationssysteme, Mensch-Technik-Interaktion, Gesundheit

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

10623 Berlin

E-Mail: sandra.rajmis@vdivde-it.de

Internet: www.vdivde-it.de

1 Diversität, Ökosystemleistungen



Foto: M. Nabel, BfN

Räumliche und zeitliche Muster von Biodiversität und linguistischer Diversität

Markus Reichert

Hintergrund

Die globale Biodiversität ist infolge menschlichen Handelns stark gefährdet. Aufgrund der beobachteten Rückgänge wird inzwischen ein mögliches sechstes Massenaussterben von erdgeschichtlichem Ausmaß diskutiert (Cowie et al. 2022). Der globale Schutz der Biodiversität, entsprechend dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt (UN 1992) erfordert ein Verständnis der vorzufindenden Muster über die Grenzen der Taxa hinweg – trotz eigentlich unzureichender Datengrundlage (vgl. Boenigk und Wodniok 2014: 176–177). Mit meinem Promotionsprojekt schlage ich eine unkonventionelle Erweiterung der Perspektive vor, die ein viel allgemeineres Verständnis von Diversität ermöglichen soll: durch den Einbezug von linguistischer Diversität, d. h. der Vielfalt menschlicher Sprachen.

Die Verteilung von Biodiversität und linguistischer Diversität auf globaler Ebene zeigt überraschende Ähnlichkeiten: Sie ist jeweils erhöht in Äquatornähe, auf Inseln und in bestimmten Hotspot-Regionen (Gaston 2000, Gorenflo et al. 2012, Tershy et al. 2015, Bromham et al. 2024) – häufig sind Gebiete mit vielen menschlichen Sprachen auch solche mit vielen biologischen Arten. Ähnlich wie Biodiversität ist auch die linguistische Diversität infolge des globalen Wandels bedroht (Amano et al. 2014, Loh und Harmon 2014). Die Kopplung beider Systeme soll dabei auch neue Impulse für den Schutz von Diversität erbringen (vgl. LFB 2024).

Biodiversität und linguistische Diversität unterscheiden sich im Hinblick auf die Zeitskalen und Umstände ihrer Entwicklung. Dennoch folgen sie grundsätzlich ähnlichen evolutionären Vorbedingungen (“descent with modification”, Bromham 2017). Ein übergreifender theoretischer Rahmen ermöglicht die Suche nach gemeinsamen Erklärungen für räumliche Muster sowie den Austausch von Daten und Methoden über Fachgrenzen hinweg. Dies ist besonders interessant, da beide Disziplinen komplementär in der Beschreibung gegenwärtiger Diversität (besser in der Linguistik) und phylogenetischer Beziehungen (besser in der Biologie) sind.

Forschungsfragen

In meiner Dissertation untersuche ich systematisch die Muster von Biodiversität und linguistischer Diversität, um folgende Fragestellungen zu beantworten:

- **Wie sind die Schwerpunkte (Hotspots) von biologischer und linguistischer Diversität global verteilt?** Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede zeigen sich zwischen den biologischen Taxa (Wirbeltiere, Wirbellose, Pflanzen) und menschlichen Sprachen?
- **Inwiefern sind heute sichtbare Diversitätsmuster mit Umweltbedingungen erklärbar?** Welches Gewicht haben die einzelnen Umweltfaktoren auf die Diversität unterschiedlicher biologischer Taxa und menschlicher Sprachen?
- **Wie hat sich Diversität im Laufe der Zeit verändert?** Welche quantitativen Tendenzen zeigen biologische und linguistische Diversität? Bleiben räumliche Muster über die Zeit stabil?

Methodik

In meinem ersten Promotionskapitel berechne ich zunächst die Diversität unterschiedlicher biologischer Taxa (Wirbeltiere, Gefäßpflanzen, ausgewählte Wirbellose) und menschlicher Sprachen auf einem einheitlichen räumlichen Raster. Dazu verwende ich globale Daten aus verfügbaren Datenbanken und früheren Studien (u. a. Jenkins et al. 2013, Hammarström 2023,

IUCN 2024). Als Metrik ermittle ich die phylogenetische Diversität (Cardillo 2023), um die Diversität nicht näher verwandter Arten bzw. Sprachen stärker zu gewichten. Zu diesem Zweck beschaffe ich phylogenetische Stammbäume der betrachteten biologischen Taxa und menschlichen Sprachen. Aus diesen Daten entwickle ich erstmals eine Karte, welche die Schwerpunktregionen (Hotspots) einer Vielzahl biologischer Taxa denen menschlicher Sprachen gegenüberstellt. Anschließend setze ich die so berechneten heutigen Diversitäten in Bezug zu folgenden Umweltfaktoren (vgl. Hua et al. 2019, Muellner-Riehl et al. 2019, Cai et al. 2023):

- **Bioklimatische Faktoren:** Gegenwärtige Temperatur, Niederschläge etc.
- **Topographische Faktoren und räumliche Isolation:** Höhengradienten etc.
- **Proxys für Umweltgeschichte:** Temperaturstabilität, lithologische und bodenkundliche Diversität.
- **Anthropogene Faktoren:** Historische menschliche Bevölkerungsdichte und Landnutzungsdauer.

Für jede einzelne Diversität berechne ich das Gewicht zwischen den Umweltfaktoren, um ihren Einfluss je nach Taxon bzw. System zu vergleichen.

In meinem zweiten Promotionskapitel untersuche ich die zeitliche Entwicklung von Diversität. Zu diesem Zweck übertrage ich ein räumlich-explizites makroökologisches Modell (Hagen et al. 2021) auf beide Systeme. Es verwendet geographische Daten im Zeitverlauf und wird so konfiguriert, dass es die heutige Diversität möglichst gut nachbildet. Als Ergebnis dieser Studie gewinne ich evolutionäre Prozessparameter sowie modellierte Diversitätskarten in der Zeit.

Erste Ergebnisse und Ausblick

Erste Ergebnisse bestätigen die Ähnlichkeit der Diversitätsmuster für Säugetiere und menschliche Sprachen auf einem einheitlichen räumlichen Raster (Abb. 1), sowohl für ihre Anzahl (Richness) als auch für ihre phylogenetische Diversität. Bereits in grober räumlicher Auflösung werden jedoch auch markante Unterschiede in Zeitskalen und Hotspot-Regionen sichtbar. Es wird vermutet, dass sich diese auf unterschiedliche Einflussfaktoren und Entwicklungsdynamiken zurückführen lassen, die im weiteren Verlauf untersucht werden.

Ausgehend von früheren Einzelstudien (Biodiversität: Cai et al. 2023, Coelho et al. 2023, Kass et al. 2022, linguistische Diversität: Hua et al. 2019) erwarte ich einen hohen Einfluss klimatischer Faktoren, der das Gewicht topographischer Faktoren wahrscheinlich übersteigt. Festzustellen bleibt, ob letztere ein stärkeres Gewicht in weniger mobilen Taxa haben, wie biogeographisch anzunehmen (vgl. Schmitt 2020: 49). Für menschliche Sprachen sind zudem soziale Aspekte wesentlich (Thomason 2008). In Anlehnung an frühere Studien, die einen Zusammenhang zwischen sozialer Organisation und Produktionsweise mit linguistischer Diversität gefunden haben (Currie und Mace 2009, Derungs et al. 2018) vermute ich, dass historische Bevölkerungsdichte und Landnutzungsdauer einen Zusammenhang zu linguistischer Diversität zeigen.

Für biologische Taxa wird insbesondere diskutiert, inwieweit der Breitengradient der Diversität über die Zeit konstant ist (Mannion 2020). Mit dem zweiten Teil meiner Studie möchte ich diese Forschung um einen Modellierungsansatz ergänzen. Die Diversität von Sprachen im Zeitverlauf wurde hingegen bislang nur aufgrund qualitativer Überlegungen skizziert (Renfrew 1994, Evans 2022: 15–17). Die Ergebnisse meines Promotionsprojekts sollen dazu erstmals quantitative Erkenntnisse liefern.

Aus meiner Studie will ich schließlich Handlungsempfehlungen für den globalen Schutz der Biodiversität im Sinne des Übereinkommens über die biologische Vielfalt ableiten (UN 1992; Jenkins et al. 2023). Linguistische Diversität ergänzt diesen Ansatz um eine zusätzliche Forschungsperspektive und ein weiteres Ziel. Die integrierte Betrachtung beider Systeme soll zu einem mechanistischeren Verständnis von Diversität beitragen, wie fachübergreifend angestrebt (Gavin et al. 2013, Urban et al. 2019, vgl. LFB 2024).

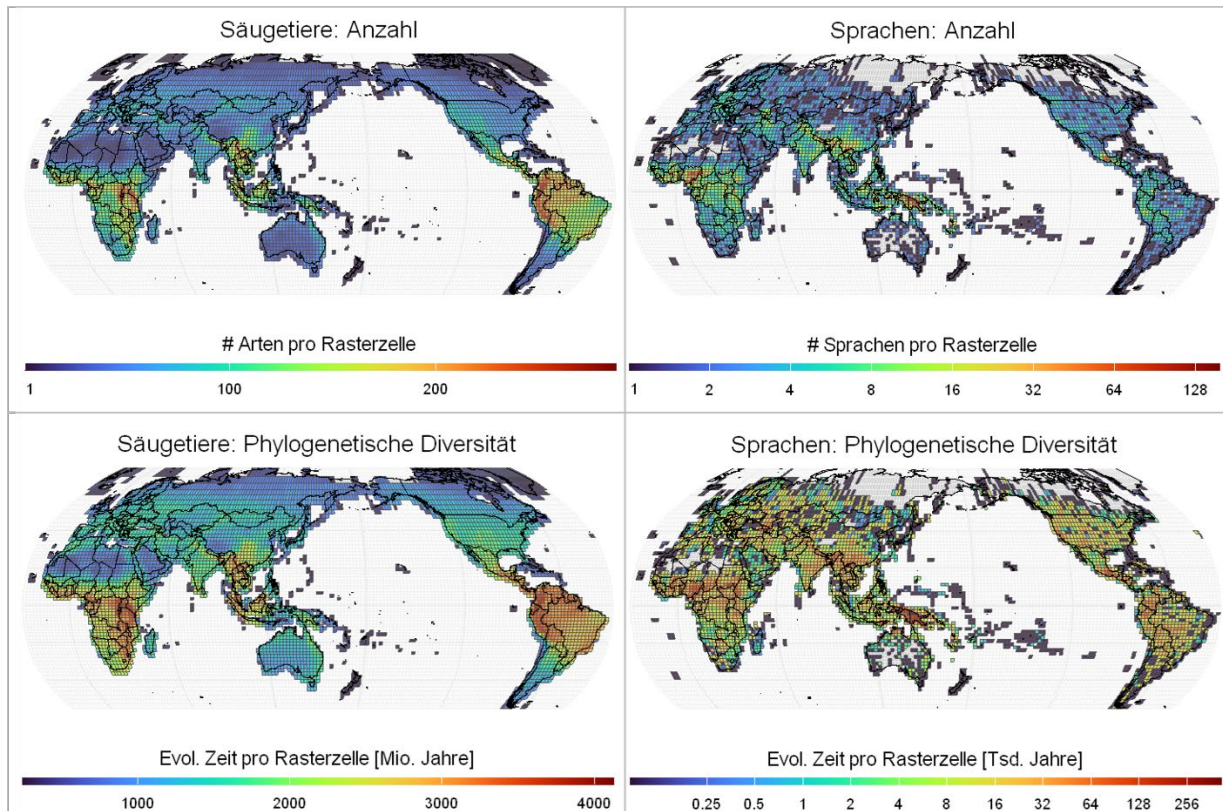


Abb. 1: Globale Diversität von Säugetieren und menschlichen Sprachen, gemessen als Richness (oben) und phylogenetische Diversität (unten). Es zeigt sich eine grundsätzliche Ähnlichkeit der Muster und ein Breitengradient (äquatorwärts höhere Diversität) – die erst dann sichtbar werden, wenn die Metriken linguistischer Diversität wie hier logarithmisch skaliert werden. Markante Unterschiede bestehen zwischen den Hotspot-Regionen von Säugetierdiversität (Ostafrika, westliches Indonesien, Nord-Anden) und linguistischer Diversität (Westafrika, Neuguinea, Mittelamerika, Kaukasus). (Quelle: Eigene Abbildung mit Daten von C. Jenkins (ursprünglich IUCN 2018); NASA 2020; Bouckaert et al. 2022; Hammarström et al. 2023; Li 2023)

Literaturverzeichnis

- Amano, T., Sandel, B., Eager, H., Bulteau, E., Svenning, J.-C., Dalsgaard, B., Rahbek, C., Davies, R. G., & Sutherland, W. J. (2014): Global distribution and drivers of language extinction risk. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281(1793): 20141574.
- Boenigk, J., & Wodniok, S. (2014): *Biodiversität und Erdgeschichte*. 1. Auflage. Springer Spektrum. Berlin, Heidelberg: 401 S.
- Bouckaert, R., Redding, D., Sheehan, O., Kyritsis, T., Gray, R., Jones, K. E., & Atkinson, Q. (2022): Global language diversification is linked to socio-ecology and threat status. Preprint: <https://doi.org/10.31235/osf.io/f8tr6>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)

- Bromham, L. (2017): Curiously the same: swapping tools between linguistics and evolutionary biology. *Biology & Philosophy* 32: 855–886.
- Bromham, L., Yaxley, K. J., & Cardillo, M. (2024): Islands are engines of language diversity. *Nature Ecology & Evolution* 8: 1991–2002.
- Cai, L., Kreft, H., Taylor, A., Denelle, P., Schrader, J., Essl, F., van Kleunen, M., Pergl, J., Pyšek, P., & Stein, A. (2023): Global models and predictions of plant diversity based on advanced machine learning techniques. *New Phytologist* 237(4): 1432–1445.
- Cardillo, M. (2023): Phylogenetic diversity in conservation: A brief history, critical overview, and challenges to progress. *Cambridge Prisms: Extinction* 1: e11.
- Coelho, M. T. P., Barreto, E., Rangel, T. F., Diniz Filho, J. A. F., Wüest, R. O., Bach, W., Skeels, A., McFadden, I. R., Roberts, D. W., & Pellissier, L. (2023): The geography of climate and the global patterns of species diversity. *Nature* 622(7983): 537–544.
- Cowie, R. H., Bouchet, P., & Fontaine, B. (2022): The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biological Reviews* 97(2): 640–663.
- Currie, T. E., & Mace, R. (2009): Political complexity predicts the spread of ethnolinguistic groups. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(18): 7339–7344.
- Derungs, C., Köhl, M., Weibel, R., & Bickel, B. (2018): Environmental factors drive language density more in food-producing than in hunter–gatherer populations. *Proceedings of the Royal Society B* 285(1885): 20172851.
- Evans, N. (2022). *Words of wonder: endangered languages and what they tell us*. 2. Auflage. John Wiley & Sons Ltd. Hoboken: 297 pp.
- Gaston, K. J. (2000). Global patterns in biodiversity. *Nature* 405(6783): 220–227.
- Gavin, M. C., Botero, C. A., Bowern, C., Colwell, R. K., Dunn, M., Dunn, R. R., Gray, R. D., Kirby, K. R., McCarter, J., Powell, A., Rangel, T. F., Stepp, J. R., Trautwein, M., Verdolin, J. L., & Yanega, G. (2013): Toward a Mechanistic Understanding of Linguistic Diversity. *BioScience* 63(7): 524–535.
- Gorenflo, L. J., Romaine, S., Mittermeier, R. A., & Walker-Painemilla, K. (2012): Co-occurrence of linguistic and biological diversity in biodiversity hotspots and high biodiversity wilderness areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(21): 8032–8037.
- Hagen, O., Flück, B., Fopp, F., Cabral, J. S., Hartig, F., Pontarp, M., Rangel, T. F., & Pellissier, L. (2021): gen3sis: A general engine for eco-evolutionary simulations of the processes that shape Earth’s biodiversity. *PLoS Biology* 19(7): e3001340.
- Hammarström, H., Forkel, R., Haspelmath, M., & Bank, S. (2023): Glottolog database (v4.8). Zenodo. <https://zenodo.org/records/8131084>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)
- Hua, X., Greenhill, S. J., Cardillo, M., Schneemann, H., & Bromham, L. (2019): The ecological drivers of variation in global language diversity. *Nature Communications* 10(1): 2047.
- IUCN (verschiedene Jahre): The IUCN Red List of Threatened Species. <https://iucnredlist.org/resources/spatial-data-download>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)
- Jenkins, C. N., Pimm, S. L., & Joppa, L. N. (2013): Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(28): E2602–E2610.
- Kass, J. M., Guénard, B., Dudley, K. L., Jenkins, C. N., Azuma, F., Fisher, B. L., ... & Economo, E. P. (2022): The global distribution of known and undiscovered ant biodiversity. *Science advances* 8(31): eabp9908.
- LFB (Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität) (2024): 10 Must-Knows aus der Biodiversitätsforschung 2024. <https://leibniz-biodiversitaet.de/mainnavigation/aktuelles/10-must-knows-aus-der-biodiversitaetsforschung-3>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)

- Li, D. (2023): rtrees: an R package to assemble phylogenetic trees from megatrees. *Ecography* 2023(7): e06643.
- Loh, J., & Harmon, D. (2014): *Biocultural diversity: threatened species, endangered languages*. WWF Netherlands. Zeist: 60 pp.
- Mannion, P. D. (2020): A deep-time perspective on the latitudinal diversity gradient. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(30): 17479-17481.
- Muellner-Riehl, A. N., Schnitzler, J., Kissling, W. D., Mosbrugger, V., Rijdsdijk, K. F., Seijmonsbergen, A. C., Versteegh, H., & Favre, A. (2019): Origins of global mountain plant biodiversity: Testing the 'mountain-geobiodiversity hypothesis.' *Journal of Biogeography* 46(12): 2826–2838.
- NASA (2020): Gridded Population of the World (GPW), v4. <https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/gpw-v4>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)
- Renfrew, C. (1994): World Linguistic Diversity. *Scientific American* 270(1): 116–123.
- Schmitt, T. (2020): *Molekulare Biogeographie: Gene in Raum und Zeit*. 1. Auflage. utb GmbH. Stuttgart: 504 S.
- Tershy, B. R., Shen, K.-W., Newton, K. M., Holmes, N. D., & Croll, D. A. (2015): The Importance of Islands for the Protection of Biological and Linguistic Diversity. *BioScience* 65(6): 592–597.
- Thomason, S. (2008): Social and linguistic factors as predictors of contact-induced change. *Journal of Language Contact* 2(1): 42–56.
- UN (United Nations) (1992): *Convention on Biological Diversity: text and annexes / Secretariat of the Convention on Biological Diversity*. <https://cbd.int/convention/text/>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)
- Urban, M. C. (2019). Projecting biological impacts from climate change like a climate scientist. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 10(4): e585.

Förderhinweis

Dieses Promotionsvorhaben wird gefördert durch ein Stipendium der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (AZ 200024/017).

Kontakt

Markus Reichert

Universität Potsdam, AG Vegetationsökologie und Naturschutz
14471 Potsdam
E-Mail: reichert@uni-potsdam.de

Kulturelle Ökosystemleistungen des Bodens in Deutschland: Eine systematische Literaturanalyse der Forschungslücke und deren Bedeutung für die Bodenbiodiversität

Marlene Oberreich, Bastian Steinhoff-Knopp, Benjamin Burkhard und Janina Kleemann

Einleitung und wissenschaftlicher Kontext

Böden spielen eine zentrale Rolle in der Bereitstellung von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere, der Filtration und Regulierung von Wasser sowie der Nährstoffspeicherung und -bereitstellung, beispielsweise für die Nahrungsmittelproduktion (European Commission 2006). Sie tragen maßgeblich zu zentralen ökosystemaren Prozessen bei, die wiederum wichtige Ökosystemleistungen (ÖSL) für das menschliche Wohl bereitstellen (Hooper et al. 2005, Bardgett und van der Putten 2014, Creamer et al. 2016, European Union 2002). Dabei beeinflussen biotische und abiotische Bodenkomponenten, deren Interaktion sowie menschliche Eingriffe die Bodenqualität und damit die Bereitstellung von essenziellen ÖSL (Garland et al. 2021, Keesstra et al. 2016). Trotz dieser fundamentalen Bedeutung werden Böden in ÖSL-Bewertungen oft nicht ausreichend berücksichtigt (Bender und van der Heijden 2015). Die Konzepte der Bodenqualität und Bodenfunktionen verdeutlichen die Bedeutung der Bodenbiodiversität (BB) bei der Bereitstellung von ÖSL (Paul et al. 2021). Bisherige Studien haben sich vorwiegend auf die landwirtschaftliche Produktion als Beispiel für bodenbezogene ÖSL konzentriert (Palomo et al. 2016, Smith et al. 2015, Adhikari und Hartemink 2016). Allerdings fehlen noch umfassende Erkenntnisse über die genauen Wechselwirkungen entlang der ÖSL-Kaskade (Potschin und Haines-Young 2011) – der kausalen Kette von der Bodenbiodiversität über die Ökosystemfunktionen bis hin zur Bereitstellung spezifischer ÖSL (Comerford et al. 2013, Pascual et al. 2015, siehe Abb. 1). Während versorgende und regulierende ÖSL in bodenbezogenen Studien oft im Vordergrund stehen, werden kulturelle ÖSL, die für das geistige, ästhetische, pädagogische und erholungsbezogene Wohlbefinden der Menschen wichtig sind, häufig vernachlässigt (Adhikari & Hartemink 2016). Diese kulturellen ÖSL sind im Vergleich zu den eher materiellen Leistungen weniger greifbar und daher in der Regel schwerer quantifizierbar (Jones et al. 2022). Besonders schwierig gestaltet sich die Erforschung direkter kausaler Zusammenhänge zwischen der BB und kulturellen ÖSL, wie zum Beispiel der Einfluss von biotischen Bodeneigenschaften auf die Landschaftsästhetik. Obwohl kulturelle ÖSL im Vergleich zu Versorgungs- und regulierenden ÖSL als weniger bedeutsam für das menschliche Überleben betrachtet werden können tragen sie doch wesentlich zum menschlichen Wohlergehen bei und reflektieren die Verbindung zwischen Mensch und Natur (Adhikari & Hartemink 2016 nach Bouma und McBratney 2013). Aber auch die wachsende Notwendigkeit hinsichtlich einer holistischen Betrachtung des Bodens und seiner ÖSL durch Politik und Entscheidungsfindung sowie deren gesellschaftliche Bedeutung zur Erreichung der UN-Nachhaltigkeitsziele (Adhikari & Hartemink 2016 nach Bouma 2015) können zu einer zukünftig zunehmenden Relevanz kultureller bodenbezogener Ökosystemleistungen beitragen (Adhikari & Hartemink 2016). Die gesellschaftliche und politische Wertschätzung bodenbezogener ÖSL ist bislang gering, was dazu führt, dass bodenbezogene ÖSL (und ihr Schutz) in entsprechenden Diskussionen nicht ausreichend berücksichtigt werden, was wiederum die Risiken von Bodendegradation, -versiegelung und -verschmutzung erhöht. Diese Bedrohungen können nicht nur zu einem Rückgang der ÖSL führen, sondern auch in sogenannte "Disservices" (negative Auswirkungen oder unerwünschte Effekte, die Ökosysteme auf das menschliche Wohlergehen haben können) umschlagen, wie beispielsweise durch den Boden übertragbare Krankheiten oder Erdrutsche

(Silver et al 2021, Jourdan et al. 2018, Wall et al. 2015). Daher ist es dringend erforderlich, das bestehende Wissen zu synthetisieren, um das Bewusstsein für diese Risiken zu schärfen und Maßnahmen zum Schutz der Böden zu entwickeln. Insbesondere die Verbindung zwischen Böden, BB und der Bereitstellung kultureller ÖSL ist bislang noch nicht hinreichend untersucht (Adhikari & Hartemink 2016). Die vorliegende Studie zeigt dies anhand des Beispiels Deutschlands.

Material und Methodik

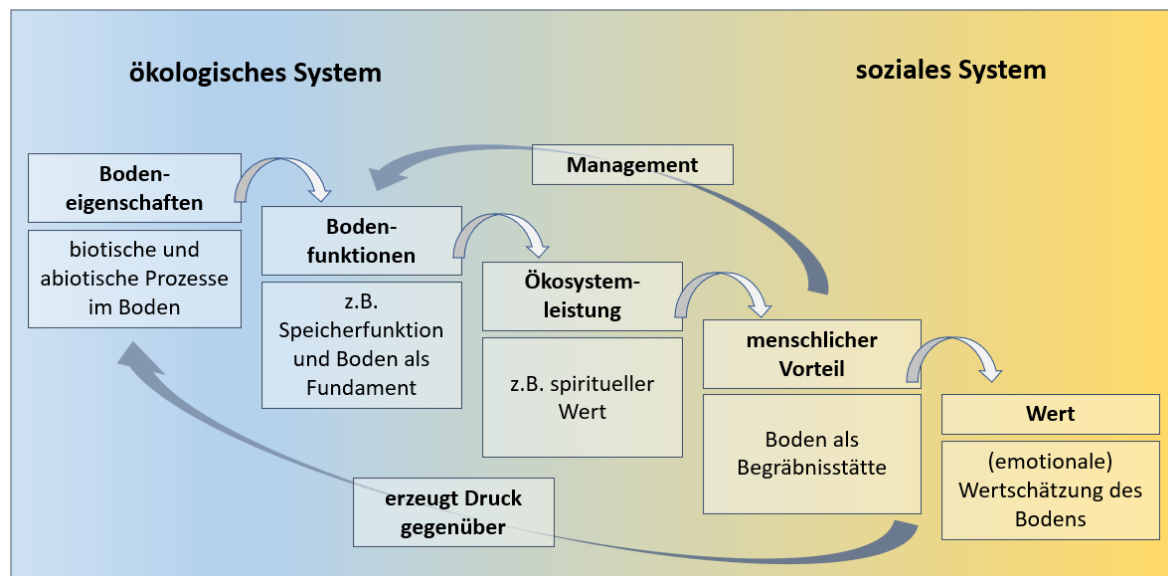


Abb. 1: Die Ökosystemleistungskaskade am Beispiel der kulturbezogenen Ökosystemleistungen des Bodens (abgewandelt nach Oberreich et al. 2024: 3)

Diese Studie basiert auf einer systematischen Literaturanalyse, die darauf abzielte, einen umfassenden Überblick über die verfügbare wissenschaftliche Literatur zum Thema bodenbezogene kulturelle ÖSL und BB in Deutschland zu geben. Bodenbezogene ÖSL fasst alle ÖSL zusammen, deren Bereitstellung direkt von Bodeneigenschaften abhängen. Die Auswahl der themenbezogenen Suchbegriffe basierte auf Diskussionen unter Experten*innen im Rahmen des Faktencheck Artenvielfalt (Wirth et al. 2024). Ziel war es, sicherzustellen, dass die Suchbegriffe auch ÖSL aus anderen ÖSL-Kategorien (über kulturelle ÖSL hinaus z. B. Wasserretention, Erosionskontrolle) abdeckten, um auch die Literatur zu überprüfen, in der kulturelle ÖSL indirekt erwähnt worden sein könnten (für mehr Details siehe Anhang in Oberreich et al. 2024). Die Analyse diente dem Zweck, den Inhalt zu bewerten und zu synthetisieren, um evidenzbasierte Ergebnisse zu liefern, potenzielle Forschungslücken zu identifizieren und durch den systematischen Ansatz Verzerrungen zu minimieren. Verzerrungen meinen in diesem Fall systematische Fehler, die zu einer einseitigen Darstellung der Forschungslage führen können, indem beispielsweise bestimmte Studien aufgrund uneinheitlicher Auswahlkriterien nicht ausreichend oder mit übermäßiger Wichtung behandelt werden. Der systematische Ansatz ermöglicht die Überprüfung der Konsistenz von Studienergebnissen und die Bewertung von Abweichungen anhand vordefinierter Kriterien, die durch Hypothesen identifiziert wurden. Die Analyse legt Wert auf Reproduzierbarkeit, indem sie ein systematisches Verfahren zur schrittweisen Ein- oder Ausschließung von Literatur auf Basis definierter Merkmale anwendet und gewährleistet damit einen Qualitätsstandard für die verwendeten Texte (Booth et al. 2012).

Für die Literatursuche wurde die Web of Science (WoS)-Plattform genutzt, die den Zugang zu wissenschaftlichen, begutachteten Inhalten garantierte (Birkle et al. 2020). Nach der Auswahl der Texte wurde für die Analyse die Software MAXQDA (Version 22.8.0) verwendet. Dabei wurden Codes induktiv und deduktiv entwickelt, um spezifische Begriffe und Kategorien zu definieren, die der systematischen Erfassung, Strukturierung und Analyse der Textinhalte dienen. Diese Codes ermöglichen eine konsistente Identifikation und Dokumentation von Themen und Mustern, um die gewonnenen Daten vergleichbar zu machen (Miles et al. 2014).

Ergebnisse & Diskussion

Von insgesamt 2104 potenziellen Dokumenten wurden 28 geeignete Publikationen anhand der Auswahlkriterien (für mehr Details siehe Oberreich et al. 2024) identifiziert. Der Inhalt der Artikel wurde anschließend kodiert und analysiert. Die Ergebnisse zeigten, dass die Darstellung aktiver Forschung zu kulturellen ÖSL in Bezug auf BB noch weitgehend fehlt. Es besteht eine große Forschungslücke bei der Untersuchung direkter kausaler Zusammenhänge zwischen Bodenorganismen, ihrem Beitrag zu den Bodenfunktionen und schließlich ihrem Beitrag zur Bereitstellung von kulturellen ÖSL. Daher unterstreicht diese Studie die dringende Notwendigkeit, die BB und die Prozesse von und zwischen den Bodenkomponenten besser zu verknüpfen und bei ÖSL-Bewertungen zu berücksichtigen (Oberreich et al. 2024). Bei der Entwicklung künftiger Bodenschutzmaßnahmen ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Erkenntnisse der Bodenwissenschaften bei Management- und politischen Entscheidungen umfassend berücksichtigt und einbezogen werden, was zunehmend anerkannt wird, insbesondere im Hinblick auf die Erhaltung der Bodenbiodiversität, die bislang in globalen Naturschutzmaßnahmen vernachlässigt wurde. Nationale Bewertungen von Bodenbiodiversität, wie sie im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt gefordert werden, könnten spezifische Handlungsempfehlungen und Governance-Optionen bieten, die wissenschaftlich fundierte und nachhaltige Bodenschutzstrategien unterstützen (Guerra et al. 2024 nach Cameron et al. 2019, Eisenhauer und Guerra 2019, Zeiss et al. 2022). Zudem wird betont, dass Schutzgebiete verstärkt auf die Erhaltung spezifischer Bodenorganismen ausgerichtet werden sollten, um so das Bewusstsein für die Bedeutung der Bodenbiodiversität zu fördern und eine nachhaltige Bodennutzung zu ermöglichen (Guerra et al. 2024 nach Lausch et al. 2015). Dabei können Governance-Ansätze, die auf wissenschaftlichen Daten basieren und verschiedene Interessengruppen einbeziehen, helfen, die Vielfalt und Funktionalität von Böden zu erhalten und eine größere Akzeptanz für Bodenschutzmaßnahmen in der Gesellschaft zu schaffen (Guerra et al. 2024 nach Bartkowski et al. 2021, Albert et al. 2017). Eine künftige Aufgabe der Bodenwissenschaften sollte sein, die kulturellen bodenbezogenen ÖSL weiter zu erforschen, messbarer zu machen, inhaltlich zu vertiefen und das Konzept in andere wissenschaftliche Forschungsbereiche zu integrieren (und damit für die Allgemeinheit sichtbarer und greifbarer zu machen). Inter- und transdisziplinäre Studien über verschiedene Disziplinen hinweg sind erforderlich, um Bodeneigenschaften (einschließlich BB) -prozesse und -funktionen in einem systemischen Ansatz besser mit ÖSL und menschlichem Wohlbefinden zu verbinden. Aus dieser ganzheitlichen Perspektive wird die gesellschaftliche Relevanz von Böden und BB zunehmen, z. B. für die Erreichung der UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung, genauer Ziel 15, den Schutz, die Wiederherstellung und Förderung sowie die nachhaltige Nutzung terrestrischer Ökosysteme, Bekämpfung der Wüstenbildung, Eindämmung und Umkehrung der Bodenverschlechterung und Eindämmung des Verlusts der biologischen Vielfalt (United Nations, o.A.). Darüber hinaus müssen geeignete Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung (kultureller) bodenbezogener ÖSL entwickelt werden. Diese Prozesse können nur dann

erfolgreich sein, wenn sie im Zusammenhang mit BB und historischen und aktuellen Landnutzungen betrachtet werden. Der Schutz der BB ist für das menschliche Wohlergehen ebenso grundlegend und notwendig wie der Schutz der Böden und der mit ihnen verbundenen kulturellen ÖSL.

Literaturverzeichnis

- Adhikari, K. & Hartemink, A.E. (2016): Linking soils to ecosystem services—A global review. *Geoderma* 262: 101–111.
- Albert, C.; Neßhöver, C.; Schröter, M.; Wittmer, H.; Bonn, A.; Burkhard, B.; et al. (2017): Towards a National Ecosystem Assessment in Germany: a plea for a comprehensive approach. *GAIA—Ecol Perspect Sci Soc.* 26: 27–33.
- Bardgett, R.D. & van der Putten, W.H. (2014): Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature* 515: 505–511.
- Bartkowski, B.; Bartke, S.; Hagemann, N.; Hansjürgens, B. & Schröter-Schlaack, C. (2021): Application of the governance disruptions framework to German agricultural soil policy. *Soil* 27: 495–509.
- Bender, S.F. & van der Heijden, M.G.A. (2015): Soil biota enhance agricultural sustainability by improving crop yield, nutrient uptake and reducing nitrogen leaching losses. *J. Appl. Ecol* 52: 228–239.
- Birkle, C.; Pendlebury, D.A.; Schnell, J. & Adams, J. (2020): Web of Science as a data source for research on scientific and scholarly activity. *Quant. Sci. Stud.* 1: 363–376.
- Booth, A.; Sutton, A. & Papaioannou, D. (2012): *Systematic Approaches to a Successful Literature Review*. SAGE Publications Ltd. Thousand Oaks, CA, USA: 317 pp. ISBN 978-1-4739-1245-8.
- Bouma, J. (2015): Reaching out from the soil-box in pursuit of soil security. *Soil Science and Plant Nutrition* 61(4): 556–565.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00380768.2015.1045403>. (Letzter Zugriff: 09.10.2024)
- Bouma, J. & McBratney, A. (2013): Framing soils as an actor when dealing with wicked environmental problems. *Geoderma* 200–201: 130–139.
- Cameron E.K.; Martins, I.S.; Lavelle, P.; Mathieu, J.; Tedersoo, L.; Bahram, M.; et al. (2019): Global mismatches in aboveground and belowground biodiversity. *Conserv Biol* 33: 1187–92.
- Comerford, N.B.; Franzluebbers, A.J.; Stromberger, M.E.; Morris, L.; Markewitz, D. & Moore, R. (2013): Assessment and evaluation of soil ecosystem services. *Soil Horiz* 54: 1–14.
- Creamer, R.E.; Hannula, S.E.; Leeuwen, J.P.V.; Stone, D.; Rutgers, M.; Schmelz, R.M.; De Ruiter, P.C.; Hendriksen, N.B.; Bolger, T.; Bouffaud, M.L.; et al. (2016): Ecological network analysis reveals the inter-connection between soil biodiversity and ecosystem function as affected by land use across Europe. *Appl. Soil Ecol* 97: 112–114.
- Eisenhauer, N. & Guerra, C.A. (2019): Global maps of soil-dwelling nematode worms. *Nature* 572: 187–8.
- European Commission. Communication (2006): Thematic Strategy for Soil Protection; European Commission: Brussels, Belgium. [online]: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0231:FIN:EN:PDF>. (Letzter Zugriff: 09.10.2024)
- European Union (EU) (2002): Towards a Thematic Strategy for Soil Protection. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions COM. 179 Final; European Union: Brussels, Belgium. Volume 35. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0179:FIN:EN:PDF>. (Letzter Zugriff: 09.10.2024)

- Garland, G.; Banerjee, S.; Edlinger, A.; Miranda Oliveira, E.; Herzog, C.; Wittwer, R.; Philippot, L.; Maestre, F.T. & van der Heijden, M.G.A (2021): A closer look at the functions behind ecosystem multifunctionality: A review. *J. Ecol* 109: 600–613.
- Guerra, C.A.; Eisenhauer, N.; Tebbe, C.C.; Xyländer, W.E.; Albert, C.; Babin, D.; Bartkowski, B.; Burkhard, B.; Filser, J.; Haase, D.; Hohberg, K.; Kleemann, J.; Kolb, S.; Lachmann, C.; Rillig, M.C.; Römbke, J.; Ruess, L.; Scheu, S.; Scheunemann, N.; Steinhoff-Knopp, B.; Wellbrock, N. & Ristok, C.; (2024): Foundations for a national assessment of soil biodiversity. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment* 3(3): 12116.
- Hooper, D.U.; Chapin, F.S., III; Ewel, J.J.; Hector, A.; Inchausti, P.; Lav, S.; Lawton, J.H.; Lodg, D.M.; Loreau, M. & Naeem, S. (2005): Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecol. Monogr.* 75: 3–35.
- Jones, L.; Boeri, M.; Christie, M.; Durance, I.; Evans, K.L.; Fletcher, D.; Harrison, L.; Jorgensen, A.; Masante, D.; McGinlay, J.; et al. (2022): Can we model cultural ecosystem services, and are we measuring the right things? *People and Nature* 4: 166–179.
- Jourdan, P.M.; Lamberton, P.H.L.; Fenwick, A. & Addiss, D.G. (2018): Soil-transmitted helminth infections. *Lancet* 391: 252–265.
- Keesstra, S.D.; Bouma, J.; Wallinga, J.; Tittonell, P.; Smith, P.; Cerdà, A.; Montanarella, L.; Quinton, J.N.; Pachepsky, Y.; van der Putten, W.H.; et al. (2016): The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. *SOIL* 2: 111–128.
- Lausch, A.; Blaschke, T.; Haase, D.; Herzog, F.; Syrbe, R.U.; Tischendorf, L.; et al. (2015): Understanding and quantifying landscape structure—a review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. *Ecol Model.* 295: 31–41.
- Miles, M.B.; Hubermann, A.M. & Saldana, J. (2014): Qualitative Data Analysis. [online]: <https://www.metodos.work/wp-content/uploads/2024/01/Qualitative-Data-Analysis.pdf>. (Letzter Zugriff: 09.10.2024)
- Oberreich, M.; Steinhoff-Knopp, B.; Burkhard, B. & Kleemann, J. (2024): The Research Gap between Soil Biodiversity and Soil-Related Cultural Ecosystem Services. *Soil Systems* 8(3): 97. [online]: <https://www.mdpi.com/2571-8789/8/3/97>. (Letzter Zugriff: 06.10.2024)
- Palomo, I.; Felipe-Lucia, M.R.; Bennett, E.M.; Martín-López, B. & Pascual, U. (2016): Disentangling the Pathways and Effects of Ecosystem Service Co-Production. *Advances in Ecological Research* 54: 245–283.
- Pascual, U.; Termansen, M.; Hedlund, K.; Brussaard, L.; Faber, J.H.; Foudi, S.; Lemanceau, P. & Jørgensen, S.L. (2015): On the value of soil biodiversity and ecosystem services. *Ecosyst. Serv.* 15: 11–18.
- Paul, C.; Kuhn, K.; Steinhoff-Knopp, B.; Weißhuhn, P. & Helming, K. (2021): Towards a standardization of soil-related ecosystem service assessments. *Eur. J Soil Sci.* 72: 1543–1558.
- Potschin, M.B. & Haines-Young, R.H. (2011): Ecosystem services. *Prog. Phys. Geogr. Earth Environ* 35: 575–594.
- Silver, W.L.; Perez, T.; Mayer, A. & Jones, A.R. (2021): The role of soil in the contribution of food and feed. *Philos. Trans. R. Soc. B* 376: 20200181.
- Smith, P.; Cotrufo, M.F.; Rumpel, C.; Paustian, K.; Kuikman, P.J.; Elliott, J.A.; McDowell, R.; Griffiths, R.I.; Asakawa, S.; Bustamante, M.; et al. (2015): Biogeochemical cycles and biodiversity as key drivers of ecosystem services provided by soils. *SOIL* 1: 665–685.
- United Nations (o.A.): Goal 15. Department of Economic and Social Affairs. [online]: <https://sdgs.un.org/goals/goal15>. (Letzter Zugriff: 11.10.2024)
- Wall, D.H.; Nielsen, U.N. & Six, J. (2015): Soil biodiversity and human health. *Nature* 528: 69–76.

Wirth, C.; Bruelheide, H.; Farwig, N.; Marx, J.M. & Settele, J. (2024): Faktencheck Artenvielfalt. Bestandsaufnahme und Perspektiven für den Erhalt der biologischen Vielfalt in Deutschland. [online]: <https://doi.org/10.14512/9783987263361>. (Letzter Zugriff: 08.10.2024)

Zeiss, R.; Eisenhauer, N.; Orgiazzi, A.; Rillig, M.; Buscot, F.; Jones, A.; et al. (2022): Challenges of and opportunities for protecting European soil biodiversity. *Conserv Biol* 36: e13930.

Kontakt:

Marlene Oberreich

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Geowissenschaften und Geographie, Fachgebiet Nachhaltige Landschaftsentwicklung
06120 Halle
E-Mail: marlene.oberreich@web.de;

Bastian Steinhoff-Knopp

Thünen-Institut, Koordinierungseinheit Klima, Boden, Biodiversität
38116 Braunschweig
E-Mail: bastian.steinhoff-knopp@thuenen.de

Benjamin Burkhard

Leibniz Universität Hannover, Physische Geographie und Landschaftsökologie
30167 Hannover
E-Mail: burkhard@phygeo.uni-hannover.de

Janina Kleemann

Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig
04103 Leipzig
E-Mail: janina.kleemann@geo.uni-halle.de

2 Monitoring, Fernerkundung, KI



Foto: M. Mitterbacher, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Monitoring von Ausgleichsflächen mittels Drohnen und Künstlicher Intelligenz – eine Chance für die Artenvielfalt?

Eine Fallstudie am Beispiel von zwei Wiesenbiotoptypen im Zollernalbkreis in Baden-Württemberg

Katharina Badot

Einführung

Die Biodiversitäts- und Klimakrise sind die zwei größten gesellschaftlichen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts (IPBES 2019, IPCC 2023) unter anderem verursacht durch die weltweit, aber auch national ungebremste Bautätigkeit. Allein in Deutschland wurden 2023 täglich 55 Hektar Boden versiegelt (Statistisches Bundesamt 2023) und damit natürliche Lebensgrundlagen zerstört. In § 13 des Bundesnaturschutzgesetzes ist festgeschrieben, dass erhebliche Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft vom Verursacher vorrangig zu vermeiden sind. Geschieht dies nicht, so sind sie durch Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen oder nachrangig monetär auszugleichen.

Bei einem Bauvorhaben in Baden-Württemberg kann ein Eingriff in Natur und Landschaft mittels Ökopunkten (ÖP) nach der Ökokontoverordnung kompensiert werden. Die Ökokontoverordnung definiert zu entwickelnde Biotope mit Zielzuständen und legt Bewertungspunkte fest. In mehreren Untersuchungen wurde bereits kritisiert, dass der Umsetzungsgrad oft mangelhaft ist und ein erhebliches Kontrolldefizit vorliegt (LNV 2015, Rabenschlag 2019). Ein probates Mittel zur Kontrolle ist kontinuierliches Monitoring, welches die Zulassungsbehörden im Rahmen der Vorhabenzulassung vorgeben können. Mitunter besteht jedoch insbesondere aufgrund von Zeit- und Personalmangel ein erhebliches Vollzugsdefizit, weshalb die Durchführung von Monitorings bzw. die Pflege und Unterhaltung der Ökokonto-Maßnahmen nicht oder nur selten überprüft werden (Schoof et al. 2020, Ecker und Pröbstl-Haider 2016). Dies führt zu einer unzureichenden Kompensation auf der Fläche und letztlich zu einer Abnahme der Biodiversität in der Landschaft.

Ziel der Studie

Hier setzt meine Masterthese an und testet während der Vegetationsperiode 2024 die Chancen und Limitierungen der Luftbilderfassung mit Drohnen und künstlicher Intelligenz (KI) unterschiedlicher Grünlandstadien über mehrere diagnostische Blühpflanzenarten. Mit dieser Studie sollen insbesondere die technischen Möglichkeiten einer reproduzierbaren Datenerhebung in Verbindung mit einer systematischen Katalogisierung und Klassifizierung anhand der Stichproben untersucht werden. Dieser transdisziplinäre Ansatz, der eine Verbindung von Vegetationsökologie mit neuen Auswertungsansätzen in der Fernerkundung anstrebt, zielt darauf ab, die entwickelten Methoden dem praktischen Naturschutz zur Verfügung zu stellen. Ein flächendeckendes Monitoring von Ausgleichsflächen für Naturschutzbehörden, Vorhabenträger und weitere Anwender*innen könnte somit durch automatisierte Datenauswertung in Zeiten von Personal- und Zeitmangel unterstützt werden.

Material und Methoden

In der Vegetationsperiode 2024, beginnend ab dem 15. April 2024 wurden in einem zweiwöchigem Rhythmus Daten zum Grünlandzustand erhoben. Die Erhebungen fanden auf vier Flurstücken der Biotoptypen 33.41 (Fettwiese) und 33.43 (Magerwiesen) mit Wertigkeiten von 10 ÖP/ m² bis 13 ÖP/ m² für die Fettwiesen und von 18 ÖP/ m² bis 21 ÖP/ m² für die Magerwiesen

(LUBW 2023, Breunig et al. 2018) statt. Auf jedem Flurstück wurde eine repräsentative Test- und Trainingsfläche ausgewählt und mit Holzpflöcken markiert. Die Test- und Trainingsflächen lagen nebeneinander und in derselben Himmelsrichtung, getrennt durch einen 1 m breiten Weg. Die Größe der Test- und Trainingsflächen wurde auf eine Breite von 2,5 m und eine Länge von 5 m fixiert (Trempe 2005). Besonderer Wert wurde darauf gelegt, dass die Vegetationszusammensetzung zwischen den beiden Flächen identisch bleibt, dass die Flächen mindestens 10 m von stark befahrenen Wegen entfernt sind und dass keine Hochspannungsleitungen in der Nähe verlaufen.

Die Datenerhebungen erfolgten einerseits durch die Begehung der Autorin zusammen mit einem weiteren Vegetationsexperten, andererseits durch Befliegung von Drohnenpiloten der Firma Flynex mit handelsüblichen Drohnen. Am ersten Untersuchungstermin (15.4.2024) wurden diagnostische Arten typisch für die Wertigkeit des Grünlandes auf den jeweiligen Trainingsflächen festgelegt. Als diagnostische Arten wurden Pflanzen ausgewählt, die markant in ihrer Blüten- oder Blattform und charakteristisch für Fett- oder Magerwiesen sind. Zur Identifikation auf Luftbilddaufnahmen wurden mit Leuchtfarben markierte Holzstäbchen südlich der jeweiligen Pflanze auf den Trainingsflächen platziert. Danach wurde die horizontale Abundanz der Pflanzen auf den Testflächen vertikal projiziert auf den Boden im Verhältnis zur gesamten Testfläche geschätzt. Für die weitere Auswertung wurden die Deckungsgrade in eine Abundanz-Skala von 1 bis 6 transformiert (nach Breunig et al. 2016, Trempe 2005). Für das Training der KI wurden alle diagnostischen Pflanzenarten auf den Trainingsflächen mit der Funktion „Image Segmentation“ eine semantische Segmentierungsart, welche Objekte auf Bildern mit Pixelgenauigkeit identifiziert, annotiert. Hierfür wurde der AI Hub Denkweit Vision (<https://denkweit.com/de/vision-ai>), eine KI-basierte Bildauswertungssoftware, welche ein Training ab 15 Bildern ermöglicht, eingesetzt. Anschließend erfolgte die Datenüberprüfung auf den Testflächen mit dem Denkweit Offline Analyzer Tool. Dabei wurden die KI-detektierten Deckungsgrade einer Pflanze pro Pixel in Relation zur Gesamtpixelzahl der Testfläche gesetzt und in dieselbe Abundanz-Skala transformiert.

Erste Ergebnisse und Ausblick

Die ersten Ergebnisse legen nahe, dass ein Vergleich der transformierten Abundanzen zwischen anthropogenen und KI-gestützten Aufnahmen zeigt, dass die von der KI geschätzten Deckungsgrade durchgängig unter jenen des Menschen liegen. Die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen sind laut des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test signifikant. Bemerkenswert ist, dass trotz einer geringen Anzahl von knapp 500 trainierten Orthofotos, die Pflanzen mit einer Wahrscheinlichkeit von rund 68 % erkannt werden.

Es kann angenommen werden, dass die Zuverlässigkeit der künstlichen Bildauswertung durch mehr Datenpunkte auf größeren Flächen, ein weiteres Training der KI mit Orthofotos von vegetativen Pflanzeigenschaften sowie geeigneten Fotos aus dem Citizen Science-Bereich über Pflanzenapps, wie z. B. iNaturalist oder Flora Incognita, stark zunimmt (Kattenborn et al. 2021, Soltani et al. 2024, Gallmann et al. 2021, Kattenborn et al. 2019, Soltani et al. 2022, Sângeorzan et al. 2024). Dadurch könnte diese Anwendung ein ernstzunehmendes Tool für zukünftige Anwender*innen in Behörden, Kommunen oder auch in der Landwirtschaft (z. B. Förderung nach GAP ÖR5 – auf Basis vorkommender Blühpflanzen) werden. Das Ziel, den Erhalt der Biodiversität durch 1:1-Kompensation und langfristige Pflege der Kompensationsflächen mit einem flächendeckenden Monitoring zu begleiten, könnte dadurch neue Unterstützung erfahren.

Literaturverzeichnis

- Breunig T., Demuth S., Gerstner H. & Niegetiet V. (unter Mitarbeit von Grüttner A. & Wahl A.) (2016): Kartieranleitung Offenland-Biotopkartierung Baden-Württemberg, 9. überarbeitete Aufl. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe: 156 S.
- Breunig T., Demuth S. & Wahl A. (2018): Arten, Biotope, Landschaft. Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten. 5., erg. und überarb. Aufl. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe: 266 S.
- Ecker, S. & Pröbstl-Haider, U. (2016): Erfolgskontrolle von Ausgleichsflächen im Rahmen der Bauleitplanung in Bayern: Analyse am Beispiel des Landkreises Passau in Niederbayern. Naturschutz und Landschaftsplanung 48(5): 161–167.
- Gallmann, J.; Schüpbach, B.; Jacot, K.; Albrecht, M.; Winizki, J.; Kirchgessner, N.; Aasen, H. (2021): Flower Mapping in Grasslands With Drones and Deep Learning. *Frontiers in plant science* 12: 774965. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.774965>.
- IPBES (2019): Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat. Bonn, Germany: 1148 pp. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- Kattenborn, T.; Eichel, J. & Fassnacht, F.(2019): Convolutional Neural Networks enable efficient, accurate and fine-grained segmentation of plant species and communities from high-resolution UAV imagery. *Scientific reports* 9(1): 17656. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53797-9>.
- Kattenborn, T.; Leitloff, J.; Schiefer, F. & Hinz, S. (2021): Review on Convolutional Neural Networks (CNN) in vegetation remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 173: 24–49. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.12.010>.
- IPCC (2023): Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC. Geneva, Switzerland: 184 pp. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.
- LNv (2015): Mangelhafte Umsetzung von baurechtlichen Ausgleichsmaßnahmen. <https://lnv-bw.de/mangelhafte-umsetzung-von-baurechtlichen-ausgleichsmaßnahmen/> (Letzter Zugriff:24.01.2024)
- LUBW (2023): Öffentliches Verzeichnis Abteilung naturschutzrechtliche Kompensation - LUBW. <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/en/natur-und-landschaft/oeffentliches-verzeichnis-abteilung-naturschutzrechtliche-kompensation> (Letzter Zugriff: 06.08.2024)
- Rabenschlag, J. (2019): Evaluation der Umsetzung baurechtlicher Ausgleichsmaßnahmen. Am Fallbeispiel Schönberg bei Freiburg. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 51(9): 434–442.
- Sângeorzan, D.D.; Păcurar, F.; Reif, A.; Weinacker, H.; Rușdea, E.; Vaida, I. & Rotar, I. (2024): Detection and Quantification of *Arnica montana* L. Inflorescences in Grassland Ecosystems Using Convolutional Neural Networks and Drone-Based Remote Sensing. *Remote Sensing* 16(11): 2012. <https://doi.org/10.3390/rs16112012>.
- Schoof, N., Luick, R., Ackermann, A., Baum, S., Böhner, H., Röder, N., Rudolph, S., Hötter, H. & Jeromin, H.(2019): Auswirkungen der neuen Rahmenbedingungen der Gemeinsamen Agrarpolitik auf die Grünland-bezogene Biodiversität. BfN-Skript 540. Bonn: 234 S.
- Soltani, S.; Feilhauer, H.; Duker, R. & Kattenborn, T.(2022): Transfer learning from citizen science photographs enables plant species identification in UAV imagery. *ISPRS Open Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 5: 100016. <https://doi.org/10.1016/j.ophoto.2022.100016>.

Soltani, S.; Ferlian, O.; Eisenhauer, N.; Feilhauer, H.; Kattenborn, T. (2024): From simple labels to semantic image segmentation: leveraging citizen science plant photographs for tree species mapping in drone imagery. *Biogeosciences* 21(11): 2909–2935. <https://doi.org/10.5194/bg-21-2909-2024>.

Statistisches Bundesamt (2023): Siedlungs- und Verkehrsfläche wächst jeden Tag um 55 Hektar. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2023/PD23_09_p002.html (Letzter Zugriff: 24.01.2024)

Tremp, Horst (2005): Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten. 1. Aufl. Ulmer. Stuttgart: 141 S.

Förderhinweis

Diese Studie wurde von der Eva-Mayr-Stihl Stiftung gefördert und in Kooperation mit der Universität Freiburg (Lehrstuhl Sensorgestützte Geoinformatik & Lehrstuhl Standorts- und Vegetationskunde), der Flächenagentur Baden-Württemberg GmbH und der Flynex GmbH durchgeführt (Förderkennzeichen FP 00037).

Kontakt

Katharina Badot, M.Sc.

E-Mail: Katharina.badot@gmail.com
www.linkedin.com/in/katharinabadot

Prof. Dr. Teja Kattenborn

Universität Freiburg
Sensorgestützte Geoinformatik, Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen
79116 Freiburg
www.geosense.uni-freiburg.de

Anwendung von Fernerkundungsdaten zur Identifikation von Biotoptypen und technischen Parametern als Beitrag zur Untersuchung der Naturverträglichkeit bodenmontierter Photovoltaikanlagen in Deutschland

Elisabeth Köhler

Einleitung

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) legt den Grundstein für einen deutlich schnelleren Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung in Deutschland. Freiflächenphotovoltaikanlagen (PV-Anlagen) sollen maßgeblich dazu beitragen (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung 2023). Darüber hinaus sieht die Photovoltaik-Strategie vor, dass bis 2035 Biodiversitäts-PV-Anlagen zum Standard werden (BMWK 2023). Die damit einhergehende Änderung der Landnutzung kann zu einer Beeinträchtigung von Biodiversität führen (Dhar et al. 2020). Um die Auswirkungen auf die Umwelt besser einschätzen zu können, ist es von zentraler Bedeutung, naturverträglich gestaltete PV-Anlagen und wertvolle Biotopkosten- und zeiteffizient zu erkennen.

Die Erkennung und Bewertung des Erhaltungszustands von Biotopen mittels Fernerkundung ist in der Landbedeckungskartierung gängige Praxis und erfolgt im Allgemeinen auf grober Skala (Unterscheidung in Wald, Grünland und Feuchtgebiete (Wulder et al. 2004)). Die Daten über Biotopkosten, die mit Fernerkundung gewonnen werden können, liefern Informationen über spektrale Eigenschaften oder Strukturdaten und unterscheiden sich von Felderhebungen (Frick et al. 2023).

Forschung zu fernerkundungsbasiertem Erkennen von naturverträglichen PV-Anlagenparametern ist bisher nicht bekannt, obwohl Fernerkundung zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit von PV-Anlagen bereits im Einsatz ist (Costa et al. 2021, Grimaccia et al. 2015).

Methodik

Die Masterarbeit knüpft an das Monitoringkonzept der „Machbarkeitsstudie zur Erstellung eines satellitengestützten Monitorings von PV-Anlagen“ (Frick et al. 2023) an, die vom Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende beauftragt wurde (KNE 2023). Die Studie von Mai 2023 bestätigt, dass ein Biodiversitätsmonitoring mit aktuellen Fernerkundungsdaten und -methoden möglich ist. Sie beschreibt die relevanten technischen Parameter, Habitate und Pflegemaßnahmen und schlägt ein dreistufiges Monitoringkonzept vor:

1. Hintergrundmonitoring mit kostenfreien Satellitendaten,
2. Landesweites Monitoring mit amtlichen Daten,
3. Spezifisches Stichprobenmonitoring mit Drohnen.

Die verschiedenen Fernerkundungsdaten der „Monitoringebenen“ werden in der Masterarbeit auf die im Bundesland Brandenburg gelegene PV-Anlage Bochow angewendet. Im Sinne einer Evaluation der Eignung von Fernerkundungsdaten werden Biotoptypen, Biotopmerkmale, Nutzungsaspekte und technische Parameter in der PV-Anlage Bochow identifiziert. Anschließend wird die Eignung der Methoden für das Monitoring der Machbarkeitsstudie diskutiert.

Konkret handelt es sich um (multitemporale) Sentinel-2 Daten (European Space Agency o. J.), RGBI-Luftbildaufnahmen (LGBc 2024), RGB-Drohnendaten und multispektrale Drohnendaten (Frick et al. 2023). Zusätzlich werden Daten zu Anlagenstandorten der Erneuerbaren

Energien (EE-Monitor) des UFZ (Manske et al. 2022) für eine deutschlandweite Untersuchung verwendet.

Insbesondere die Standortwahl und geringe Überdeckung mit Solarmodulen ermöglichen eine naturverträgliche Gestaltung laut den Leitfäden der TH Bingen und dem NABU (Hietel et al. 2021, NABU Brandenburg 2020). Für die Untersuchung der Naturverträglichkeit ist demnach das wichtigste Merkmal die Überdeckung der Gesamtfläche durch Solarmodule bzw. der Reihenabstand der Module. Auf der „Hintergrundmonitoring“-Ebene wird die Überdeckung durch regressionsbasiertes Entmischen ermittelt und auf der Ebene „Landesweites Monitoring und Stichprobenmonitoring“ mit einer Random Forest Klassifikation von PV-Fläche und Biotoptypen.

Während der Reihenabstand bei einer hohen räumlichen Auflösung wie Luftbildern und Drohnenaufnahmen visuell erfassbar ist, ist er mit Sentinel-2-Aufnahmen nicht zu erkennen. Um dennoch einen Rückschluss auf die Vegetation zwischen den Reihen auf der „Hintergrundmonitoring“-Ebene ziehen zu können, wird ein indirekter Ansatz erprobt. Durch eine Korrelation von NDVI und Anlagenkapazität (pro Flächeneinheit) wird ein möglicher Zusammenhang zwischen den Variablen geprüft.

Da es mit mittelmäßig räumlich auflösenden Daten lediglich möglich ist, feuchtes oder trockenes Grünland zu erkennen (Price et al. 2002), ist es sinnvoll, die Daten durch den Aspekt der Mähintensität zu ergänzen. Die Bewirtschaftung, einschließlich Mahd (Lobert et al. 2021), Beweidungsintensität und Düngung (Hollberg & Schellberg 2017) liefert Aufschluss über Nutzungsintensität und den Zustand von Grünland-Biotopen und kann mit mittelhochauflösenden Sensoren wie Sentinel-2-Zeitreihen erfasst werden (Lange et al. 2022).

Ergebnisse

Die Methoden Random-Forest-Klassifikation und Zeitreihenanalyse der Mahdzeitpunkte eignen sich für das Monitoring der Machbarkeitsstudie. Während die Random-Forest-Klassifikation mit multispektralen Drohnendaten die höchste Genauigkeit erzielt, erwiesen sich auch räumlich gering auflösende Sentinel-2 Satellitendaten als nützlich, um Anteile von Vegetation und PV-Flächen mit regressionsbasiertem Entmischen zu erkennen. Die Quantifizierung der Vegetationsanteile auf Basis von Sentinel-2 Daten ist gegenüber Drohnen- und Luftbilddaten weniger genau, dennoch kann regressionsbasiertes Entmischen nach weiterer Forschung in ein deutschlandweites Hintergrundmonitoring eingebunden werden.

Zusätzlich können Sentinel-2 Zeitreihen Informationen über die Nutzungsaspekte von PV-Anlagen liefern. Zwischen der Anlagenleistung und dem NDVI-Wert von PV-Anlagen in Deutschland konnte eine schwache Korrelation festgestellt werden. Der Zusammenhang wurde deutschlandweit ermittelt. Die Methode ist jedoch nur unter Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren sinnvoll einsetzbar. Die Ergebnisse sind relevant für Behörden, Politik sowie Planer und Betreiber von PV-Anlagen, um zu beurteilen, wie naturverträglich PV-Anlagen sind.

Weitere Informationen: <https://www.naturschutz-energiewende.de/aktuelles/machbarkeitsstudie-zur-erstellung-eines-satellitengestuetzten-monitorings-von-solarparks-veroeffentlicht/>

Literaturverzeichnis

- BMWK (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz) (2023): Photovoltaik-Strategie. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-strategie-2023.html>. (Letzter Zugriff: 09.12.2024)
- Costa, M. V. C. V. da, Carvalho, O. L. F. de, Orlandi, A. G., Hirata, I., Albuquerque, A. O. de, Silva, F. V. e, Guimarães, R. F., Gomes, R. A. T., & Júnior, O. A. de C. (2021). Remote sensing for monitoring photovoltaic solar plants in Brazil using deep semantic segmentation. *Energies* 14(10): 2960.
- Dhar, A., Naeth, M. A., Jennings, P. D., & Gamal El-Din, M. (2020). Perspectives on environmental impacts and a land reclamation strategy for solar and wind energy systems. *Science of The Total Environment* 718: 134602. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134602>
- European Space Agency. (o. J.). Copernicus Browser. Copernicus Browser. <https://browser.dataspace.copernicus.eu/> (Abgerufen 31. Mai 2024)
- Frick, A., Förster, M., & Pauligk, A. (2023). Machbarkeitsstudie zur Erstellung eines satellitengestützten Monitorings von Solarparks. LUP Luftbild Umwelt Planung GmbH. https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/Machbarkeitsstudie-zur-Erstellung-eines-satellitengestuetzten-Monitorings-von-Solarparks_LUP-GmbH.pdf. (Letzter Zugriff: 21.05.2024)
- Grimaccia, F., Aghaei, M., Mussetta, M., Leva, S., & Quater, P. B. (2015). Planning for PV plant performance monitoring by means of unmanned aerial systems (UAS). *International Journal of Energy and Environmental Engineering* 6: 47–54.
- Hietel, E., Reichling, T., & Lenz, C. (2021). Leitfaden für naturverträgliche und biodiversitätsfreundliche Solarparks – Maßnahmensteckbriefe und Checklisten. https://www.th-bingen.de/fileadmin/projekte/Solarparks_Biodiversitaet/Leitfaden_Massnahmensteckbriefe.pdf. (Letzter Zugriff: 21.05.2024)
- Hollberg, J. L., & Schellberg, J. (2017). Distinguishing Intensity Levels of Grassland Fertilization Using Vegetation Indices. *Remote Sensing* 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/rs9010081>
- KNE (Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende) (2023, Juli 18): Machbarkeitsstudie zur Erstellung eines satellitengestützten Monitorings von Solarparks veröffentlicht. <https://www.naturschutz-energiewende.de/aktuelles/machbarkeitsstudie-zur-erstellung-eines-satellitengestuetzten-monitorings-von-solarparks-veroeffentlicht/>. (Letzter Zugriff: 21.05.2024)
- LGBc (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg) (2024): Geoportal Brandenburg—Detailansichtdienst. Geoportal Brandenburg - Digitale Orthophotos – DOP. <https://geoportal.brandenburg.de/detailansichtdienst/render?view=gdibb&url=https://geoportal.brandenburg.de/gs-json/xml?fileid=253b7d3d-6b42-47dc-b127-682de078b7ae#>. (Letzter Zugriff: 11.06.2024)
- Lange, M., Feilhauer, H., Kühn, I., & Doktor, D. (2022). Mapping land-use intensity of grasslands in Germany with machine learning and Sentinel-2 time series. *Remote Sensing of Environment* 277: 112888. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.112888>
- Lobert, F., Holtgrave, A.-K., Schwieder, M., Pause, M., Vogt, J., Gocht, A., & Erasmi, S. (2021). Mowing event detection in permanent grasslands: Systematic evaluation of input features from Sentinel-1, Sentinel-2, and Landsat 8 time series. *Remote Sensing of Environment* 267: 112751.
- Manske, D., Grosch, L., & Schmiedt, J. (2022). Geo-locations and System Data of Renewable Energy Installations in Germany [Dataset]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6920931> (Letzter Zugriff: 08.04.2025)
- NABU Brandenburg. (2020). Kriterienkatalog zur naturschutzfachlichen Beurteilung von Photovoltaik-Anlagen in der Freifläche. https://brandenburg.nabu.de/imperia/md/content/brandenburg2/230320_kriterienkatalog_zu_photovoltaik-anlagen_in_der_freifl__che.pdf. (Letzter Zugriff: 22.08.2023)

- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung. (2023, März 1): Ausbau erneuerbarer Energien beschleunigen | Bundesregierung. Die Bundesregierung informiert | Startseite. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/novelle-eeg-gesetz-2023-2023972>. (Letzter Zugriff: 16.08.2023)
- Price, K. P., Guo, X., & Stiles, J. M. (2002). Optimal Landsat TM band combinations and vegetation indices for discrimination of six grassland types in eastern Kansas. *International Journal of Remote Sensing* 23(23): 5031–5042.
- Wulder, M. A., Hall, R. J., Coops, N. C., & Franklin, S. E. (2004). High Spatial Resolution Remotely Sensed Data for Ecosystem Characterization. *BioScience* 54(6): 511–521. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0511:HSRRSD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0511:HSRRSD]2.0.CO;2)

Kontakt

Elisabeth Köhler, M.Sc.

Technische Universität Berlin, Geoinformationsverarbeitung in der Umweltplanung
E-Mail: elisabethkoehler@mail.de

Entwicklung eines modularen Bird- und BatRecorders (BBR 2.0) für den vogel- und fledermausfreundlichen Betrieb von Windenergieanlagen

Nico Klar

Herausforderungen für den Artenschutz durch den Ausbau der Windenergie

Die schnelle Expansion der Windenergie als Teil der globalen Energiewende stellt den Naturschutz vor neue Herausforderungen. Insbesondere die Kollision von Vögeln und Fledermäusen mit Windenergieanlagen hat erhebliche Auswirkungen auf die Biodiversität, die durch internationale Vereinbarungen wie die Convention on Biological Diversity (CBD) geschützt werden soll. Die CBD verfolgt das Ziel, den globalen Verlust an biologischer Vielfalt aufzuhalten und gefährdete Arten durch die Reduzierung menschlicher Einflüsse zu bewahren. Um diese Ziele zu unterstützen sind innovative technische Lösungen unerlässlich, die den Artenschutz mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien in Einklang bringen.

Das im Rahmen dieses Projekts entwickelte optische Antikollisionssystem (AKS) zielt darauf ab, Kollisionen von besonders gefährdeten Vogelarten, die mit Windkraftanlagen in Wechselwirkung stehen, zu verhindern. Gleichzeitig unterstützt es die Vermeidung negativer Effekte auf Fledermäuse, die in Deutschland ebenfalls unter besonderem Schutz stehen. Das System bietet die Möglichkeit, Flugobjekte frühzeitig zu erkennen, zu klassifizieren und auf dieser Grundlage gezielte Abschaltentscheidungen zu treffen. So sollen potenziell gefährliche Kollisionen vermieden werden.

Funktionsweise des Systems

Das AKS verwendet eine Kombination aus hochauflösenden Kameras und fortschrittlichen KI-Algorithmen, um eine frühzeitige Erkennung und Klassifikation von Vögeln zu ermöglichen. Insgesamt zwölf Kameras kommen zum Einsatz: Acht fest montierte Kameras erfassen kontinuierlich das gesamte Umfeld der Windkraftanlage in einem 360-Grad-Blickfeld. Diese Rundumsicht gewährleistet, dass keine Flugbewegung im näheren Umfeld der Anlage unentdeckt bleibt. Zwei zusätzliche hochauflösende Stereokamera-paare, die auf einem Schwenk-Neige-Kopf montiert sind, ermöglichen die präzise Beobachtung des Himmels über einen Bereich von 190 Grad. Diese Stereokameras dienen einer zweifachen Aufgabe: Sie klassifizieren die Vogelarten, die im Bereich der Anlage auftreten, und bestimmen durch Triangulation die Entfernung der Flugobjekte zur Anlage.

Besonders wichtig ist die frühzeitige Erkennung von Vögeln in einer Entfernung von bis zu 800 Metern. Diese Distanz ermöglicht es, genügend Vorlaufzeit zu gewinnen, um eine artspezifische Abschaltentscheidung zu treffen. Die Windkraftanlage kann somit rechtzeitig verlangsamt werden – so dass eine Kollision sicher vermieden werden kann. Damit das System in der Lage ist, diese anspruchsvollen Aufgaben zu bewältigen, werden Hochleistungsrechner mit mehreren Grafikkarten verwendet, die in der Lage sind, die großen Mengen an Bilddaten in Echtzeit zu verarbeiten.

Die KI-Algorithmen des Systems haben drei Hauptaufgaben:

- die Detektion kleinster Flugobjekte am Himmel,
- die Klassifikation von Vogelarten durch Convolutional Neural Networks (CNNs) und
- das Stereo-Matching, bei welchem intelligente Algorithmen die exakte Zuordnung der Flugobjekte beider Kameras zueinander bestimmen.



Abb. 1 Das Antikollisionssystem Bird- und BatRecorder (BBR 2.0) zusammen mit dem Rotmilan Lucia. (Quelle: D. Arzt)

Fehler in der Entfernungsschätzung könnten dazu führen, dass die Anlage unnötig oft abgeschaltet wird oder zu spät reagiert, was sowohl wirtschaftliche, als auch ökologische Nachteile mit sich bringen könnte. Daher ist die Präzision der Algorithmen von entscheidender Bedeutung.

Technische Herausforderungen und Innovationen

Eine der größten Herausforderungen bei der Entwicklung des AKS liegt in der Detektion von Flugobjekten über große Entfernungen. Die Notwendigkeit, Vögel in einer Entfernung von 800 Metern zu erkennen und deren genaue Position im Raum zu bestimmen, stellt eine technische Herausforderung dar, die es so in der wissenschaftlichen Praxis bislang nur selten gab. Hierfür mussten eigens entwickelte Mechaniken sowie Algorithmen eingesetzt werden, die eine präzise Kalibrierung der Kameras sowie die optimale Auswertung der Bilddaten in Echtzeit ermöglichen.

Zusätzlich erfordert die Echtzeitverarbeitung der Bilddaten eine enorme Rechenleistung. Jedes Bild, das von den Kameras aufgenommen wird, umfasst bis zu 40 MB, was bedeutet, dass eine kontinuierliche Analyse der Flugobjekte nur durch den Einsatz modernster Industrie-PCs und leistungsfähiger Grafikkarten möglich ist. Diese technische Grenze, an der das Projekt arbeitet, ist notwendig, um die hohen Anforderungen an Geschwindigkeit und Genauigkeit zu erfüllen. Trotz dieser Herausforderungen stellt das System eine einzigartige Möglichkeit dar,

Vogel- und Fledermaus-Aktivitäten in der Umgebung von Windkraftanlagen zu monitoren. Es dient nicht nur der Prävention potenzieller Kollisionen, sondern auch dem tieferen Verständnis des Verhaltens der Tiere bei Eingreifen des Menschen in die Natur.

Fazit: Bedeutung für den Artenschutz und die Ziele der CBD

Das AKS trägt maßgeblich zur Erreichung der Ziele der CBD bei, indem es einen innovativen Ansatz zum Schutz gefährdeter Arten entwickelt. Die Convention on Biological Diversity erkennt die Notwendigkeit an, Artenvielfalt in der heutigen Zeit zu schützen, während gleichzeitig menschliche Aktivitäten wie der Ausbau erneuerbarer Energien gefördert werden müssen, um sich von fossilen Energieträgern zu lösen. Das AKS schlägt eine Brücke zwischen diesen beiden oft konkurrierenden Zielen und ermöglicht es, Windkraftanlagen effektiv und wirtschaftlich zu betreiben, ohne den Artenschutz zu gefährden.

Besonders in Deutschland, wo windkraftsensible Vogelarten wie Rotmilan, Seeadler, Uhu und Schreiadler unter besonderem Schutz stehen, bietet das AKS eine innovative Lösung. Diese Arten sind besonders anfällig für Kollisionen mit Windkraftanlagen und gehören zu den Vogelarten, die in der Liste des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) als windkraftsensibel eingestuft wurden. Durch die Implementierung eines solchen Systems wird es möglich, spezifische Abschaltentscheidungen zu treffen, die auf die Gefährdung dieser Arten abgestimmt sind.

Auch Fledermäuse, die in Deutschland ebenfalls umfassend geschützt sind, profitieren von diesem System. Das AKS kann hohes Fledermausaufkommen feststellen und dahingehend Windkraftanlagen analog zu der Detektion der Vögel herunterfahren. Fledermäuse sind aufgrund ihres Flugverhaltens und ihrer nächtlichen Aktivität besonders kollisionsgefährdet. Das AKS überwacht auch dieses Tieraufkommen und stellt sicher, dass Windkraftanlagen nur betrieben werden, wenn kein signifikantes Risiko besteht.

Die Entwicklung von AKS Systemen bietet somit nicht nur eine technische Lösung für das Problem der Vogel- und Fledermauskollisionen, sondern leistet auch einen bedeutenden Beitrag zur Umsetzung der globalen Biodiversitätsziele sowie dem besseren Verständnis durch statistisches Monitoring der Abundanz.

Literaturverzeichnis

Kaifel, A.; Amann, U.; Zoll, M.; Sehnke, F.; Klar, N.; Ohnmeiß, K. & Felder, M. (2023): BirdRecorder. Entwicklung und Erprobung eines Systems zur Vermeidung von potenziellen Auswirkungen auf Vögel durch die Windenergienutzung. BfN Schriften 651. BfN. Bonn: 52 S.

Förderhinweis

Das Projekt wird gefördert durch das:

Bundesamt für Naturschutz (FKZ 351886010B)

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (FKZ 03EE2047A)

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz der Bundesrepublik Deutschland (FKZ L7523102)

Kontakt

Nico Klar

Projektleiter Bird- und BatRecorder

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

70563 Stuttgart

E-Mail: nico.klar@zsw-bw.de

Webseite: <https://birdrecorder.zsw-bw.de/>

3 Biodiversität der Wälder



Foto: T. Heidelk

Die 3 Billion Trees Planting Pledge als naturbasierte Lösung aus der Perspektive der Biodiversität

Deira Linke

Einleitung

Trotz der wesentlichen Bedeutsamkeit der Biodiversität für das menschliche Wohlergehen durch ihre Gewährleistung vielfältiger Ökosystemdienstleistungen wurden vergangene Biodiversitätsziele auf internationaler sowie auf EU-Ebene um ein Vielfaches verfehlt (Europäische Umweltagentur 2020: 7 u. 136, Sekretariat des Übereinkommens über die biologische Vielfalt 2020: 132-133). In ihrer Vision für 2050 des neuen globalen Rahmens für die biologische Vielfalt („Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework“, GBF) betont das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD) daher erneut die Bedeutsamkeit und Dringlichkeit wirksamer Maßnahmen (CBD 2022: 7). Gleichzeitig setzt sich der globale und europaweite stetige und starke Rückgang der biologischen Vielfalt weiter fort (IPBES 2018: 10, Sekretariat des Übereinkommens über die biologische Vielfalt 2020: 137). Im Rahmen des Europäischen Grünen Deals und der EU-Biodiversitätsstrategie 2030 erklärt die EU daher die quantitative Verpflichtung, bis 2030 drei Milliarden zusätzliche Bäume zu pflanzen (Europäische Kommission 2020: 11, 2021a: 3-4). Die Förderung der Biodiversität, der Klimaschutz sowie die Stärkung der Kreislaufwirtschaft stellen die übergeordneten Ziele der Waldmehrung dar (Europäische Kommission 2021b: 18). Insgesamt haben Baumpflanzinitiativen wie die 3 Billion Trees Planting Pledge (BTP) als naturbasierte Patentlösung zur Bewältigung der Biodiversitäts- und Klimakrise auf internationaler, EU und nationaler Ebene zunehmend an Bedeutung gewonnen (BMUV 2023: 36, Brancalion & Holl 2020, Holl & Brancalion 2020, Seddon et al. 2021, Seddon et al. 2019). Im weiteren Sinne will die EU mit der 3 BTP somit auch ihren Verpflichtungen zur Erreichung der CBD-Ziele, der Ziele der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen sowie der 17 Ziele der Agenda-2030 für eine nachhaltige Entwicklung nachkommen (Europäische Kommission 2020: 23, 2021a: 4). Die Effektivität dieser Maßnahme kann durchaus infrage gestellt werden, insbesondere da Baumpflanzinitiativen inklusive Auf- und Wiederaufforstungsprojekte aufgrund ihrer negativen Auswirkungen auf die Umwelt und die Biodiversität aus vielfachen Gründen kritisiert werden (Holl & Brancalion 2020, IPBES 2019: 18 u. 35-37, Seddon et al. 2021, Seddon et al. 2019). Zumal lässt sich vielfach die Tendenz beobachten, der CO₂-Speicherung Vorrang einzuräumen, während der Biodiversität lediglich eine untergeordnete zweitrangige Rolle beigemessen wird (Díaz, Hector & Wardle 2009, Seddon et al. 2021, Seddon et al. 2019, Sills et al. 2020). Infolgedessen wird bemängelt, dass oft die Quantität der angepflanzten Bäume anstatt der Qualität der entstehenden Waldgemeinschaft im Fokus steht (Seddon et al. 2019). Dies kann wiederum zu einer vermehrten Entstehung von einfachen Monokulturen (Seddon et al. 2019) anstatt von resilienten sich selbsterhaltenden Waldökosystemen führen. Ist es unter dieser Voraussetzung, in der der Förderung, dem Schutz und dem Erhalt der Biodiversität bei der Umsetzung von Baumpflanzinitiativen keine zentrale Rolle zugewiesen wird, noch verwunderlich, dass Biodiversitätsziele nicht erreicht werden? Zudem hat eine Untersuchung der Berücksichtigung der Biodiversität in der Umsetzung der 3 BTP bislang nicht stattgefunden, was möglicherweise auf mangelnde finanzielle Ressourcen zurückzuführen ist (Stanturf, Palik & Dumroese 2014). Dabei wäre das Biodiversitätsmonitoring eine mögliche Maßnahme, die zur Bewertung, Verbesserung und Gewährleistung von Vorteilen für die Biodiversität beitragen kann (Lindenmayer et al. 2012). Das Ziel der Studie ist es daher, die oftmals vernachlässigte Biodiversität in den

Fokus der Betrachtung zu rücken. Dies soll erreicht werden, indem die Berücksichtigung von Biodiversitätsattributen und biodiversitätsrelevanten Managementaspekten in der Umsetzung der 3 BTP durch die umsetzenden Akteure untersucht wird.

Methodik

Zur Erfassung von Biodiversitätsattributen und biodiversitätsrelevanten Managementaspekten wurde ein Konstrukt gebildet, welches durch den von Noss (1990) entwickelten Ansatz mit Indikatoren für das Monitoring der Biodiversität inspiriert wurde. Die Grundlage hierfür war eine umfassende Literaturrecherche. Die Biodiversitätsattribute wurden dabei in die drei Organisationsebenen Dimension, Element und Attribut kategorisiert. Die sieben Elemente genetische Diversität, Artenvielfalt, Bedrohungen für die Biodiversität, strukturelle Heterogenität, Konnektivität, mutualistische Interaktionen und vorgesehene Lebensstadien wurden der kompositorischen, strukturellen und funktionalen Dimension untergeordnet. Im Anschluss wurden den Elementen die insgesamt 15 Biodiversitätsattribute zugeordnet (u. a. die Attribute Provenienz, Quelle des Saatguts, genetische Variation, Artenreichtum, relative Artenhäufigkeit, einheimische Arten und seltene, endemische, bedrohte und gefährdete Arten, invasive gebietsfremde und andere bedenkliche Arten, Totholz und Baumstümpfe sowie sechs weitere Attribute). Die biodiversitätsrelevanten Managementaspekte lassen sich in sieben Kategorien einordnen: Standortwahl, Standortvorbereitung und -behandlung, unterstützte Migration, Managementmethoden, Monitoring, Managementziel und potenzielle Perspektiven. Auf der Grundlage des literaturbasierten Konstruktes wurde ein standardisierter Fragebogen, welcher überwiegend aus geschlossenen und einzelnen offenen Fragen bestand, für die Online-Umfrage entwickelt. Erstere waren sowohl Single- als auch Multiple-Choice-Fragen. Es wurden 33 umsetzende Akteure, die bis zu dem Zeitpunkt im Juni 2023 zu der 3 BTP beigetragen haben, kontaktiert, wodurch insgesamt 19 Umfrageantworten erhalten wurden. Es wurde ein Mixed-Methods Ansatz verwendet, wobei die deskriptive Statistik für die Auswertung quantitativer Daten mit RStudio (RStudio Team 2020) und die qualitative Inhaltsanalyse mit MAXQDA (VERBI Software 2021) für die Auswertung der Antworten auf die offenen Fragen eingesetzt wurde.

Fazit

Die in der Studie erfassten Umfragedaten gewähren Einblicke in die Präferenzen, Praktiken, Entscheidungen und Perspektiven der umsetzenden Akteure der 3 BTP bezüglich der Berücksichtigung von 15 Biodiversitätsattributen und sieben biodiversitätsrelevanten Managementaspekten. Die präsentierten Ergebnisse werden zusammengefasst, diskutiert und eingeordnet. Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Akteure der 3 BTP die Biodiversitätsattribute teilweise und in unterschiedlichem Umfang berücksichtigt haben. In einigen Fällen wäre diesbezüglich eine stärkere Neigung zu bestimmten Präferenzen für die Biodiversität wünschenswert. Einige Ergebnisse geben allerdings auch Anlass zur Besorgnis. Dazu zählt, dass die Akteure angaben, exotische und invasive gebietsfremde Arten, darunter die gewöhnliche Robinie (*Robinia pseudoacacia*) und den Eschen-Ahorn (*Acer negundo*), angepflanzt zu haben. Obgleich diese Arten nicht in der Liste invasiver gebietsfremder Arten von unionsweiter Bedeutung aufgeführt sind (Europäische Kommission und Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission 2022), werden sie in vielen europäischen Regionen als invasive gebietsfremde Arten eingestuft. Das Anpflanzen von invasiven gebietsfremden Arten unter der 3 BTP ist äußerst bedenklich, da sie die einheimische Artenvielfalt verdrängen und negativ beeinflussen. Zudem wurden im Rahmen der 3 BTP Bäume auf Heiden, in Feuchtgebieten sowie auf Dehesas angepflanzt. Dehesas sind silvopastorale Systeme auf der Iberischen

Halbinsel, die größtenteils aus Eichen bestehen und als landwirtschaftliche Flächen mit einem hohen Naturschutzwert gelten. Die genannten Flächen werden insgesamt nicht für das Anpflanzen von Bäumen empfohlen, da dies mit negativen Auswirkungen für die Biodiversität einhergehen kann. Zusätzlich wird die vorwiegende Verwendung der mechanischen Bodenbearbeitung sowie in der Regel hohe Bodenbearbeitungsintensitäten, wie sie von den Akteuren angegeben wurden, aus vielfältigen Gründen in der Literatur als ungünstig für die Biodiversität erachtet. Um eine bessere Förderung der Biodiversität zu erreichen, empfiehlt die Studie daher, einige Verbesserungen vorzunehmen sowie teilweise ehrgeizigere Anstrengungen bezüglich der Berücksichtigung der Biodiversität anzustreben. Dies beinhaltet z. B. für die strukturelle Dimension u. a. einen noch stärkeren Erhalt von Totholz nach einer natürlichen Störung oder eine vermehrte zufällig aggregierte räumliche Anordnung der gepflanzten Bäume, angelehnt an Mustern, die in natürlich entstandenen Waldökosystemen zu beobachten sind. Inwiefern solche Maßnahmen als ausreichend zu erachten sind, sodass durch Biodiversitätsausgleichsmaßnahmen ein Nettoverlust an Biodiversität ausgeschlossen werden kann, lässt sich weiter diskutieren. Dennoch stellt die Priorisierung der Biodiversität durch die Berücksichtigung verschiedener Biodiversitätsattribute und biodiversitätsrelevanter Managementaspekte, wenn Baumpflanzinitiativen wie die 3 BTP schon als Ausgleichsmaßnahme verwendet werden, den ersten logischen Schritt dar, um den Weg dahin zu ebnen.

Es gilt jedoch einige Einschränkungen zu berücksichtigen und zu bedenken. Zunächst findet eine große Debatte darüber statt, inwiefern die Messbarkeit und Erfassbarkeit der Biodiversität überhaupt möglich ist. Abgesehen davon besteht in der Literatur einerseits bezüglich gewisser Themen im Hinblick was als förderlich für die Biodiversität erachtet wird ein breiter Konsens. Andererseits gibt es auch einige Kontroversen angesichts von Komplexitäten und Unsicherheiten in dem Themenkomplex von Baumpflanzungen, Biodiversität und Klimawandel. Daher kann auch in dieser Studie nicht immer die eine allgemeingültige Patentantwort gegeben werden, welche Maßnahmen in allen Fällen als förderlich für die Biodiversität einzustufen und anzuwenden sind. Dies wäre angesichts der Multidimensionalität und Komplexität der Biodiversität nicht angemessen. Vielmehr wurde angestrebt, dem durch die Betrachtung und Diskussion unterschiedlicher Empfehlungen, Narrative und Methoden Rechnung zu tragen. Zur weitergehenden Differenzierung könnte zukünftige Forschung Biodiversitätsattribute oder biodiversitätsrelevante Managementaspekte in Bezug auf die 3 BTP spezifischer oder auch an den jeweiligen Standorten vor Ort untersuchen. Letzteres wäre insofern sinnvoll, da die Akteure die Umfrage auch aus sozialer Erwünschtheit heraus beantwortet haben können.

Baumpflanzinitiativen als naturbasierter Lösungsansatz für die Klima- und Biodiversitätskrise werden in Ihrer Effektivität stark diskutiert. Die Studie liefert mit empirischen Daten einen Beitrag zur aktuellen Debatte, indem sie den Fokus auf die Berücksichtigung der Biodiversität in der Umsetzung der 3 BTP legt. Die Biodiversität darf nicht neben dem Klimaschutz marginalisiert werden. Vielmehr muss ihr insgesamt aber auch bei der Umsetzung von Baumpflanzinitiativen wie der 3 BTP mindestens der gleiche Stellenwert beigemessen werden. Dies muss gewährleistet werden, um die EU- und internationalen Biodiversitätsziele für die Jahre 2030 und 2050 nicht abermals zu verfehlen, denn dies wäre höchstwahrscheinlich auch mit negativen trade-offs für den Klimaschutz verbunden.

Literaturverzeichnis

- BMUV (2023): Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz. Berlin: 86 S.
- Brancalion, P. H. S. & Holl, K. D. (2020): Guidance for successful tree planting initiatives. *Journal of Applied Ecology* 57(12): 2349-2361. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13725>
- CBD (2022): Post-2020 Global Biodiversity Framework. <https://www.cbd.int/doc/c/409e/19ae/369752b245f05e88f760aeb3/wg2020-05-l-02-en.pdf>. (Letzter Zugriff: 11.10.2024)
- Díaz, S., Hector, A. & Wardle, D. A. (2009): Biodiversity in forest carbon sequestration initiatives: not just a side benefit. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 1(1): 55-60. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.08.001>
- Europäische Kommission (2020): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: EU Biodiversitätsstrategie für 2030 - Mehr Raum für die Natur in unserem Leben. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0380>. (Letzter Zugriff: 11.10.2024)
- Europäische Kommission (2021a): Commission Staff Working Document The 3 Billion Tree Planting Pledge for 2030 Accompanying the Document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions New EU Forest Strategy for 2030. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021SC0651>. (Letzter Zugriff: 11.10.2024)
- Europäische Kommission (2021b): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Neue EU-Waldstrategie für 2030. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0572>. (Letzter Zugriff: 11.10.2024)
- Europäische Kommission, Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission (2022): Durchführungsverordnung (EU) 2022/1203 der Kommission vom 12. Juli 2022 zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) 2016/1141 zwecks Aktualisierung der Liste invasiver gebietsfremder Arten von unionsweiter Bedeutung. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32022R1203>. (Letzter Zugriff: 11.10.2024)
- Europäische Umweltagentur (2020): State of nature in the EU: Results from reporting under the nature directives 2013-2018. Publications Office of the European Union. Luxembourg: 142 S. <https://www.eea.europa.eu/publications/state-of-nature-in-the-eu-2020>. (Letzter Zugriff: 11.10.2024)
- Holl, K. D. & Brancalion, P. H. (2020): Tree planting is not a simple solution. *Science* 368: 580-581. <https://doi.org/10.1126/science.aba8232>.
- IPBES (2018): Summary for policymakers of the regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Fischer, S. et al. (eds). IPBES secretariat. Bonn, Germany: 48 S. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237468>
- IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Díaz, S. et al. (eds.). IPBES secretariat. Bonn, Germany: 56 S. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- Lindenmayer, D. B., Gibbons, P., Bourke, M. A. X., Burgman, M., Dickman, C. R., Ferrier, S., Fitzsimons, J., Freudenberger, D., Garnett, S. T., Groves, C., Hobbs, R. J., Kingsford, R. T., Krebs, C., Legge, S., Lowe, A. J., McLean, R. O. B., Montambault, J., Possingham, H., Radford, J. I. M., Robinson, D., Smallbone, L., Thomas, D., Varcoe, T., Vardon, M., Wardle, G., Woinarski, J. & Zerger, A. (2012): Improving biodiversity monitoring. *Austral Ecology* 37(3): 285-294. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2011.02314.x>

- Noss, R. F. (1990): Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology* 4(4): 355-364. <http://www.jstor.org/stable/2385928>
- RStudio Team (2020): RStudio. Integrated Development Environment for R. Version 1.3. RStudio, PBC. Boston: <https://www.rstudio.com/> (Letzter Zugriff: 11.10.24)
- Seddon, N., Smith, A., Smith, P., Key, I., Chausson, A., Girardin, C., House, J., Srivastava, S. & Turner, B. (2021): Getting the message right on nature-based solutions to climate change. *Global Change Biology* 27(8): 1518-1546. <https://doi.org/10.1111/gcb.15513>
- Seddon, N., Turner, B., Berry, P., Chausson, A. & Girardin, C. A. J. (2019): Grounding nature-based climate solutions in sound biodiversity science. *Nature Climate Change* 9(2): 84-87. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0405-0>
- Sekretariat des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (2020): Global Biodiversity Outlook 5. CBD. Montreal: 16 S.
- Sills, J., Gómez-González, S., Ochoa-Hueso, R. & Pausas, J. G. (2020): Afforestation falls short as a biodiversity strategy. *Science* 368(6498): 1439-1439. <https://doi.org/10.1126/science.abd3064>
- Stanturf, J. A., Palik, B. J. & Dumroese, R. K. (2014): Contemporary forest restoration: A review emphasizing function. *Forest Ecology and Management* 331: 292-323. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.029>
- VERBI Software (2021): MAXQDA 2022. VERBI Software. Berlin: <https://www.maxqda.com/> (Letzter Zugriff: 11. Oktober 2024)

Kontakt

Deira Linke

E-Mail: deira.linke@hnee.de und deiralinke@web.de

Artenschutz im Wirtschaftswald – Flechten und Moose entlang der deutsch-polnischen Grenze

Tim Heidelk

Einleitung

Ob Klimaschutz, Wasserspeicherung oder Rohstoffbereitstellung – Wälder übernehmen die unterschiedlichsten Funktionen von der lokalen bis hin zur globalen Ebene. Der Mensch hat seit jeher einen starken Bezug zum Wald und profitiert in vielfältiger Weise von seinen Leistungen. In erster Linie sind Wälder jedoch vor allem eines: Lebensraum einer bedeutenden, aber teils verborgenen Artenvielfalt. Neben Farn- und Blütenpflanzen, Tieren und Pilzen spielen insbesondere die Flechten und Moose eine wichtige Rolle in Waldökosystemen. Allein die Vielfalt rinden- und totholzbewohnender Flechten und Moose übersteigt in vielen Waldtypen die der Gefäßpflanzen deutlich (Kriebitzsch et al. 2013). Gleichzeitig bilden die beiden Artengruppen Mikrohabitate für verschiedenste Kleinstlebewesen, dienen als Nahrung für andere Organismen und sind für die Wasserspeicherung im Wald relevant. Im Gegensatz zu den Gefäßpflanzen besitzen Flechten und Moose kein Abschlussgewebe, das sie vor äußeren Einflüssen schützt. Wasser sowie Nähr- und Schadstoffe werden unmittelbar über die Oberfläche aufgenommen. Dadurch sind sie besonders sensibel gegenüber Stoffeinträgen. Im Zusammenhang mit den Schwefeldioxidemissionen in der Vergangenheit führte dies zu einer starken Verarmung der Flechten- und Moosflora. Durch Maßnahmen zur Rauchgasentschwefelung befinden sich die Arten jedoch seit längerem in einer lebhaften Wiederausbreitung (Rose und Hawksworth 1981). Neben Schadstoffeinträgen wirken sich auch forstwirtschaftliche Praktiken unmittelbar auf die Artenvielfalt der Flechten und Moose aus. Intensiv bewirtschaftete Wälder sind häufig besonders struktur- und artenarm, nehmen aber einen Großteil der existierenden Waldflächen ein. Allein in Deutschland sind etwa 95 % der Waldfläche bewirtschaftet (Drenckhahn et al. 2020) und werden es vermutlich auch bleiben. Die Umsetzung segregativer Schutzkonzepte kann somit nur auf einem Bruchteil der gesamten Waldflächen umgesetzt werden, was die Relevanz integrativer Artenschutzmaßnahmen verdeutlicht. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich das hier beschriebene Promotionsvorhaben mit der Integration des Schutzes von rindenbewohnenden Flechten und Moosen in bewirtschafteten Wäldern des mitteleuropäischen Binnentieflandes. Im Fokus stehen dabei die Fragen: Welche Waldstrukturen tragen in der Region zur Förderung der Artenvielfalt bei? Welche Baumarten spielen hierbei eine besondere Rolle? Welche Managementempfehlungen für den Artenschutz sind daraus abzuleiten? Das Projekt wird über das Promotionsstipendienprogramm der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert und adressiert mit der Erhaltung der biologischen Vielfalt eines der Hauptziele des Übereinkommens über die biologische Vielfalt.

Methodik

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über einen 100 km breiten Geländestreifen entlang und beidseits der deutsch-polnischen Grenze. Die Nord-Südausdehnung reicht etwa von Berlin bis nach Zittau. Das ehemals stark durch Schwefeldioxidemissionen beeinflusste Gebiet ist durch einen besonders hohen Waldanteil geprägt. Es treten überwiegend weitläufige Kiefernreinbestände auf, die typischerweise nur einer geringen Zahl rindenbewohnender Arten einen Lebensraum bieten. Einige punktuelle Untersuchungen in artenreichen Waldstrukturen mit jungen Lärchen und Eichen (z.B. Otte 2008) ließen jedoch ein größeres Potenzial der lokalen Waldbestände für den Schutz von rindenbewohnenden Flechten und Moosen erkennen.

Dieses sollte im Rahmen des Forschungsvorhabens genauer und großflächiger untersucht werden. Zu diesem Zweck wurden in den Jahren 2022 und 2023 insgesamt 184 Untersuchungsflächen mit einer Größe von einem Hektar untersucht. Ihre Form war annähernd quadratisch (100 x 100 m). Die Beschreibung der Waldflächen erfolgte über verschiedene Parameter wie beispielsweise die vorhandenen Baumarten, Mischungsanteile und -formen der Baumarten, die vertikale Struktur des Bestandes, Wuchsklassen und den Kronenschlussgrad. Für die spätere Auswertung wurden die Flächen auf dieser Basis in Klassen zusammengefasst. Die Erfassung der rindenbewohnenden Flechten und Moose erfolgte über das intensive Absuchen der gesamten Fläche und beschränkte sich auf die unteren zwei Meter der Stämme sowie erreichbare Äste und Bruchäste. Die Artenvorkommen wurden getrennt nach Baumart in den jeweiligen Bestandesschichten und separat für jeden Teil des Baumes (Stamm, Ast, Bruchast) notiert. Arthäufigkeiten konnten am Ende der Erfassung auf Basis einer dreistufigen Skala geschätzt werden.

Vorläufige Ergebnisse

Nach aktuellem Stand (10.09.2024) ließ sich mit einer Gesamtartenzahl von 175 rindenbewohnenden Flechten- und Moosarten eine beeindruckende Vielfalt im Untersuchungsgebiet nachweisen. Reinbestände aus Kiefer und Fichte bilden mit durchschnittlich zehn Arten pro Untersuchungsfläche die mit Abstand artenärmsten Waldflächen. Bereits das Vorhandensein eines oder weniger Bäume einer anderen Baumart kann jedoch zur deutlichen Steigerung der Artenvielfalt auf der Fläche führen. Für die Region sind dabei besonders Lärche, Birke, Stiel- und Traubeneiche sowie Weichlaubhölzer wie Pappel und Weide relevant. Aber auch die nicht-heimische Roteiche leistet einen wichtigen Beitrag für den Schutz rindenbewohnender Flechten und Moose in den Wirtschaftswäldern des Untersuchungsgebietes. 68,4 % der Flechten- und 62,3 % der Moosarten, die an Eichen gefunden wurden, konnten sowohl an den heimischen Arten Stiel- und Traubeneiche als auch an der Roteiche festgestellt werden. Ähnliche Artenspektren an den drei Baumarten sind vor allem in jungen Eichenbeständen zu finden. Dennoch bildet die Roteiche keinen Ersatz für die heimischen Eichenarten und wenn möglich sollten letztere bei der Baumartenwahl den Vorrang genießen. In Waldbrand-gefährdeten Regionen bietet sich allerdings über die Roteiche die Möglichkeit, Synergieeffekte zwischen Waldbrandprävention und Artenschutz zu erzeugen. Sogenannte Waldbrandriegel aus Roteiche können hier eine vielversprechende Lösung darstellen. Generell sind die Möglichkeiten kleinflächiger Maßnahmen zu betonen, die ein großes Potenzial für den Artenschutz und ein geringes Konfliktpotenzial im Kontext einer wirtschaftlichen Nutzung umfassen. Das Belassen von Einzelbäumen kann dabei nicht nur für die Artenvielfalt an sich, sondern auch für das konkrete Vorkommen gefährdeter Arten relevant sein. Besonders eindrucksvoll lässt sich dies am Beispiel des Weißhaubigen Goldhaarmooses (*Orthotrichum scanicum* Grönvall) darstellen. Das Vorkommen dieser deutschlandweit gefährdeten Art (Rote Liste: 3; Caspari et al. 2018) konnte über alle Untersuchungsflächen nur an einer einzigen Weide inmitten eines ansonsten reinen Kiefernbestandes entdeckt werden (Abb. 1). Kleinräumige Pflanzungen (ca. 0,3 Hektar) und wegbegleitende Baumreihen aus Eiche, Lärche und Birke bieten insbesondere Arten der Bartflechtengattungen *Bryoria* und *Usnea* einen Lebensraum. Viele dieser Arten gelten deutschlandweit ebenfalls als gefährdet. Laubmischwälder sind vor allem für Moose besonders relevant und sollten auf geeigneten Standorten gefördert werden. Letztendlich wird die Baumartenwahl - und damit auch ein großer Einflussfaktor auf die Vielfalt rindenbewohnender Flechten und Moose - immer durch die standörtlichen Gegebenheiten bestimmt. Waldbauliche Gestaltungsmöglichkeiten gibt es viele und gerade das landschaftliche Mosaik aus

verschiedensten Nutzungsformen und Strukturen führt häufig zu einer größeren Artenvielfalt im Gesamten. Alle Waldbesitzenden haben dabei die Möglichkeit einen Beitrag für den Schutz von Flechten und Moosen in ihrem Wald zu leisten.



Abb. 1: Vorkommen von *Orthotrichum scanicum* an einer einzelnen Weide in einem Kiefernbestand. (Quelle: T. Heidelk)

Literaturverzeichnis

- Caspari, S.; Dürhammer, O.; Sauer, M. & Schmidt, C. (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der Moose (Anthocerotophyta, Marchantiophyta und Bryophyta) Deutschlands. Bundesamt für Naturschutz. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(7): 361-489.
- Drenckhahn, D.; Arneth, A.; Filser, J.; Haberl, H.; Hansjürgens, B.; Herrmann, B.; Homeier, J.; Leuschner, C.; Mosbrugger, V.; Reusch, T.; Schäffer, A.; Scherer-Lorenzen, M. & Tockner, K. (2020): Globale Biodiversität in der Krise – Was können Deutschland und die EU dagegen tun? Dokumentationsband zu Diskussion Nr. 24, Halle (Saale). Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V.– Nationale Akademie der Wissenschaften [Hrsg.]. 124 S.
- Kriebitzsch, W.-U.; Bültmann, H.; von Oheimb, G.; Schmidt, M.; Thiel, H. & Ewald, J. (2013): Forest-specific diversity of vascular plants, bryophytes, and lichens. In: Kraus, D.; Krumm, F. (eds.): Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. European Forest Institute, In Focus – Managing Forest in Europe: 158-169.
- Otte, V. (2008): Rückkehr der Bartflechten - Über die Wiedereinwanderung von Usnea- und Bryoria-Arten in Brandenburg und Sachsen mit Hinweisen zu ihrer Bestimmung. Boletus 30(2): 95-105.
- Rose, C.I. & Hawksworth, D.L. (1981): Lichen recolonization in London's cleaner air. Nature 289: 289-292.

Förderhinweis

Das Promotionsvorhaben wird durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert und am Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz in Kooperation mit der Fakultät Biologie der Technischen Universität Dresden durchgeführt. Betreut wird das Projekt durch Dr. Volker Otte und Prof. Dr. Karsten Wesche.

Kontakt

Tim Heidelk

Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz

02826 Görlitz

E-Mail dienstlich: tim.heidelk@senckenberg.de

E-Mail privat: tim-heidelk@web.de

Webseite: <https://www.senckenberg.de/de/institute/senckenberg-museum-fuer-naturkunde-goerlitz/abt-botanik/sekt-lichenes-und-bryophyta/>

Einfluss der Baumkronen, der Umwelt und der Pilzdiversität auf die Zersetzung von Totholz

Maximilian Stein

Einleitung

Totholz ist ein wichtiger Faktor in Waldökosystemen und hat viele verschiedene Funktionen. Totholz ist beispielsweise notwendig für die Speicherung von Wasser und Nährstoffen, spielt eine Rolle bei der Entwicklung des Bodens, trägt zur Speicherung, zum Austausch und zur Dynamik des Kohlenstoffkreislaufs bei und bietet einen Lebensraum für Insekten, Pflanzen, Pilze, Bakterien und Tiere (Forrester et al. 2012). Daher ist Totholz ein wesentlicher Faktor für die Erhaltung der Artenvielfalt (Jia-bing et al. 2005). In Wäldern sind rund 1240 Gigatonnen Kohlenstoff gespeichert, was etwa 75 % des Kohlenstoffs aller terrestrischen Ökosysteme entspricht, wovon etwa die Hälfte als Biomasse gespeichert ist (Lal 2005). Nach dem Absterben der Bäume bleibt dieser gespeicherte Kohlenstoff als Biomasse erhalten, die langsam zersetzt und in Form von Kohlendioxid in die Atmosphäre abgegeben wird (Kipping et al. 2022). Dennoch bleibt die Zersetzung von Totholz der am wenigsten verstandene Teil des Kohlenstoffkreislaufs der Wälder (Perreault et al. 2023). Aufgrund der vielen verschiedenen Funktionen von Totholz und seiner Bedeutung für Ökosysteme und die Umwelt ist es notwendig zu verstehen, wie Totholz im Ökosystem abgebaut wird und welche Faktoren diese Zersetzungsprozesse beeinflussen.

Forschungsziel

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit soll daher geklärt werden, durch welche Faktoren der Totholzabbau beeinflusst wird und wie groß der Anteil der einzelnen Faktoren am Totholzabbau ist. Durch den Klimawandel werden Störungsereignisse wie Feuer oder Stürme immer häufiger, wodurch auch die Wälder zunehmend lichter werden. Daher wird zum einen der Einfluss der Baumkronen auf die Zersetzung des Totholzes untersucht. Durch die genannten Störungen fällt auch zunehmend Totholz an, weshalb auch die Totholzstruktur, die Totholzmenge und die Größe des Totholzes mit ihrem möglichen Einfluss auf den Abbau berücksichtigt werden. Zusätzlich unterscheiden sich die verschiedenen Baumarten hinsichtlich struktureller und chemischer Gegebenheiten, was den Totholzabbau ebenfalls beeinflusst. Daher werden verschiedene Baumarten in dieser Arbeit berücksichtigt. Des Weiteren spielen Pilze eine tragende Rolle bei der Zersetzung von totem organischen Material, weshalb auch der Einfluss der Artenvielfalt als die Zusammensetzungen der Pilzgemeinschaften in dieser Arbeit untersucht wird.

Methoden

Die Daten für die Untersuchung stammen aus einem langfristig angelegtem Totholzexperiment (Seibold et al. 2016). Im Jahr 2011 wurden im Nationalpark Bayerischer Wald 190 verschiedene Plots errichtet. Hierzu wurde Totholz der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) und der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) in verschiedenen Mengen, Formen und Kombinationen ausgelegt. Die Zweige wurden mit 0.2 oder 2 m³/ha und die Baumstämme mit 10 oder 100 m³/ha ausgelegt. Die verschiedenen Kombinationen dienen der Bildung eines Gradienten in der Holzmenge und der strukturellen Diversität. Die verschiedenen Plots wurden einmal unter einem geschlossenen und einem offenen Kronendach errichtet und dieser Aufbau an fünf verschiedenen Standorten im Nationalpark repliziert (siehe Abb. 1). Um die Zersetzung des Totholzes und den Einfluss der einzelnen Faktoren zu quantifizieren, wurden alle Plots, welche

Baumstämme enthielten, untersucht. Die Daten für die Fruchtkörper der Pilze, die auf den Baustämmen wuchsen, stammen aus Krah et al. (2018) und wurden bis 2021 erweitert.

Von den Baumstämmen wurden anschließend Scheiben abgeschnitten und getrocknet. Im nächsten Schritt wurden pro Stammscheibe 6 bis 8 Bohrproben entnommen. Von den Proben wurden Gewicht und Volumen bestimmt und daraus die Dichte errechnet. Anschließend wurden der Dichteverlust über den Zeitraum von 2011 bis 2021 und der Anteil der einzelnen Faktoren am Dichteverlust bestimmt. Zur statistischen Analyse und Erstellung der Graphen wurde die Software R verwendet (R Core Team 2022).

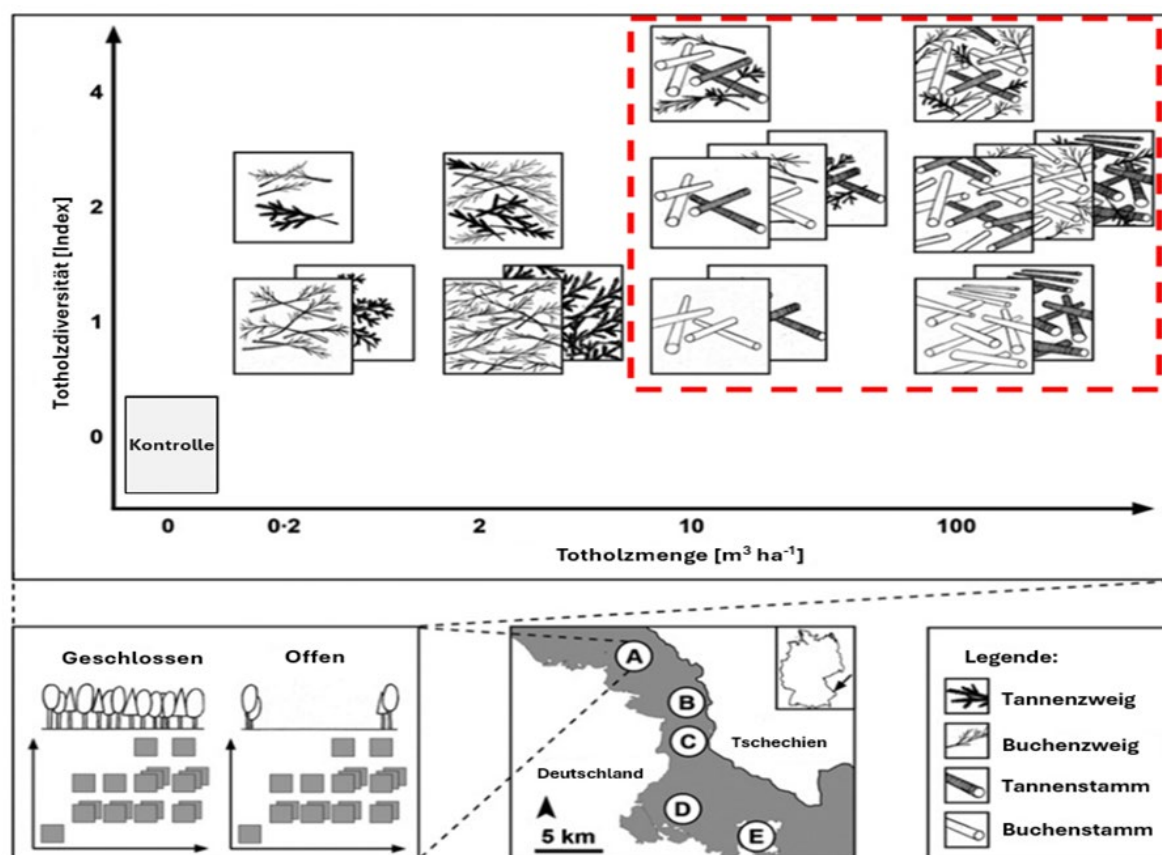


Abb. 1: Aufbau des Studiendesigns (Quelle: Seibold et al. 2016). Untersuchte Plots sind rot markiert.

Ergebnisse

Von den untersuchten Faktoren hatte die Baumart den größten Einfluss auf den Dichteverlust des Totholzes, wobei der Dichteverlust bei der Buche höher war als bei der Tanne. Das Kronendach der Bäume hatte ebenfalls einen starken Einfluss auf den Dichteverlust, wobei der Dichteverlust bei einem offenen Kronendach höher war. Mit zunehmender Heterogenität des Totholzes steigt auch der Dichteverlust des Totholzes geringfügig. Der Durchmesser der Baumstämme wirkte sich geringfügig positiv auf den Abbau des Totholzes aus. Bei weiterer Unterteilung der Zeitabschnitte war jedoch nur zu Beginn ein Einfluss feststellbar. Die Totholzmenge zeigte insgesamt keinen signifikanten Einfluss und bei weiterer Unterteilung der Zeitabschnitte war der Einfluss ebenfalls minimal. Der Artenreichtum der Pilzgemeinschaft spielte für den Abbau des Totholzes keine Rolle. Die Zusammensetzung der Pilzgemeinschaften zeigte dafür besonders im Zeitabschnitt von 2012-2014 & 2015-2017 einen starken Einfluss, welcher jedoch im Zeitabschnitt von 2018-2021 abflachte (siehe Abb. 2 und Tab. 1).

Tab. 1: Ergebnisse des linearen gemischten Modells zum Einfluss der Faktoren auf die Zersetzung des Totholzes.

	Sum Sq	Mean Sq	NumDF	DenDF	F value	Pr(>F)
Artenreichtum der Pilze	0.0003	0.0003	1	408.11	0.0352	0.8513
Baumart	5.4441	5.4441	1	409.92	571.7236	<0.001 ***
Kronendach	1.8922	1.8922	1	409.10	198.7100	<0.001 ***
Heterogenität	0.3685	0.3685	1	408.32	38.7018	<0.001 ***
Totholzmenge	0.0229	0.0229	1	350.38	2.4020	0.1221
Durchmesser	0.2178	0.2178	1	399.55	22.8762	<0.001 ***

Für die ANOVA wurde die Methode von Satterthwaite verwendet (Sum Sq: Summe der Quadrate; Mean Sq: Mittelwert der Quadrate; NumDF: Freiheitsgrade im Zähler; DenDF: Freiheitsgrade im Nenner). Signifikante Werte sind **fett** markiert (***) ($p < 0,001$) (Quelle: eigene Darstellung).

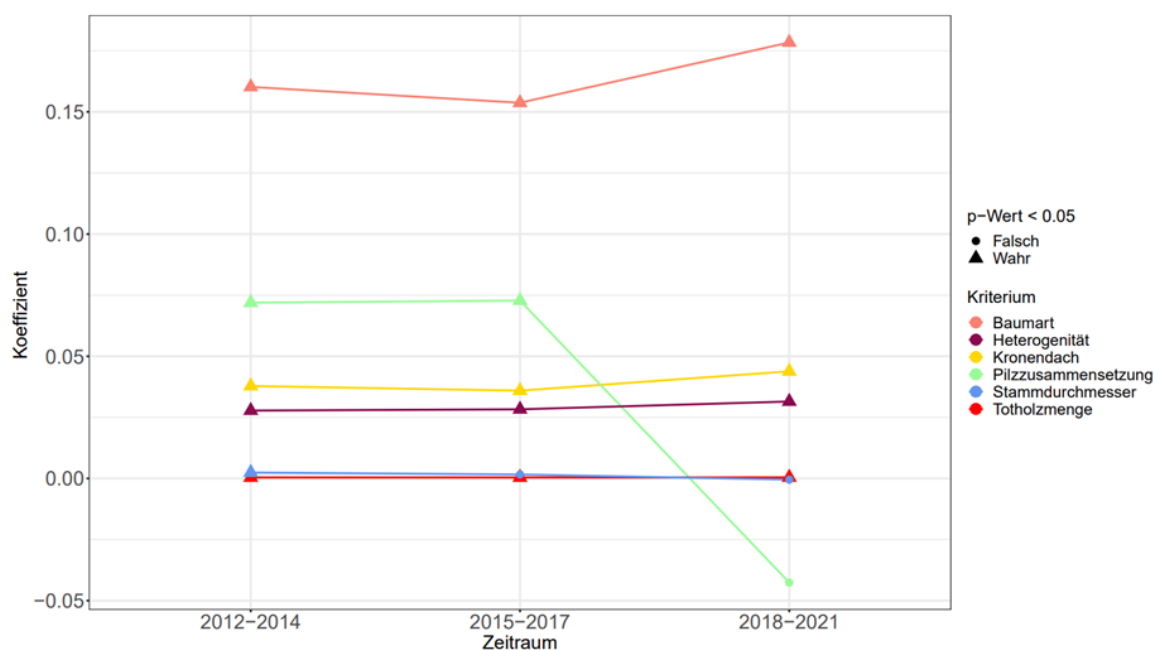


Abb. 2: Ergebnisse der multiplen Regression auf Distanzmatrizen zum Einfluss von Faktoren auf die Zersetzung von Totholz (Quelle: eigene Darstellung).

Diskussion und Ausblick

Durch diese Arbeit wurden die verschiedenen Abbaumechanismen untersucht, wobei bestimmt wurde, welche Faktoren einen besonders hohen Einfluss auf die Zersetzung von Totholz haben. Besonders die Baumart, das Kronendach und die Zusammensetzung der Pilzgemeinschaften hatten einen hohen Einfluss auf den Abbau. Die Ergebnisse zeigen also, dass die Zersetzung von Totholz durch das Zusammenspiel von abiotischen und biotischen Faktoren beeinflusst wurde. Totholz ist und bleibt ein wichtiger Indikator für gesunde Wälder, da es Lebensraum für viele Arten bietet. Die verschiedenen Zersetzungsraten beeinflussen die Dauer der positiven Auswirkungen auf das Ökosystem und eine höhere Variabilität dieser Raten in naturnahen Wäldern könnte für eine größere biologische Vielfalt sorgen.

Literaturverzeichnis

- Forrester, J.A., Mladenoff, D.J., Gower, S.T. & Stoffel, J.L. (2012): Interactions of temperature and moisture with respiration from coarse woody debris in experimental forest canopy gaps. *For. Ecol. Manag.* 265: 124–132. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.10.038>
- Jia-bing, W., De-xin, G., Shi-jie, H., Mi, Z. & Chang-jie, J. (2005): Ecological functions of coarse woody debris in forest ecosystem. *J. For. Res.* 16: 247–252. <https://doi.org/10.1007/BF02856826>
- Kipping, L., Gossner, M.M., Koschorreck, M., Muszynski, S., Maurer, F., Weisser, W.W., Jehmlich, N. & Noll, M. (2022): Emission of CO₂ and CH₄ From 13 Deadwood Tree Species Is Linked to Tree Species Identity and Management Intensity in Forest and Grassland Habitats. *Glob. Biogeochem. Cycles* 36: e2021GB007143. <https://doi.org/10.1029/2021GB007143>
- Krah, F.S., Seibold, S., Brandl, R., Baldrian, P., Müller, J. & Bässler, C. (2018): Independent effects of host and environment on the diversity of wood-inhabiting fungi. *J. Ecol.* 106: 1428–1442. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12939>
- Lal, R., 2005. Forest soils and carbon sequestration. *For. Ecol. Manag.* 220: 242–258. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.08.015>
- Perreault, L., Forrester, J.A., Lindner, D.L., Jusino, M.A., Fraver, S., Banik, M.T. & Mladenoff, D.J. (2023): Linking wood-decay fungal communities to decay rates: Using a long-term experimental manipulation of deadwood and canopy gaps. *Fungal Ecol.* 62: 101220. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2022.101220>
- R Core Team (2022): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org>. (Letzter Zugriff: 09.04.2025)
- Seibold, S., Bässler, C., Brandl, R., Büche, B., Szallies, A., Thorn, S., Ulyshen, M.D. & Müller, J. (2016): Microclimate and habitat heterogeneity as the major drivers of beetle diversity in dead wood. *J. Appl. Ecol.* 53: 934–943. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12607>

Kontakt

Maximilian Stein

Goethe-Universität Frankfurt am Main
E-Mail: maxistein2000@t-online.de

Prof. Dr. Claus Bässler

Universität Bayreuth, Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften
Lehrstuhl für Pilzökologie
95447 Bayreuth
E-Mail: claus.baessler@uni-bayreuth.de

4 Biodiversität der Meere und Küsten, Hohe See, Digitale Sequenzinformation (DSI), invasive Gebietsfremde Arten (IAS)



Foto: nataliyapylayeva - stock.adobe.com

Zugang zu genetischen Ressourcen und deren Nutzung unter besonderer Berücksichtigung digitaler Sequenzinformationen (DSI)

Şulenur Junglas

Einleitung

Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (**Convention on Biological Diversity – CBD**) und dessen Zusatzprotokoll, das Nagoya-Protokoll, regeln den Zugang zu genetischen Ressourcen und die gerechte Aufteilung der sich aus ihrer Nutzung ergebenden Vorteile, das sogenannte **Access-and-Benefit-Sharing-System (ABS)**. Die zunehmende Digitalisierung genetischen Materials stellt eine neue Herausforderung für das ABS-System dar: **digitale Sequenzinformationen (DSI)**. Der völkerrechtliche Status von DSI ist noch umstritten und die Vertragsstaaten der CBD und des Nagoya-Protokolls arbeiten derzeit daran, eine Lösung bezüglich der DSI-Problematik zu finden und zu klären, inwiefern die Nutzung von DSI den ABS-Verpflichtungen unterliegt.

Das Access-and-Benefit-Sharing-System der CBD und des Nagoya-Protokolls

Eines der Hauptziele des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD) ist die ausgewogene und gerechte Aufteilung der Vorteile, die sich aus der Nutzung von genetischen Ressourcen ergeben. Die CBD legt fest, dass die Staaten souveräne Rechte an ihren genetischen Ressourcen haben (Artikel 15). Dies gilt für alle genetischen Ressourcen, die in Artikel 2 als „genetisches Material von tatsächlichem oder potenziellem Wert“ definiert werden. Genetisches Material wird als „jedes Material pflanzlichen, tierischen, mikrobiellen oder sonstigen Ursprungs, das funktionale Erbinheiten enthält“, definiert. Das Übereinkommen bildet die Grundlagen für das **Access-and-Benefit-Sharing-System (ABS)**. Das Nagoya-Protokoll, ein Zusatzprotokoll zur CBD, das zur Umsetzung des dritten Ziels der CBD verabschiedet wurde, konkretisiert und erweitert diese ABS-Verpflichtungen. Aufbauend auf den ABS-Bestimmungen der CBD verpflichtet das Nagoya-Protokoll die sog. „Nutzer“ genetischer Ressourcen, zunächst eine vorherige Zustimmung nach Inkenntnissetzung (**Prior Informed Consent – PIC**) in Form einer Genehmigung einzuholen, die es dem Nutzer erlaubt, genetische Ressourcen in einem bestimmten Gebiet zu sammeln (Wallbott et al. 2014). Zusätzlich zum PIC müssen auch einvernehmlich festgelegte Bedingungen (**Mutually Agreed Terms – MAT**) ausgehandelt werden, in denen nicht nur die Art und Weise der Nutzung dieser Ressourcen festgelegt wird, sondern auch die Verpflichtung zum Vorteilsausgleich, denen der Nutzer zustimmen muss, bevor der Zugang zu genetischen Ressourcen gewährt werden kann (Artikel 15 CBD, Artikel 5 und 6 Nagoya-Protokoll).

Sowohl die CBD als auch das Nagoya-Protokoll verfolgen einen bilateralen Ansatz für ABS-Transaktionen, d.h. ABS-Verpflichtungen werden zwischen zwei Parteien – dem Nutzer und dem Bereitsteller genetischer Ressourcen – ausgehandelt. Einerseits bietet die Verwendung von MAT im Rahmen der CBD und des Nagoya-Protokolls den „Bereitstellern“ genetischer Ressourcen ein gewisses Maß an Sicherheit, dass die Vorteile geteilt werden, da es sich bei diesen Vereinbarungen um rechtsverbindliche Verträge handelt. Auf der anderen Seite ergeben sich eine Reihe von Problemen im Zusammenhang mit der Durchführung nationaler ABS-Gesetze. Diese Probleme betreffen die ABS-Verhandlungsprozesse, insbesondere die Dauer der Verhandlungen, Zweifel an der Angemessenheit bilateraler ABS-Vereinbarungen für die Nutzung genetischer Ressourcen und weitere Aspekte.

Digitale Sequenzinformationen

In jüngerer Zeit ist die Diskussion um sogenannte digitale Sequenzinformationen (DSI) entbrannt. Bei DSI handelt es sich im weiteren Sinne um genomische Sequenzdaten und andere damit zusammenhängende digitale biologische Daten. Dazu gehören beispielsweise die Details der DNA oder RNA eines Organismus. Aufgrund der technologischen Entwicklung und der Fortschritte in der synthetischen Biologie wird immer mehr biologisches Material sequenziert und immer mehr Sequenzdaten generiert. Die digitalen Sequenzinformationen werden in vielen Bereichen von der Medizin bis zur Landwirtschaft verwendet, zu kommerziellen oder nichtkommerziellen Zwecken, z.B. zur Entwicklung oder Verbesserung neuer Produkte oder Behandlungen. Sie sind wichtig für die Biodiversitätsforschung, Ernährungssicherheit, menschliche Gesundheit usw. (Laird und Wynberg 2018). Häufig sind sie in öffentlich zugänglichen Datenbanken verfügbar und können weltweit abgerufen werden. Dies bedeutet, dass DSI den Zugang zu genetischen Informationen ermöglichen, ohne tatsächlich Zugang zum physischen genetischen Material gewähren zu müssen. Allerdings haben die zunehmende Abhängigkeit von Forschung und Entwicklung von DSI und der offene Zugang zu DSI bei einigen Vertragsparteien der CBD die Befürchtung geweckt, dass durch DSI bestehende ABS-Regeln untergraben oder sogar obsolet werden. Der Grund hierfür liegt erstens darin, dass keines der beiden Instrumente, CBD und Nagoya-Protokoll, einen ausdrücklichen Verweis auf DSI enthält. Zweitens wird der Verweis auf „Material“ in den Definitionen der CBD so interpretiert, dass er sich nur auf physische Proben bezieht und „immaterielle Aspekte“ wie DSI aus ihrem Anwendungsbereich ausschließt (Rourke et al. 2020). Aus diesen Gründen fallen DSI nach allgemeinem Verständnis nicht in den Anwendungsbereich der beiden Instrumente, was bedeutet, dass DSI ohne Aushandlung von ABS-Vereinbarungen und Verpflichtungen zum Vorteilsausgleich genutzt werden können.

Verhandlungen zur Regulierung von DSI unter CBD und Nagoya-Protokoll

DSI steht seit 2016 auf der Agenda der Vertragsparteien der CBD und des Nagoya-Protokolls. Beraten wird darüber, ob und inwieweit DSI unter CBD und Nagoya-Protokoll fallen bzw. wie sie geregelt werden sollen. Weitere Themen der Verhandlungen sind u. a. die Definition und der Umfang von DSI sowie der Vorteilsausgleich. Der Begriff „digitale Sequenzinformationen“ wird noch als Platzhalter verwendet (CBD 2018), da es keine internationale Einigung über das Verständnis von DSI gibt. Bezüglich des Umfangs, der noch umstritten ist, kämen vier Optionen in Betracht. Die erste würde nur DNA und RNA umfassen, die zweite zusätzlich auch die Proteine, die dritte weiterhin noch Metaboliten und die vierte und umfassendste Option auch traditionelles Wissen und andere Daten (Houssen et al. 2020). AHTEG, die technische Ad-Hoc-Expertengruppe für digitale Sequenzinformationen über genetische Ressourcen, hat allerdings bereits entschieden, dass die vierte Gruppe nicht als DSI gelten kann (CBD Secretariat 2020).

Auf der 15. CBD-Vertragsstaatenkonferenz (**C**onference of the **P**arties, COP), der COP 15, haben die Vertragsstaaten den Globalen Biodiversitätsrahmen (Kunming-Montreal **G**lobal **B**iodiversity **F**ramework - GBF) verabschiedet (CBD 2022a), in dessen Statusziel C und Handlungsziel 13 ausdrücklich betont wird, dass die Vorteile aus der Nutzung von DSI auf faire und gerechte Weise geteilt werden sollen (CBD 2022b). Darüber hinaus haben die Vertragsstaaten der CBD beschlossen, innerhalb des Globalen Biodiversitätsrahmens einen multilateralen Mechanismus zu DSI einzurichten, der auch einen globalen Fond umfassen soll (CBD 2022b). Der Mechanismus soll dazu dienen, die Vorteile aus der kommerziellen und nichtkommerziellen Nutzung von DSI ausgewogen aufzuteilen. Er sollte kosteneffektiv, effizient und einfach sein

und durch einen fairen, transparenten, inklusiven, partizipativen und zeitgebundenen Prozess funktionieren (CBD 2022b). Es ist wichtig, dass der Mechanismus im Einklang mit den bestehenden ABS-Vorschriften der CBD und des Nagoya-Protokolls funktioniert. Die finale Erarbeitung der Einzelheiten dieses Mechanismus wurde jedoch auf die nächste Vertragsstaatenkonferenz COP 16 in Cali, Kolumbien (21. Oktober 2024 – 1. November 2024) verschoben.

DSI in weiteren internationalen Foren

Der Umgang mit DSI wird ebenfalls in anderen internationalen Foren erörtert, wie im internationalen Vertrag über pflanzgenetische Ressourcen (International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture - ITPGRFA), im Rahmenwerk für pandemische Grippeviren (Pandemic Influenza Preparedness – PIP Framework) der Weltgesundheitsorganisation (WHO), im geplanten internationalen Instrument zur Pandemieprävention der WHO und im UN-Hochseeabkommen (BBNJ-Abkommen). Eine Zusammenarbeit mit anderen Foren ist wichtig, damit die ABS-Vorschriften harmonisiert sind. Das BBNJ-Abkommen bedarf besonderer Aufmerksamkeit, da es das erste internationale Instrument ist, welches explizit Regeln zu DSI enthält, auch wenn es den Begriff DSI nicht definiert. Die Regulierung im BBNJ-Abkommen könnte als Modell für eine DSI-Lösung im Rahmen der CBD dienen.

Fazit

Die Regulierung von DSI sollte fair und gerecht sein, rechtliche Klarheit und Sicherheit bieten und eine Balance zwischen Nutzern und Bereitstellerländern ermöglichen. Hier scheint jedoch der Bilateralismus des derzeitigen ABS-Systems nicht die am besten geeignete Lösung für DSI zu sein. Das bestehende bilaterale System wird bereits in vielerlei Hinsicht kritisiert u. a. wegen zu vieler, zu unterschiedlicher nationaler Regularien, unklarer behördlicher Zuständigkeiten und komplexer Verhandlungsprozesse, sowie Behinderung der Grundlagenforschung. Vor diesem Hintergrund könnte ein multilateraler Ansatz besser geeignet sein, um die Herausforderungen im Zusammenhang mit DSI zu adressieren.

Obwohl die Einrichtung des multilateralen DSI-Mechanismus im Rahmen des GBF einen bedeutenden Fortschritt darstellt, bleiben noch viele Fragen offen. Dazu zählt u. a., ob der DSI-Mechanismus des GBF auf das ABS-System unter dem Nagoya-Protokoll übertragen werden kann, ob ein multilateraler Mechanismus zu DSI unter Artikel 10 des Nagoya-Protokolls eingerichtet werden kann oder ob es ein eigenes spezifisches ABS-Instrument zu DSI geben sollte.

Literaturverzeichnis

- CBD (2018): Digital Sequence Information on Genetic Resources (CBD/COP/DEC/14/20). Montreal. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-14/cop-14-dec-20-en.pdf>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)
- CBD (2022a): Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (CBD/COP/DEC/15/4). Montreal. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)
- CBD (2022b): Digital Sequence Information on Genetic Resources (CBD/COP/DEC/15/9). Montreal. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-09-en.pdf>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)
- CBD Secretariat (2020): Report of the Ad Hoc Technical Expert Group on Digital Sequence Information on Genetic Resources (CBD/DSI/AHTEG/2020/1/7). Montreal. <https://www.cbd.int/doc/c/ba60/7272/3260b5e396821d42bc21035a/dsi-ahteg-2020-01-07-en.pdf>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)

- Houssen, W., Sara, R. und Jaspars, M. (2020): Digital Sequence Information on Genetic Resources: Concept, Scope and Current Use (CBD/DSI/AHTEG/2020/1/3). Montreal. <https://www.cbd.int/doc/c/fe9f/2f90/70f037ccc5da885dfb293e88/dsi-ahteg-2020-01-03-en.pdf>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)
- Laird, S. A. und Wynberg, R. P. (2018): A Fact-Finding and Scoping Study on Digital Sequence Information on Genetic Resources in the Context of the Convention on Biological Diversity and the Nagoya Protocol (CBD/SBSTTA/22/INF/3, CBD/DSI/AHTEG/2018/1/3). Montreal. <https://www.cbd.int/doc/c/079f/2dc5/2d20217d1cdacac787524d8e/dsi-ahteg-2018-01-03-en.pdf>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)
- Rourke, F. M., Phelan, A. und Lawson, C. (2020): Access and benefit-sharing following the synthesis of horsepox virus. *Nature Biotechnology* 38: 537–539.
- Wallbott, L., Wolff, F. und Pozarowska, J., (2014): The negotiations of the Nagoya Protocol. Issues, coalitions and process. In: Oberthür, S. und Rosendal, G. K. (Hrsg.): *Global Governance of Genetic Resources. Access and benefit sharing after the Nagoya Protocol*. Routledge. London: 33–59.

Förderhinweis

Das Promotionsvorhaben wird an der Universität Passau am Lehrstuhl für Staats- und Verwaltungsrecht, Völkerrecht, Europäisches und Internationales Wirtschaftsrecht durchgeführt und vom türkischen Bildungsministerium (T. C. Milli Eğitim Bakanlığı) gefördert.

Kontakt

Şulenur Junglas, LL.M.

Universität Passau, Lehrstuhl für Staats- und Verwaltungsrecht, Völkerrecht, Europäisches und Internationales Wirtschaftsrecht (Prof. Dr. Dederer)

94032 Passau

E-Mail dienstlich: Sulenur.Junglas@uni-passau.de

E-Mail privat: sulenurgoztepe@gmail.com

Digitale Sequenzinformationen unter dem (neuen) UN-Hochseeabkommen

Gizem Demir

Einleitung

Allgemein anerkannt ist heutzutage, dass der Begriff der ‚Bioprospektierung‘ (engl. „*bioprospecting*“) die systematische Suche nach biologischen und natürlichen Verbindungen, Genen und ganzen Organismen in der freien Natur, die einen tatsächlichen oder potenziellen Wert für verschiedene Anwendungen haben, beschreibt. Anwendungsbeispiele reichen von der Entwicklung von Produkten für pharmazeutische und kosmetische Zwecke bis zu landwirtschaftlichen Zwecken. Aufmerksamkeit erregten insbesondere maritime genetische Ressourcen, da ein Großteil des Meeres und der darin enthaltenen Biodiversität weiterhin unerforscht bleiben.

Das 1982 vereinbarte Seerechtsübereinkommen (engl. *United Nations Convention on the Law of the Sea, UNCLOS*) bildet den rechtlichen Rahmen für die Nutzung der Meere, jedoch sieht es hinsichtlich der Hohen See (engl. *the High Seas*) und des Gebiets (engl. *the Area*), d.h. hinsichtlich der Bereiche jenseits nationaler Jurisdiktion der Staaten, nur allgemeine Schutz- und Kooperationsmaßnahmen vor. Die Erschließung und Nutzung maritimer genetische Ressourcen ist mithin unter dem UNCLOS nicht vollumfänglich geregelt. Die Biodiversitätskonvention von 1993 (engl. *Convention on Biological Diversity, CBD*) und das Nagoya Protokoll (NP) von 2010 vermögen die Rechtslücke nicht zu schließen, da diese Konventionen jenseits nationaler Jurisdiktion nicht anwendbar sind (s. Art. 4 Buchst. b iVm Art. 15 Absatz 1 CBD). Mithin wurden unter der bisherigen Regelung die Vorteile aus der Nutzung der genetischen Ressourcen, die jenseits nationaler Jurisdiktion entnommen wurden, nicht gerecht verteilt. Hier stellten sich wichtige Gerechtigkeitsfragen, da nur wenige Staaten die Technologien besaßen, um Forschung an maritimen genetischen Ressourcen in Gebieten jenseits nationaler Jurisdiktion durchführen zu können.

Das UN-Hochseeabkommen

Das neue UN-Hochseeabkommen, förmlich *Agreement under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the Conservation and Sustainable Use of Marine Biological Diversity of Areas beyond National Jurisdiction (BBNJ)*, das erst mit der 60. Ratifikationsurkunde in Kraft tritt*, erweitert nunmehr den Schutz der Biodiversität und die Verpflichtung zum gerechten Vorteilsausgleich auf die Bereiche jenseits nationaler Jurisdiktion. Den Art. 9 ff. UN-Hochseeabkommen ist zudem eine Gleichstellung der Verpflichtung des gerechten Vorteilsausgleichs aus Aktivitäten von digitalen Sequenzinformationen und genetischen Ressourcen zu entnehmen. Dies ist bemerkenswert, da der Begriff der digitalen Sequenzinformationen weiterhin kontrovers diskutiert bleibt und trotz der Bemühungen der Vertragsstaatenkonferenz der CBD seit 2016, bisher ein Konsens bezüglich Definition und Reichweite des Begriffs nicht erzielt werden konnte. Der Begriff der digitalen Sequenzinformation soll die Informationen über die molekulare Zusammensetzung genetischer Ressourcen erfassen und trägt dem Umstand Rechnung, dass mithilfe neuer Biotechnologien Gensequenzen ohne Zugriff auf das physische Material hergestellt oder auch modifiziert werden können.

Ein weiterer Gesichtspunkt, der von der Vertragsstaatenkonferenz der CBD diskutiert wurde, ist, ob der Anwendungsbereich der CBD auf digitale Sequenzinformationen erweitert werden kann, denn bisher beziehen sich die CBD und das NP auf genetische Ressourcen in Form von physischem Material. Zwar könnte der Begriff des genetischen Materials iSv Art. 2 Absatz 9

CBD dahingehend ausgelegt werden, dass auch digitale Sequenzinformationen erfasst sind. (Dafür spricht eine dynamische Interpretation und eine systematische Interpretation anhand des UN-Hochseeabkommens im Lichte von Art. 31 Absatz 3 Buchstab. c Wiener Vertragsrechtskonvention). Dies ist jedoch angesichts der Opposition einiger Vertragsstaaten der CBD nicht erfolgsversprechend, so dass letztlich ein Zusatzprotokoll unter der CBD erforderlich wäre.

* Der Text des UN-Hochseeabkommens und der Stand der Ratifikationen kann unter https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtsg_no=XXI-10&chapter=21&clang=_en (15.10.2024) eingesehen werden.

Literaturverzeichnis

- Akpoviri, F. I., Baharum, S. N. und Zainol, Z. A. (2023): Digital Sequence Information and the Access and Benefit-Sharing Obligation of the Convention on Biological Diversity. *Nanoethics* 17: 1–33.
- Blasiak, R., Wynberg, R., Grorud-Colvert, K., Thambisetty, S., Bandarra, N.M., Canário, A.V.M., da Silva, J., Duarte, C.M., Jaspars, M., Rogers, A., Sink, K. und Wabnitz, C.C.C. (2020): The ocean genome and future prospects for conservation and equity. *Nature Sustainability* 3: 588–596.
- Long, R. (2022): Striking an Equitable Balance under the Biodiversity Agreement, The Elusive Case of New Technologies, Marine Genetic Resources and the Global South. In: Kraska, J. und Park, Y. K. (Hrsg.): *Emerging Technology and the Law of the Sea*. Cambridge University Press. Cambridge: 63–107.
- Matz, N. (2005): Wege zur Koordinierung völkerrechtlicher Verträge. *Völkervertragsrechtliche und institutionelle Ansätze*. Springer. Heidelberg, Berlin: 233–336, insb. 288–304.
- Matz, N., Rüdiger, W. (2000): The Interplay of the United Nations Convention on the Law of the Sea and the Convention on Biological Diversity. *Max Planck Yearbook of United Nations Law* 4: 445–480.
- Vöneky, S. (2019): Bioprospecting. Gerechte Verteilung genetischer Ressourcen. In: Nida-Rümelin, J., Detlef von, D. und Wloka, N. (Hrsg.): *Internationale Gerechtigkeit und institutionelle Verantwortung*. De Gruyter. Berlin: 341–355.
- Proelss, A. (2008): Marine Genetic Resources under UNCLOS and the CBD (2008). *German Yearbook of International Law* 51: 417–446.

Förderhinweis:

Diese Forschungsarbeit wurde gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder (CIBSS – EXC-2189).

Kontakt

Gizem Demir

Universität Freiburg, Institut für Öffentliches Recht Abteilung 2, Völkerrecht und Rechtsvergleichung
79085 Freiburg
E-Mail: gizem.demir@jura.uni-freiburg.de

KoMoDo – Abschätzung Kormoran-induzierter Mortalität beim Westdorsch

Katja Mehrwald, Tyrell DeWeber und Uwe Krumme

Zustand des Westdorschbestands

Der Westdorschbestand in der Ostsee befindet sich derzeit in einer kritischen Lage. Der Bestand der Elterntiere ist so gering wie nie zuvor seit den 1980er Jahren, und seit 2017 ist die Nachwuchsproduktion weit unter dem langfristigen Mittel. Der letzte starke Nachwuchsjahrgang wurde 2016 produziert (ICES 2022). Trotz drastisch reduzierter Fischereimaßnahmen und einem teilweise kompletten Stopp der auf den Dorsch gerichteten Fischerei zeigt sich bislang keinerlei Erholungstendenz. Wahrscheinlich tragen Faktoren außerhalb der Fischerei, Erwärmung, Eutrophierung, Lebensraumverlust und Zunahme der natürlichen Sterblichkeit, maßgeblich zu diesem Zustand bei (Bryhn et al. 2022). In diesem Zusammenhang gewinnt auch die Rolle von Kormoranen, die sich von jungen Dorschen ernähren, an Bedeutung.

Einfluss der Kormorane

Seit den 1970er Jahren ist der Kormoranbestand im südwestlichen Ostseeraum (einschließlich Dänemark, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern) stark angestiegen und liegt seit 1995 stabil bei etwa 50.000 Brutpaaren (Koop 2020). Von vielen Fischern wird die Präsenz der Kormorane als Bedrohung für die Fischbestände und damit auch für die Fischerei empfunden (DFV 2022). Bisher sind die Effekte der Kormoranpräda­tion auf den Dorschbestand jedoch in den Bestandsmodellen nicht berücksichtigt worden, obwohl neuere Forschungsergebnisse darauf hindeuten, dass diese einen erheblichen Einfluss auf Fischbestände und Fischereiwirtschaft entlang der Ostseeküste haben könnten (Bryhn et al. 2022, Haase et al. 2021, Pietrock und Sternberg 2021).

Eine aktuelle Studie des Instituts für Binnenfischerei Potsdam-Sacrow e.V. (IfB) zeigte, dass Kormorane an einem Schlafplatz am Dassower See nahe der Lübecker Bucht in ihrer Nahrung einen überraschend hohen Anteil an jungen Dorschen aufwiesen (Pietrock und Sternberg 2021). Diese Beobachtungen lenken die Aufmerksamkeit auf die Rolle natürlicher Sterblichkeit als potentiellen Faktor für die schlechte Lage des Westdorschbestands. In diesem Gebiet machte Dorsch 25 % bis 96 % der Kormorannahrung aus (bezogen auf die Biomasse), wobei sich der Fraß auf ein- bis zweijährige Fische konzentrierte, die zwischen 12 und 43 cm groß waren (Pietrock und Sternberg 2021). Da diese Ergebnisse jedoch nur von einem Standort stammen und starke zeitliche Schwankungen aufwiesen, bleibt offen, inwiefern sie für andere Gebiete und Zeiträume repräsentativ sind.

Um den potenziellen Einfluss der Kormorane auf die Populationsdynamik des Westdorsches und anderer Fischarten der Region zu verstehen, sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Ziele der Studie

Ein umfassendes Verständnis der Faktoren, die die Populationsdynamik des Westdorsches beeinflussen, ist entscheidend für die Einschätzung der Erholungschancen und die langfristige nachhaltige Nutzung dieses Bestands. Dabei gilt es, sowohl die natürlichen als auch die durch anthropogene Einflüsse bedingten Ursachen für die derzeitige Bestandslage zu erfassen. Nur durch eine genaue Quantifizierung aller Sterblichkeitsfaktoren kann eine fundierte Grundlage für zukünftige Managemententscheidungen geschaffen werden.

Die Studie zielt darauf ab:

1. den Kormoranfraß auf Dorsch an ausgewählten Küstenabschnitten der Ostsee zu quantifizieren,
2. traditionelle und genetisch basierte Methoden zur Analyse von Kormoran-Speiballen miteinander zu vergleichen, und
3. den Einfluss der natürlichen Sterblichkeit durch Kormorane auf die Populationsentwicklung des Westdorsches abzuschätzen.

Das Projekt wird durch die enge Zusammenarbeit des Instituts für Binnenfischerei e.V., des Thünen Instituts für Ostseefischerei, der Universität Aarhus, der Freien Universität Berlin und Ornithologen unterstützt, wodurch ein breites Spektrum an Fachwissen in die Studie einfließt – von Binnen- und Ostseefischerei bis hin zur Ökologie von Dorsch und Kormoran sowie der Populationsdynamik. Finanziert wird das Projekt durch die Fischereiabgabe des Landes Schleswig-Holstein. Weitere Informationen finden Sie unter: <https://www.ifb-potsdam.de/seite/650957/projekt-komodo.html> und <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/ostseefischerei/projekte/lebende-meeresressourcen/komodo-abschaetzung-kormoran-bedingter-sterblichkeit-beim-westdorsch>.



Abb. 1: Kormoran-Brutkolonie auf Rommerholm (DK). Nester sind in Baumkronen oder auf dem Boden gebaut. Kormorane verlassen beim Betreten der Insel die Kolonie (Quelle: L. Malta Rassmussen).

Der Artikel ist in ähnlicher Form in der Fischerei und Fischmarkt erschienen.

Literaturverzeichnis

- Bryhn, A. C., Bergek, S., Bergström, U., Casini, M., Dahlgren, E., Ek, C., Hjelm, J., Königson, S., Ljungberg, P., Lundström, K., Lunneryd, S. G., Ovegård, M., Sköld, M., Valentinsson, D., Vitale, F. und Wennhage, H. (2022): Which factors can affect the productivity and dynamics of cod stocks in the Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak? *Ocean & Coastal Management* 223: 106154. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106154>
- ICES (2022): Cod (*Gadus morhua*) in subdivisions 22–24, western Baltic stock (western Baltic Sea). ICES Advice: Recurrent Advice. Report. <https://doi.org/10.17895/ices.advice.19447868.v1>
- Koop, B. (2020): Ornithologische Begleituntersuchungen zum Kormoran: Bericht für 2020 vorgelegt im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein, Kiel. <https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/ministerien-behoerden/V>. (Letzter Zugriff: 02.12.2024)
- DFV (Deutscher Fischerei-Verband e.V.) (2022): Kormorane fressen mehr Dorsch, als Fischer fangen dürfen. *Natürlich Jagd*. <https://www.natuerlich-jagd.de/im-original/kormorane-fressen-mehr-dorsch-als-fischer-fangen-duerfen/>. (Letzter Zugriff: 02.12.2024)
- Haase, S.; Hüsey, K.; Casini, M.; Radtke, K. und U. Krumme (2021): Eaten by a cormorant: Unexpected return of a tagged Baltic cod. 2021 International Workshop on Metrology for the Sea; Learning to Measure Sea Health Parameters (MetroSea). Reggio Calabria, Italy: 283–287. <https://doi.org/10.1109/MetroSea52177.2021.9611573>
- Pietroock, M. und Sternberg, N. (2021): Analyse von Speiballen zur Ermittlung der Nahrungs-zusammensetzung von Kormoranen in den Gebieten Plöner Seen, Untertrave und Schlei. Bericht im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein. Institut für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow, 90 pp.

Kontakt

Katja Mehrwald

Institut für Binnenfischerei Potsdam-Sacrow e.V.

14469 Potsdam-Sacrow

E-mail: katja.mehrwald@ifb-potsdam.de

Projektwebseite: <https://www.ifb-potsdam.de/seite/650957/projekt-komodo.html>

One Health: Parasiten und Schadstoffe in invasiven Buckellachsen (*Oncorhynchus gorbuscha*) in Norwegen und deren Folgen für Mensch und Umwelt

Nicole Ellen Wells

Hintergrund

Das One Health Konzept verbindet verschiedene Bereiche der Forschung, um ein Gesamtbild interdisziplinärer, komplexer Zusammenhänge darzustellen (Abb. 1). Dabei werden die Gesundheit von Wildtieren, Gesundheit von Menschen und die Gesundheit von Ökosystemen betrachtet (King et al. 2008). Biologische Invasionen stellen eine stetig wachsende Belastung für Ökosysteme dar (Roy et al. 2023). Ein aktuelles Beispiel einer solchen biologischen Invasion sind Buckellachse in norwegischen Flüssen und Küstenregionen. Im Jahr 2017 haben die Fangzahlen in Norwegen einen Höchstwert erreicht. Besonders stark betroffen war die Region Ost-Finnmark mit über 500 Fängen (Malmstrøm 2020). In ganz Norwegen dokumentierten Fischer über 3400 Individuen als Beifang (Mo et al. 2018).

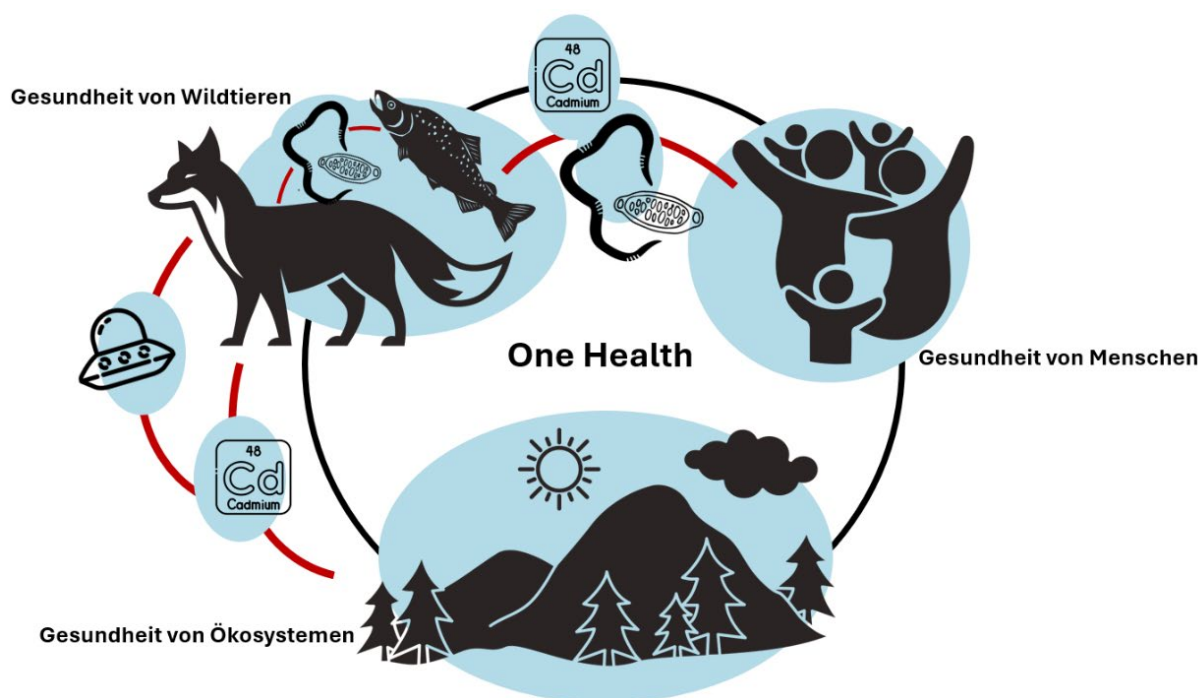


Abb. 1: Schaubild mit den drei Hauptkomponenten des One Health Konzepts. Erweitert mit den Faktoren invasive Arten, Schadstoffe (toxische Metalle) und Parasiten als integrativer Teil. (Quelle: Eigene Darstellung)

Buckellachse können ernsthaften Schaden im lokalen Ökosystem anrichten, wenn sie in solch hohen Zahlen auftreten. Der Hauptgrund dafür ist, dass sich Buckellachse direkt nach dem Laichen zersetzen und somit eine große Menge an Nährstoffen auf einmal in das Wasser einbringen (Mo et al. 2018). In ihren heimischen Flüssen ist diese Zersetzung Teil der Nährstoffversorgung der Flüsse. In norwegischen Flüssen allerdings bringt diese große Nährstoffmenge das Gleichgewicht durcheinander (Northern Hemisphere Pink Salmon Expert Group 2023).

Ein weiteres Problem stellt die Überschneidung der Laichzeiten von Buckellachsen und einheimischen Lachsarten dar. Die Fische konkurrieren um Platz und geeignete Laichorte in den Flüssen (Malmstrøm 2020).

Neben diesen direkten Auswirkungen auf das lokale Ökosystem und deren Bewohner gibt es auch weitreichende indirekte Auswirkungen. Buckellachse könnten toxische Metalle in sich tragen, die sie entweder in den Fluss entlassen wenn sie sich nach dem Laichen zersetzen oder an natürliche Fressfeinde und Menschen weitergeben (Authman et al. 2008). Außerdem für den Menschen relevant sind Nematoden, eine Parasitengruppe, die im Filet der Fische zu finden ist. Wenn Fisch vor dem Verzehr nicht ausreichend lange eingefroren oder durchgerhitzt wird, können Larven vom Menschen aufgenommen werden und leichte bis schwerwiegende Folgen für die Gesundheit haben (CDC - DPDx 2024).

Forschungsvorhaben

Zum einen habe ich eine mobile, einfach anzuwendende Methode getestet, um Buckellachsfilets auf Nematoden zu untersuchen. Des Weiteren möchte ich erforschen, ob sich in Buckellachsen toxische Metalle befinden, die für die Flüsse in Norwegen oder Menschen ein Risiko darstellen könnten, und ob sich die Konzentration an toxischen Metallen in Buckellachsen anhand ihrer Migrationsroute von Norden nach Süden verändert. Zusätzlich möchte ich herausfinden, ob es mögliche Interaktionen zwischen Parasitenbefall und Konzentration an toxischen Metallen gibt.

Fazit und Ausblick

Das Monitoring von Buckellachsen in Norwegen ist essenziell für den Schutz lokaler Ökosysteme. Einige Aspekte innerhalb des Monitorings sind noch nicht ausreichend bekannt, obwohl bereits viel Forschung stattfindet. Hinzu kommt, dass der Buckellachs als Speisefisch sehr beliebt ist und es nicht genügend Informationen über wild gefangene Fische gibt. Daher kann eine einfach zugängliche Methode zur parasitologischen Untersuchung helfen, wichtige Informationen zu sammeln und Konsument*innen zu schützen. Mit der Forschung zu Parasitismus und toxischen Metallen soll so ein weiteres Puzzleteil des Monitorings der Invasion in das Gesamtbild eingefügt werden.

Literaturverzeichnis

- Authman, M. M., E. M. Bayoumy and A. M. Kenawy (2008): Heavy Metal Concentrations and Liver Histopathology of *Oreochromis niloticus* in Relation to Aquatic Pollution. *Global Veterinaria* 2(3): 110-116.
- CDC - DPDx (U.S. Centers for Disease Control and Prevention – Division of Parasitic Diseases and Malaria) (2024): Anisakiasis. <https://www.cdc.gov/dpdx/anisakiasis/index.html>. (Letzter Zugriff: 09.10.2024)
- King LJ, Anderson LR, Blackmore CG, Blackwell MJ, Lautner EA, Marcus LC, Meyer TE, Monath TP, Nave JE, Ohle J, Papaioanou M, Sobota J, Stokes WS, Davis RM, Glasser JH und Mahr RK (2008): Executive summary of the AVMA One Health Initiative Task Force report. *J Am Vet Med Assoc*. 233(2): 259-61. <https://doi.org/10.2460/javma.233.2.259>.
- Malmstrøm, M. (2020): Scientific Opinion of the Panel on Alien Organisms and Trade in Endangered Species of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. VKM Report 2020:01: 1-157.

Mo, T. A., Thorstad, E. B., Sandlund, O. T., Berntsen, H. H., Fiske, P. und Uglem, I. (2018): The pink salmon invasion: a Norwegian perspective. *Journal of Fish Biology* 93(1): 5–7. <https://doi.org/10.1111/jfb.13682>.

Northern Hemisphere Pink Salmon Expert Group (2023): A review of pink salmon in the Pacific, Arctic, and Atlantic oceans. *North Pacific Anadromous Fish Commission Tech. Rep. 21*: 58 S. (Available at <https://npafc.org/>).

Roy, H. E., Pauchard, A., Stoett, P., Truong, T. R., Bacher, S., Galil, B. S., Hulme, P. E., Ikeda, T., Kavi-
leveetil, S., McGeoch, M. A., Meyerson, L. A., Nunez, M. A., Ordonez, A., Rahlao, S. J., Schwindt,
E., Seebens, H., Sheppard, A. W. und Vandvik, V. (2023): Summary for Policymakers of the IPBES
Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control. IPBES: 56 S.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7430692>.

Kontakt

Nicole Ellen Wells

Ruhr Universität Bochum/Universität Duisburg-Essen

E-Mail: nicole.wells@rub.de/nicole.wells@stud.uni-due.de

Weitere Informationen:

<https://www.nina.no/english/Biodiversity/Alien-Species/Pink-salmon>

5 Taxonomie



Foto: A. Staverløkk

Kleine Krabbler, große Rätsel: Eine Reise in die Welt der Tiefsee-Taxonomie

Dennis Klüh

Eine Einführung in das Reich der Tiefe

Die Tiefsee beschreibt den Bereich des Meeres jenseits des Kontinentalschelfs ab einer Tiefe von etwa 200 m unter der Oberfläche, wo kaum mehr Licht ankommt (Danovaro et al. 2014). Sie bedeckt über 60 % der Erdoberfläche und bildet mit etwa 95 % des Volumens der Weltmeere den größten Lebensraum unseres Planeten (Ramirez-Llodra et al. 2010). Dennoch ist sie der am wenigsten erforschte und verstandene: Schätzungen zufolge warten rund 90 % aller marinen Arten noch darauf, entdeckt und beschrieben zu werden (Bouchet et al. 2023). Dies wundert nicht, wenn man bedenkt, dass rund 50 % der Erdoberfläche unterhalb von 3000 m liegen. In einem Bereich, der nur unter Einsatz modernster Technik und hohem Aufwand beprobt und untersucht werden kann (Ramirez-Llodra et al. 2010). Lange Zeit ging man davon aus, dass es in der Tiefsee kein Leben geben kann, bis verschiedene Expeditionen ab dem späten 19. Jahrhundert das genaue Gegenteil bewiesen und Tausende neuer Arten aus Tiefseeebenen und -gräben beschrieben (Wolff 1960). In der heutigen Forschung haben zahlreiche Studien den empirischen Beweis erbracht, dass die Tiefsee nicht unwirtlich für das Leben ist. Vielmehr deutet das begrenzte Wissen, das zur Verfügung steht, sogar stark darauf hin, dass sie einen beträchtlichen Teil der biologischen Vielfalt des Planeten beherbergt (Ramirez-Llodra et al. 2010, Jamieson 2015). Der Zweig der Biologie, der dabei hilft, dieses Mysterium zu lösen, ist die Taxonomie.

In der Tiefsee bilden Crustaceen (Krebstiere) eine weit verbreitete und sehr häufige Gruppe. Sowohl im Bezug auf Abundanz als auch auf taxonomische Vielfalt spielen hier Isopoden (Asseln) eine wesentliche Rolle in der abyssalen und hadalen Lebensgemeinschaft. Ihr Vorkommen erstreckt sich trotz der spärlichen Verbreitungsfähigkeit vieler Arten über ein erstaunlich breites geographisches Spektrum (Hessler und Sanders 1967, Jamieson 2015). Eine bemerkenswerte Gattung aus der Unterordnung der Asselota ist hierbei *Nannoniscus* G.O. Sars, 1870. Diese ist für ihre weltweite Verbreitung, insbesondere in der Tiefsee, bekannt und umfasst über 30 beschriebene Arten mit einem außerordentlich hohen Maß an morphologischer Vielfalt (äußeres Erscheinungsbild). Diese heterogene Gruppe lässt sich nur schwer von anderen Gattungen der Familie abgrenzen. Daher ist eine gründliche Untersuchung erforderlich, um die phylogenetischen Beziehungen innerhalb der Gattung zu klären (Kaiser et al. 2021).

Ziele und Methoden

Es wird ein Studiendesign verfolgt, das darauf abzielt, systematische und phylogenetische Fragen im Zusammenhang mit der Gattung *Nannoniscus* zu klären. Besonderer Schwerpunkt liegt auf Arten aus dem Pazifik, einschließlich neu gesammelter Exemplare aus nordpazifischen Gräben. Der Ansatz integriert morphologische und genetische Daten, die die Beschreibung neuer Arten und die Untersuchung von Typusmaterial umfassen, um Merkmale zu finden, die die Definition der Gattung verfeinern. Diese Forschung soll unser Verständnis der Evolutionsgeschichte von *Nannoniscus* und seiner systematischen Stellung innerhalb der Familie der Nannoniscidae verbessern und unseren Horizont in der Tiefsee-Taxonomie erweitern.

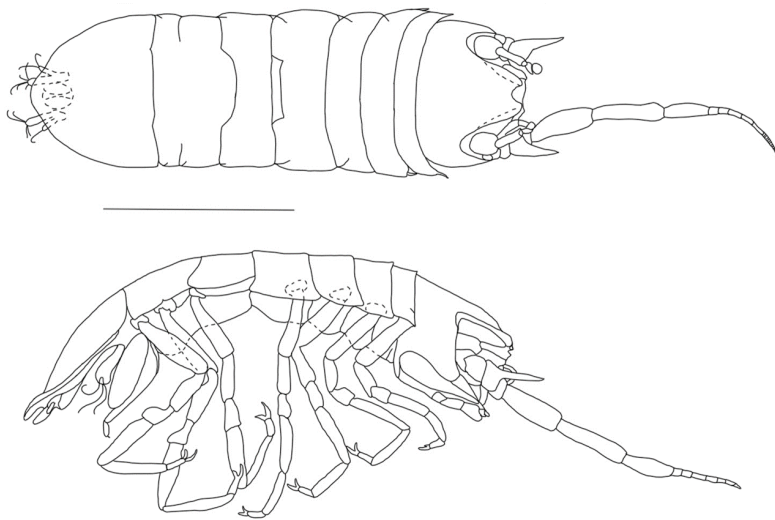


Abb. 1: *Nannoniscus oblongus* G.O. Sars, 1870; adultes Männchen, Hjeltefjord Norwegen. Habitus Zeichnung: (oben) dorsale Ansicht, (unten) laterale Ansicht. Maßstab: 0,5 mm. Übernommen von Wilson (2008).

Häufige in der Taxonomie verwendete Methoden zur Untersuchung von Arten und deren Merkmalen umfassen Zeichnungen der Tiere (siehe Abb. 1), Scans mittels konfokal Laser-Scanning Mikroskop (CLSM, siehe Abb. 2) oder hochauflösende Bilder durch die Verwendung eines Rasterelektronenmikroskops (REM). Mithilfe von Zeichnungen lassen sich aktuelle Studien besser mit historischen Veröffentlichungen vergleichen. Dabei eventuell übersehene oder unter dem Lichtmikroskop nur schwer erkennbare Strukturen und Oberflächen lassen sich mithilfe des CLSM detailliert darstellen. Für die Darstellung von Strukturen mit sehr feinen Details eignen sich REM-aufnahmen besonders. Zusammenfassen lassen sich die gesammelten Daten über Charakter-Zustände anschließend durch die Erstellung einer Datenbank, beispielsweise mithilfe der DEscription Language for TAXonomy (DELTA) Software.

Mithilfe dieser Methoden lassen sich Merkmale verschiedener Arten miteinander vergleichen, um so möglicherweise Art- und Gattungsgrenzen ziehen zu können. Insbesondere wenn neben neu gesammelten Proben auch Museums-Material mit diesen modernen Techniken genauer untersucht wird, können Vergleiche gemacht und mögliche fehlende Inhalte in der Literatur ausgebessert werden. Ergänzen lassen sich diese morphologischen Methoden durch einen integrativen Ansatz mit genetischen Analysen, welche die Erstellung von phylogenetischen Bäumen und Verwandtschaftsbeziehungen erleichtern können. Häufig verwendete genetische Marker in diesem Zusammenhang sind die mitochondriale Cytochrom-c-Oxidase-Untereinheit I (COI) und die große ribosomale Untereinheit (16S) zur Abgrenzung von Arten.

Erste Erkenntnisse

Die Beobachtung einheitlicher morphologischer Merkmale innerhalb von *Nannoniscus* ist keine leichte Aufgabe. Viele Merkmale weisen eine hohe Variationsbreite auf, darunter auch solche, die für die Diagnose der Gattung verwendet werden. Es ist besonders auffällig, dass verschiedene, insbesondere ältere Publikationen unzureichende Informationen über wichtige Merkmale aufweisen (z.B. aufgrund fehlender Abbildungen und Beschreibungen). Einige enthalten sogar Fehler oder Fehlinterpretationen, die revidiert werden müssen. Falsche oder unvollständige Beschreibungen erschweren die Erstellung von Merkmalsmatrizen ungemein und verhindern eine korrekte Einordnung der Tiere.

Durch die bemerkenswerte Diversität innerhalb *Nannoniscus* wird die Suche nach Apomorphien für eine genauere Definition der Gattung maßgeblich erschwert. Bisher konnten keine

grundsätzlich für alle Arten der Gattung geltenden Merkmale identifiziert werden. Dies könnte jedoch den Fakt unterstreichen, dass wohl nicht alle Arten dieser Gattung zuzuordnen sind und eventuell neue Gattungen erstellt werden müssen.

Fazit und Ausblick

Um die Struktur und Funktionsweise von Ökosystemen und die Entwicklung von Taxa innerhalb dieser Systeme zu verstehen, ist ein gründliches Verständnis der Artenvielfalt, -zusammensetzung und -verteilung eine notwendige Voraussetzung. Da die Tiefsee der bei weitem größte Lebensraum der Erde ist, fehlt es immer noch an grundlegendem Wissen über die dort lebenden Arten, einschließlich ihrer Identität, Ökologie und Evolution. Dabei ist der Prozess der Identifizierung und Abgrenzung von Arten von zentraler Bedeutung für das Verständnis von Diversitätsmustern.

Im Falle *Nannoniscus* gilt es nun, weitere Charakterzustände zu erkennen und genetische Untersuchung durchzuführen, um die genaue Struktur der Gattung entschlüsseln zu können.

Nur durch die Beschreibung neuer Arten, können wir unser Verständnis über verschiedene Tiefsee-Ökosysteme erweitern und verbessern. Diese sollen außerdem dazu beitragen, eine breitere Aufmerksamkeit für den Lebensraum Tiefsee als letzten, weitestgehend unberührten Schatz der Erde zu erlangen sowie ihn zu bewahren und vor Ausbeutung und Zerstörung zu schützen.

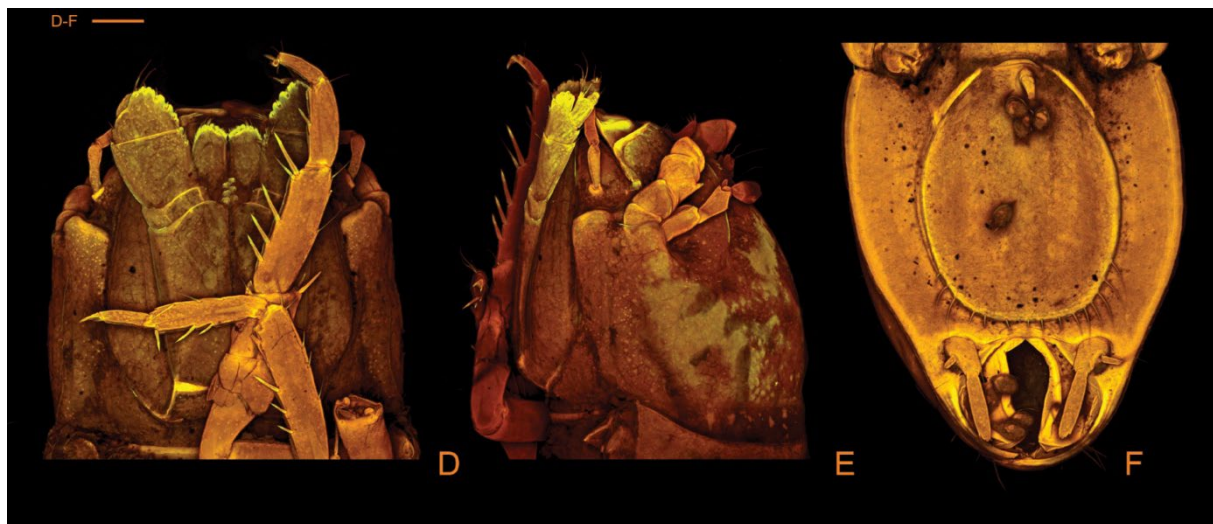


Abb. 2: *Nannoniscus hilario*, Holotyp weiblich. Konfokal Laser-Scanning Mikroskop Bilder: (D) Mundwerkzeuge, ventrale Ansicht; (E) Cephalothorax, laterale Ansicht; (F) Pleotelson, ventrale Ansicht. Maßstab: 100 μ m. Übernommen von Kaiser et al. (2021).

Literaturverzeichnis

- Bouchet, P., Decock, W., Lonneville, B., Vanhoorne, B. und Vandepitte, L. (2023): Marine biodiversity discovery: the metrics of new species descriptions. *Front. Mar. Sci.* 10:929989.
- Brix, S., Held, C., Kaiser, S., Jennings, R. M., Driskell, A., & Brandt, A. (2021). Evolution and phylogeny of the deep-sea isopod families Desmosomatidae Sars, 1897 and Nannoniscidae Hansen, 1916 (Isopoda: Asellota). *Organisms Diversity & Evolution*, 21, 691-717.
- Danovaro, R., Snelgrove, P. V. und Tyler, P. (2014): Challenging the paradigms of deep-sea ecology. *Trends in ecology & evolution* 29(8): 465–475.

- Hessler, R. R. und Sanders, H. L. (1967): Faunal diversity in the deep-sea. *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts* 14(1): 65–70
- Jamieson, A. (2015): *The hadal zone: life in the deepest oceans*. Cambridge University Press. Cambridge: 372 S. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139061384>
- Kaiser, S., Kihara, T. C., Brix, S., Mohrbeck, I., Janssen, A. und Jennings, R. M. (2021): Species boundaries and phylogeographic patterns in new species of *Nannoniscus* (Janiroidea: Nannoniscidae) from the equatorial Pacific nodule province inferred from mtDNA and morphology. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 193(3): 1020–1071.
- Ramirez-Llodra, E., Brandt, A., Danovaro, R., De Mol, B., Escobar, E., German, C. R., Levin, L. A., Martinez Arbizu, P., Menot, L., Buhl-Mortensen, P., Narayanaswamy, B. E., Smith, C. R., Tittensor, D. P., Tyler, P. A., Vanreusel, A. und Vecchione, M. (2010): Deep, diverse and definitely different: unique attributes of the world's largest ecosystem. *Biogeosciences*, 7(9): 2851–2899.
- Sars, G. O. (1870): Nye Dybvandscrustaceer fra Lofoten:(Særskilt aftrykt af Vidensk.-Selsk. Forhandlinger for 1869.).
- Wägele, J.-W. (1989). Evolution und phylogenetisches System der Isopoda. Stand der Forschung und neue Erkenntnisse. *Zoologica* 140:1-262.
- Wilson, G. D. (2008): A review of taxonomic concepts in the Nannoniscidae (Isopoda, Asellota), with a key to the genera and a description of *Nannoniscus oblongus* Sars. *Zootaxa*, 1680(1): 1–24.
- Wolff, T. (1960): The hadal community, an introduction. *Deep Sea Research* (1953), 6, 95–124.

Kontakt

Dennis Klüh

Universität Rostock in Zusammenarbeit mit dem Senckenberg Institut und Naturmuseum Frankfurt am Main, Institut für Biowissenschaften, Abt. Meeresbiologie
18059 Rostock
Email: dennis-klueh@gmx.de

Biodiversitätsentdeckung mit Fokus auf parasitoide Wespen

Tobias Salden

Insekten sind die artenreichste Gruppe weltweit und bilden einen essenziellen Bestandteil terrestrischer Ökosysteme. Sie sind unverzichtbar für eine Vielzahl von Ökosystemdienstleistungen, einschließlich der Nährstoffkreisläufe, der Bestäubung, der genetischen Diversität, der Bereitstellung von Rohstoffen, der Bodenbildung, der Regulierung von Populationen, dem Natourismus oder dem kulturellen Erbe (Cardoso et al. 2020). Dennoch ist die biologische Vielfalt mit einer global erhöhten Aussterberate konfrontiert, die irreversible Folgen nach sich zieht (Pimm et al. 2014). Besonders der Rückgang der Insektenbiomasse hat, spätestens seit der Veröffentlichung der sogenannten Krefeldstudie im Jahr 2017, regelmäßig für mediale Aufmerksamkeit gesorgt (Hallmann et al. 2017). Einer erhöhten Aussterberate, insbesondere von Insekten, gezielt entgegenzuwirken steht ihre unzureichend erforschte Ökologie, Biologie, räumliche Verteilung und Diversität entgegen. Derzeit sind etwa eine Millionen Insektenarten beschrieben, doch die tatsächliche Artenzahl liegt vermutlich um ein Vielfaches höher (IPBES 2019).

Molekulare Untersuchungen wie das DNA-Barcoding zeigen, dass vor allem die Hymenoptera (Hautflügler: Wespen, Bienen und Ameisen) und Diptera (Zweiflügler: Fliegen und Mücken) zahlreiche unbeschriebene Arten enthalten (Hebert et al. 2016). Allein in Deutschland stellen diese zwei Insektengruppen zwei Drittel der gesamten Insektenvielfalt dar (Hausmann et al. 2020). Die taxonomische Expertise ist jedoch ungleichmäßig verteilt, was zu Verzerrungen von Biodiversitätsdaten führt. So kommt es zum Beispiel zu einer Überrepräsentation von taxonomisch vergleichsweise gut bearbeiteten Wirbeltieren und Pflanzen und zu einer Unterrepräsentation von taxonomisch vergleichsweise schlecht bearbeiteten Wirbellosen und Pilzen (Troutet et al. 2017). Die megadiversen Hautflügler und Zweiflügler gelten demnach als typische Vertreter der sogenannten „Dark Taxa“, die besonders artenreich aber unzureichend taxonomisch bearbeitet sind (Page 2016). Um der Verzerrung von Biodiversitätsdaten und der taxonomischen Wissenslücke innerhalb dieser megadiversen Gruppen entgegenzuwirken, wurde das „German Barcode of Life (GBOL) III: Dark Taxa“-Projekt ins Leben gerufen, das sich auf die Ausbildung neuer Taxonom*innen mit Hauptaugenmerk auf diese „Dark Taxa“ konzentriert (Hausmann et al. 2020).

Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf den ökologisch und ökonomisch bedeutsamen parasitoiden Wespen, die eine der diversesten Tiergruppen darstellen (Forbes et al. 2018). Parasitoide sind in ihrem Larvenstadium auf ihren Wirt angewiesen, den sie im Laufe ihrer Entwicklung verzehren und dabei töten, was sie zu bedeutsamen und oft spezifischen Regulierern von pflanzenfressenden Insektenpopulationen macht. Die Forschung über ihre vielfältigen Aufgaben in ökologischen Netzwerken steckt noch in den Kinderschuhen, zum Beispiel ihre Rolle als Bestäuber (Miller et al. 2021). Trotz ihrer Bedeutung spiegelt die Anzahl der derzeit beschriebenen parasitoiden Wespenarten nicht ansatzweise ihre tatsächliche Vielfalt wider.

In direktem Kontakt mit dem Projekt GBOL III: Dark Taxa, fokussiere ich mich in meiner Doktorarbeit auf die Biodiversität der parasitoiden Wespenüberfamilie Ceraphronoidea in Biodiversitäts-Hotspots in den afromontanen Regionen Ostafrikas (Kenia, Tansania) und dem Kaukasus (Armenien, Georgien). Unsere bisherigen Ergebnisse umfassen die Beschreibung von 88 neuen Arten, was die bekannte Artenzahl der afrotropischen Ceraphronoidea mehr als verdoppelt (Salden und Peters 2023). Dabei wurden 72 der 88 neuen Arten in einem schrumpfenden Waldrelikt (Kakamega Forest) in Kenia entdeckt. Darüber hinaus haben wir erstmals

Ceraphronoidea im Kaukasus gesammelt, einem Hotspot, der mit nur fünf unbestätigten Art-nachweisen für die Überfamilie praktisch unerforscht ist (Rdudh et al. 2024). Die gesammelten Tiere werden in einem integrativen Ansatz zur Erforschung der Artenvielfalt behandelt, der sowohl morphologische Untersuchungen mit Fokus auf den diagnostischen männlichen Genitalien als auch Nanopore-Sequenzierungsdaten von CO1-Barcodes kombiniert. Vorläufige Ergebnisse weisen auf eine bemerkenswert hohe Diversität in beiden Wespenfamilien Ceraphronidae und Megaspilidae hin, die zur Überfamilie Ceraphronoidea gehören. Es können mindestens 160 unterscheidbare Arten identifiziert werden, von denen die Mehrheit wissenschaftlich unbeschrieben ist. Dieser integrative Ansatz zur Erforschung der Biodiversität ermöglicht eine deutlich präzisere und schnellere Charakterisierung, Abgrenzung und Identifizierung neu entdeckter Arten. So ist es uns zum Beispiel gelungen, eine historisch beschriebene und weltweit zitierte Art *Aphanogmus fumipennis* Thomson, 1858 als eine Artgruppe zu identifizieren, hinter der sich mindestens mehrere Dutzende verschiedene Arten verbergen (unpubl.).

Diese fundamentale Biodiversitätsforschung in megadiversen Taxa ist Grundlage für jegliche weitere Erforschung dieser Arten und Voraussetzung für ein möglichst realistisches Verständnis der Biodiversität, ihrer Bedeutung und ihres Wandels. Aktuelle ökologische Bewertungen, beschränkt auf wenige Symbolarten, bieten keine verlässlichen und übertragbaren Daten über die tatsächliche Vielfalt, Biomasse und effektive Schutzmaßnahmen (Delso et al. 2021, Musters et al. 2024). Das limitierte Blickfeld auf die Biodiversität muss für präzisere Analysen, seriösere Bewertungen und gezielten Naturschutz dringend erweitert werden. Im zunehmenden Wettlauf der Biodiversitätsentdeckung mit einer erhöhten Aussterberate können solche Projekte auch einen wertvollen Beitrag leisten, um der Erosion taxonomischer Expertise entgegenzuwirken (Hochkirch et al. 2022, Löbl et al. 2023).

Zusammengefasst zeigen unsere bisherigen Ergebnisse, dass es notwendig und auch möglich ist, die unbekannte Diversität parasitoider Wespen zu beleuchten. Diese biologische Grundlagenforschung bildet das unverzichtbare Fundament für ein vollständigeres Bild und Verständnis der Biodiversität und für weiterführende Forschungen in Bereichen wie Ökologie, Evolutionsbiologie, Physiologie und Naturschutz, im Einklang mit den Zielen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD).

Literaturverzeichnis

- Cardoso, P., Barton, P. S., Birkhofer, K. et al. (2020): Scientists' warning to humanity on insect extinctions. *Biological Conservation* 242: 108426. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108426>
- Delso, Á., Fajardo, J., Muñoz, J. (2021): Protected area networks do not represent unseen biodiversity. *Scientific Reports* 11: 12275. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91651-z>
- Forbes, A. A., Bagley, R. K., Beer, M. A. et al. (2018): Quantifying the unquantifiable: why Hymenoptera, not Coleoptera, is the most speciose animal order. *BMC Ecology* 18: 21. <https://doi.org/10.1186/s12898-018-0176-x>
- GBOL III: Dark Taxa. <https://gbol.bolgermany.de/gbol3/de/gbol-dark-taxa/>. (Letzter Zugriff: 07.10.2024)
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E. et al. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12(10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>

- Hausmann, A., Krogmann, L., Peters, R. S. et al. (2020): GBOL III: Dark Taxa. Researchers launch new BIOSCAN project that aims to illuminate thousands of new insect species on Germany's doorstep. iBOL Barcode Bulletin 10: 1. <https://doi.org/10.21083/ibol.v10i1.6242>
- Hebert, P. D. N., Ratnasingham, S., Zakharov, E. V. et al. (2016): Counting animal species with DNA barcodes: Canadian insects. Philosophical Transactions of the Royal Society B 371: 20150333. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.0333>
- Hochkirch, A., Casino, A., Penev, L. et al. (2022): European Red List of insect taxonomists. Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. Europäische Kommission, Generaldirektion Umwelt. <https://doi.org/10.2779/364246>. (Letzter Zugriff: 07.10.2024)
- IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- Löbl, I., Klausnitzer, B., Hartmann, M. et al. (2023): The Silent Extinction of Species and Taxonomists—An Appeal to Science Policymakers and Legislators. Diversity 15(10): 1053. <https://doi.org/10.3390/d15101053>
- Miller, K. E., Polaszek, A., Evans, D. M. (2021): A dearth of data: fitting parasitoids into ecological networks. Trends in Parasitology 37: 863–874. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2021.04.012>
- Musters, C. J. M., Honkoop, H. P., Snoo, G. R. de (2024): Well known indicator groups do not predict the decline of insects. Ecological Indicators 158. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111458>
- Page, R. D. M. (2016): DNA Barcoding and Taxonomy: Dark Taxa and Dark Texts. Philosophical Transactions of the Royal Society B 371: 20150334. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0334>
- Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R. et al. (2014): The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. Science 344(6187): 1246752-1-1246752-10. <https://doi.org/10.1126/science.1246752>
- Rduch, V., Dey, L.-S., Ghazaryan, A. et al. (2024): Exkursion in den Kaukasus: Der CaBOL BioBlitz 2022 in Armenien und Georgien. Koenigia 18: 21-40.
- Salden, T., Peters, R. S. (2023): Afrotropical Ceraphronoidea (Insecta: Hymenoptera) put back on the map with the description of 88 new species. European Journal of Taxonomy 884(1): 1–386. <https://doi.org/10.5852/ejt.2023.884.2181>
- Troudet, J., Grandcolas, P., Blin, A. et al. (2017): Taxonomic bias in biodiversity data and societal preferences. Scientific Reports 7: 9132. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09084-6>

Kontakt

Tobias Salden

Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels
Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig
53113 Bonn
E-Mail: t.salden@leibniz-lib.de

6 Wiederherstellung



Foto: M. Kunle

Die Rolle der Wälder in der europäischen Umweltpolitik: Storylines und Diskurskoalitionen im Kontext des EU-Renaturierungsgesetzes

Simon Fleckenstein, Simon Schaub und Metodi Sotirov

Hintergrund

Angesichts der sich verschärfenden Klima- und Biodiversitätskrise hat die Dringlichkeit der Renaturierung natürlicher Ökosysteme erheblich an politischer und gesellschaftlicher Bedeutung gewonnen. Im Juni 2022 schlug die Europäische Kommission ein neues Regulierungsinstrument vor, das sogenannte EU-Renaturierungsgesetz („Nature Restoration Law“). Dieses legt verbindliche Ziele für die Wiederherstellung degradiertter terrestrischer und aquatischer Ökosysteme fest und soll damit einen maßgeblichen Beitrag zur Erfüllung europäischer und internationaler Klima- und Biodiversitätsverpflichtungen, wie dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD), leisten. Mithin will die Europäische Kommission durch die Festlegung rechtsverbindlicher Ziele für die Renaturierung von Waldökosystemen Regelungslücken auf europäischer Ebene schließen. Der Gesetzesvorschlag zum EU-Renaturierungsgesetz löste jedoch in verschiedenen Umwelt- und Landnutzungsbereichen äußerst kontroverse Debatten aus und erhielt große öffentliche Aufmerksamkeit. So war das ordentliche Gesetzgebungsverfahren heftig umstritten und der finale Gesetzestext wurde erst nach zwei Jahren und infolge umfangreicher Textänderungen und knappen Abstimmungen verabschiedet.

Diese Entwicklung wirft die Frage auf, welche unterstützenden und ablehnenden Akteurskoalitionen sich im Laufe des politischen Verhandlungsprozesses zum EU-Renaturierungsgesetz gebildet haben, welche Argumentationen und Narrative diese in die politische Debatte eingebracht haben und wie diese letztendlich das politische Ergebnis beeinflusst haben.

Theorie und Methoden

Das pluralistische Mehrebenensystem der Europäischen Union (EU) bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten und Foren für die Bildung und Einflussnahme von politischen Netzwerken. Während es unterschiedliche theoretische Darstellungen zur Rolle und zum Einfluss von politischen Netzwerken in politischen Prozessen auf EU-Ebene gibt – von einem ausgewogenen Mehrebenen- und Multiakteurs-Prozess (Marks 1996, Hooghe und Marks 2003) bis hin zur nationalen Zentralisierung der Macht (Moravcsik 1994, 2015) –, erkennt der diskursive Institutionalismus (Schmidt und Radaelli 2004, Schmidt 2008) die Bedeutung des Diskurses in der institutionellen Dynamik und der politischen Entscheidungsfindung an. Dabei wird jedoch weniger Augenmerk auf das Koalitionsverhalten unterschiedlicher Interessensgruppen sowie auf den Einfluss von Diskurskoalitionen und deren gemeinsamen Argumentationslinien und Narrativen auf politische Verhandlungen gelegt. Diese Aspekte sind besonders in der Umweltpolitik relevant, da hier verschiedene Akteure und Akteursgruppen, die von unterschiedlichen legitimen Interessen und Machtstrukturen geprägt sind, zusammenkommen, um Einfluss auf die Politik zu nehmen. Vor diesem Hintergrund stützt sich diese Studie auf Maarten Hajers Diskurskoalitionsansatz (Hajer 1995, 2002) um die Auswirkungen von diskursiver Macht und Koalitionsverhalten innerhalb von Umwelt-Netzwerken auf die Gestaltung politischer Ergebnisse auf europäischer Ebene zu analysieren.

Empirisch wird der Verhandlungsprozess des EU-Renaturierungsgesetzes analysiert, wobei der Schwerpunkt auf der Rolle von Waldökosystemen liegt. Mithilfe der Diskursnetzwerkanalyse (Leifeld 2017) identifiziert diese Studie i) unterstützende und ablehnende Diskurskoalitionen, die sich während des Verhandlungsprozesses gebildet haben, ii) entschlüsselt die

verwendeten waldbezogenen Argumentationslinien und Narrative und iii) analysiert, wie Diskurskoalitionen Einfluss auf den politischen Prozess und das politische Ergebnis genommen haben. Die politische Debatte wird auf der Grundlage von Stellungnahmen aus einer öffentlichen Konsultation (n=154) sowie anhand von Stellungnahmen der wichtigsten Fraktionen des Europäischen Parlaments während der Verhandlungen (n=71) und der zuständigen nationalen Ministerien während zweier öffentlicher Sitzungen des Europäischen Umweltrats (n=33) analysiert. Die Entwicklung der Verhandlungsergebnisse und der Einfluss von Diskurskoalitionen werden durch eine qualitative Inhaltsanalyse der wichtigsten politischen Dokumente ermittelt, von dem Kommissionsvorschlag (KOM 2022) bis hin zum endgültig verabschiedeten Rechtstext (Verordnung 2024/1991).

Vorläufige Ergebnisse

Vorläufige Ergebnisse deuten auf die Formierung von zwei übergeordneten Diskurskoalitionen im Rahmen der Verhandlungen hin: Die ablehnende Koalition besteht aus konservativen und rechtsgerichteten Fraktionen im Europäischen Parlament, Wirtschaftsverbänden aus den Bereichen Forstwirtschaft, Landwirtschaft und Bergbau sowie einigen stark bewaldeten oder von der Landwirtschaft dominierten Mitgliedstaaten. Die unterstützende Koalition besteht aus politischen Parteien links von der Europäischen Volkspartei (EVP), Umwelt-NGOs, Unternehmen, Banken und einer qualifizierten Mehrheit der europäischen Mitgliedstaaten. Forstbezogene Argumentationslinien und Narrative thematisieren insbesondere den aktuellen Zustand der Biodiversität in europäischen Wäldern, der Bevorzugung aktiver oder passiver Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Anpassung an den und Eindämmung des Klimawandels, Kosten-Nutzen-Analysen der Waldrenaturierung und die Rolle von Eigentumsrechten und politischen Kompetenzen in der Forstpolitik. Hinsichtlich des Ergebnisses des Verhandlungsprozesses wird deutlich, dass die verabschiedete Verordnung trotz der starken diskursiven Einflussnahme der ablehnenden Koalition während der politischen Debatte, die in einer Reihe von Zugeständnissen in Form von Änderungen des Gesetzestexts mündete, ambitionierte und konkrete Indikatoren und Ziele für die Wiederherstellung europäischer Waldökosysteme enthält.

Ausblick

Die vorliegende Studie bietet wichtige Einblicke in die Entstehung des ersten EU-weiten, direkt anwendbaren und rechtsverbindlichen forstpolitischen Instruments. Gleichzeitig zeigt sie den bedeutenden Einfluss von Sprache und diskursiven Machtdynamiken innerhalb von Umwelt-Netzwerken und Akteurskoalitionen auf die Gestaltung der EU-Forst- und Umweltpolitik.

Literaturverzeichnis

- KOM (Europäische Kommission) (2022): Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on nature restoration, COM(2022) 304 final, 2022/0195 (COD). https://environment.ec.europa.eu/publications/nature-restoration-law_en. (Letzter Zugriff: 08.10.2024)
- Hajer, M. A. (1995): The Politics of Environmental Discourse: Ecological Modernization and the Policy Process. Oxford University Press. Oxford: 344 S.
- Hajer, M. A. (2002): Discourse coalitions and the institutionalization of practice: the case of acid rain in Great Britain. In: Fischer, F. (Hrsg.): Argument turn policy anal plan. eBook. Routledge. London: 51–84.
- Leifeld, P. (2017): Discourse network analysis. In: Victor, J. N., Lubell, M. N. und Montgomery, A. H. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Political Networks. Series: Oxford handbooks. Oxford University Press. New York: 301–326.

- Marks, G. (1996): An actor-centred approach to multi-level governance. *Regional & Federal Studies* 6(2): 20–38.
- Hooghe, L. und Marks, G. (2003): Unraveling the central state, but how? Types of multi-level governance. *American political science review* 97(2): 233–243.
- Moravcsik, A. (1994): Why the European Union strengthens the state: domestic politics and international cooperation. Paper presented at the Annual Meeting of the American Political Science Association, New York (1-4 September 1994): 79 S.
- Moravcsik, A. (2015). *The choice for Europe: Social purpose and state power from Messina to Maastricht*. Routledge. London und New York: 532 S.
- Schmidt, V. A. (2008): Discursive institutionalism: The explanatory power of ideas and discourse. *Annu. Rev. Polit. Sci.* 11(1): 303–326.
- Schmidt, V. A., & Radaelli, C. M. (2004): Policy change and discourse in Europe: Conceptual and methodological issues. *West European Politics* 27(2): 183–210.
- Verordnung (EU) 2024/1991 des europäischen Parlaments und des Rates vom 24. Juni 2024 über die Wiederherstellung der Natur und zur Änderung der Verordnung (EU) 2022/869. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1991/oj/deu>. (Letzter Zugriff: 08.10.2024).

Förderhinweis

Die Forschung, die zu diesen Ergebnissen geführt hat, wurde mit Mitteln aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union unter der Finanzhilfvereinbarung Nr. 101036849 finanziert.

Kontakt und Projektwebseite

Simon Fleckenstein

Albert-Ludwig-Universität Freiburg, Abteilung für Forst- und Umweltpolitik
79106 Freiburg im Breisgau
und
Universität Helsinki – Forschungsgruppe für internationale Forstpolitik
E-Mail: simon.fleckenstein@ifp.uni-freiburg.de
„SUPERB“-Projektwebseite: <https://forest-restoration.eu/>

Simon Schaub

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg – Institut für Politische Wissenschaft

Metodi Sotirov

Albert-Ludwig-Universität Freiburg, Abteilung für Forst- und Umweltpolitik

Optimierung von Hochmoorrenaturierung und Monitoring in der Praxis: Ökosystemleistungen, Monitoring und Wissenstransfer (Projekt OptiMuM)

Maria Kunle

Einleitung

Torfmoore sind entscheidende Komponenten des globalen Kohlenstoffkreislaufs, da sie etwa 30 % des weltweiten Bodenkohlenstoffs speichern, obwohl sie nur 3 % der Landoberfläche der Erde bedecken (Joosten 2009). In Deutschland machen Moore etwa 5 % der nationalen Landfläche aus, vor allem in nördlichen Regionen wie Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern (Tanneberger et al. 2017). In der Vergangenheit wurden etwa 95 % dieser Moore für die landwirtschaftliche Nutzung entwässert, was zur Freisetzung von bis zu 45 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr beiträgt - etwa 4 % der gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland (Couwenberg 2013). Die Degradierung dieser Ökosysteme durch Entwässerung führt zur Oxidation des Torfs, wodurch einst funktionierende Kohlenstoffsenken zu bedeutenden Kohlenstoffquellen werden.

Renaturierungsbemühungen, die darauf abzielen, die natürlichen hydrologischen und ökologischen Funktionen von Mooren wiederherzustellen, sind zunehmend in den Mittelpunkt von Klimaschutzstrategien gerückt. Die Wiederherstellung landwirtschaftlich genutzter Moore stellt jedoch eine besondere Herausforderung dar, da sich ihr Wasserhaushalt, ihre Bodenstruktur und ihr Nährstoffgehalt erheblich verändert haben (Minayeva et al. 2016). Obwohl es wichtig ist, diese Herausforderungen zu bewältigen, sind landwirtschaftlich genutzte Moore bisher nur unzureichend erforscht - nicht nur im Vergleich zu natürlichen und wenig gestörten Mooren, sondern auch im Vergleich zu Mooren, die zuvor zur Torfgewinnung oder Aufforstung genutzt wurden (Tanneberger et al. 2017). Die Forschung zu den letztgenannten Kategorien hat zu fundierteren Erkenntnissen über Wiederherstellungstechniken geführt, doch die landwirtschaftlich genutzten Moore mit ihrer charakteristischen Geschichte intensiver Landnutzung bringen einzigartige ökologische und technische Schwierigkeiten mit sich, die noch nicht ausreichend erforscht sind (Leifeld und Menichetti 2018).

Diese Wissenslücke ist angesichts der Dringlichkeit, die deutschen Klimaziele zu erreichen, besonders problematisch. Obwohl einige Studien darauf hindeuten, dass die Wiederherstellung landwirtschaftlich entwässerter Moore die Emissionen erheblich reduzieren könnte, fehlen spezifische Daten über die langfristige Wirksamkeit von Renaturierungsstrategien in diesem Zusammenhang (Joosten 2009). Dieser noch nicht ausreichend erforschte Bereich bedarf größerer wissenschaftlicher Aufmerksamkeit, um wirksame, standortspezifische Renaturierungsmethoden zu entwickeln, die die ökologische Erholung mit den Bedürfnissen der von der Landwirtschaft abhängigen Gemeinden vor Ort erfolgreich in Einklang bringen können.

Ziele

Vorrangiges Ziel dieses Projekts ist es, die ökologische Wiederherstellung ehemals landwirtschaftlich genutzter Hochmoore zu verbessern, insbesondere durch gezielte Maßnahmen wie Oberbodenabtrag, Wassermanagement und Beimpfung mit Torfmoosen. Diese Maßnahmen sollen den Erfolg der Renaturierungsbemühungen beschleunigen und zu einer Verbesserung der hydrologischen Selbstregulierung, der Funktion als Kohlenstoffsenke und der Entwicklung typischer Hochmoor-Biotope führen. Das Projekt zielt auch auf die Wiederherstellung widerstandsfähiger und dynamischer Hochmoorökosysteme ab, die zur Selbstregulierung fähig sind.

Um diese Ziele zu erreichen, wird ein überregionaler, langfristiger Feldversuch an ehemaligen landwirtschaftlichen Standorten eingerichtet, um die praktische Anwendung der Wiederherstellungsstrategien zu überwachen. Mit diesem Versuch soll die bestehende Lücke in der langfristigen ökologischen Überwachung der Hochmoorrenaturierung geschlossen werden, die in den Diskussionen mit den Beteiligten über die Moorschutzstrategie der Bundesregierung festgestellt wurde. Zu den wichtigsten Aktivitäten gehören:

- A.** Bewertung der Wirksamkeit verschiedener Beimpfungsmethoden und der damit verbundenen Kosten, um die effektivsten und effizientesten Methoden zur Förderung der typischen Hochmoorvegetation zu ermitteln.
- B.** Bewertung der Rolle des temporären Wassermanagements bei der schnellen Etablierung von naturnahen Hochmoor-Biozönosen.
- C.** Untersuchung der Nachhaltigkeit und Wirksamkeit von Maßnahmen wie der Abtragung von Oberboden und der Beimpfung mit Torfmoosen zur Verbesserung der Kohlenstoffsenkenfunktion und der allgemeinen Gesundheit des Ökosystems.
- D.** Darüber hinaus zielt das Projekt darauf ab, die öffentliche Akzeptanz und das soziale Engagement für die Wiederherstellung von Hochmooren zu stärken. Erreicht werden soll dies durch Öffentlichkeitsarbeit. Durch die Förderung der Zusammenarbeit zwischen Verbänden, der lokalen Bevölkerung und Umweltorganisationen will das Projekt einen unterstützenden Rahmen für den langfristigen Erfolg der Hochmoorrenaturierung im Zusammenhang mit der Anpassung an den Klimawandel und der Erhaltung der biologischen Vielfalt schaffen.

Methodik (in Arbeit)

Die Versuche werden an drei Standorten in Norddeutschland durchgeführt: im Ahlen-Falkenberger Moor in Niedersachsen (LK Cuxhaven), im Ewigen Meer bei Tannenhäusen (LK Wittmund) und im Königsmoor in Schleswig-Holstein (LK Rendsburg-Eckernförde). Nach dem Abtragen des Oberbodens werden verschiedene Methoden der Sphagnum-Moos-Impfung getestet, darunter die Verpflanzung mit großen Moosplugs, kleineren Bündeln oder fragmentierten Einzelpflanzen. Darüber hinaus werden unterschiedliche Beimpfungsdichten in Kombination mit verschiedenen Gefäßpflanzenarten untersucht, um die optimalen Bedingungen für die Ansiedlung von Moos und die Wiederherstellung von Mooregebieten zu ermitteln.

Im Ahlenmoor wird das Projekt über die herkömmlichen Verfahren zur Wiederherstellung von Hochmooren hinausgehen, bei denen übermäßiges Regenwasser in der Regel die einzige Feuchtigkeitsquelle ist. Wir werden ein aktives Wassermanagementsystem einführen, um die Feuchtigkeitsversorgung zu optimieren und die Wasserstände genauer zu regulieren. Dieser Ansatz orientiert sich an dem OptiMoor-Feldversuch (Huth et al. 2019), der die Vorteile eines gezielten Wassermanagements für die Moorrenaturierung nachgewiesen hat.

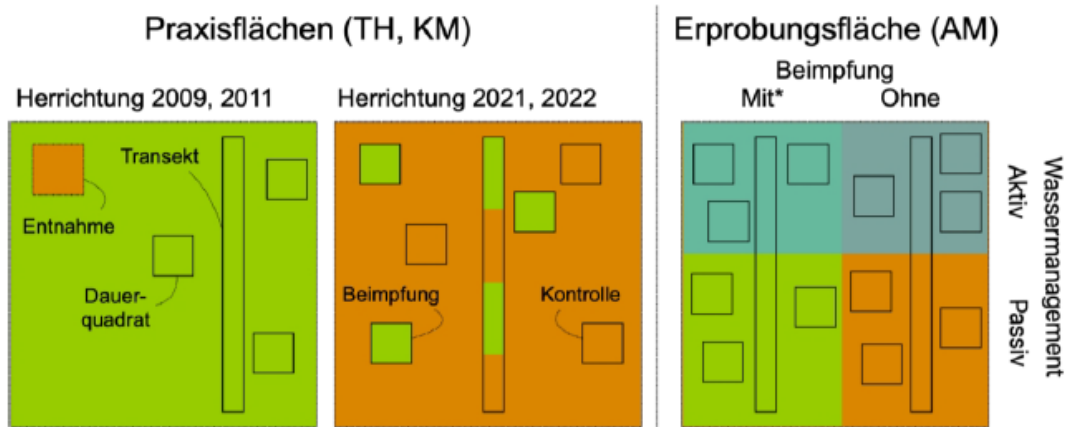


Abb. 1: Schema der verschiedenen Behandlungen und Untersuchungsanordnungen auf den Praxisflächen und der Erprobungsfläche (AM – Ahlenmoor, TH – Tannenhäuser, KM – Königsmoor). Gleiche Symbole bedeuten in allen Teilflächen das gleiche: grüner Hintergrund: mit Sphagnumausbringung; brauner Hintergrund: ohne Sphagnumausbringung; bläulich transparent überstrichen: Aktives Wassermanagement. *Auf einem Teil der Fläche soll großflächig Sphagnum ausgebracht werden. Es kommt gebietseigenes (AM, TH, KM) und zugekauftes (AM) Material zum Einsatz. (Quelle: Vytas Huth)

Um den Erfolg der Renaturierung zu überwachen, werden an jedem Versuchsstandort permanente Quadrate und Transekte angelegt. Regelmäßige Erhebungen werden durchgeführt, um wichtige ökologische Indikatoren zu verfolgen, darunter funktionelle Eigenschaften des Moores, Wachstumsraten, die Wasserspeicherkapazität der Moosschicht und die Ansammlung von Biomasse. Da die Wiederherstellung von Mooren eine wichtige Rolle bei der Abschwächung des Klimawandels spielt, werden außerdem die Treibhausgasemissionen an allen Standorten im Laufe des Versuchs regelmäßig gemessen, um die Auswirkungen auf die Kohlenstoffbindung zu bewerten.

Derzeit befindet sich das Projekt in der Anfangsphase der methodischen Umsetzung, wobei der Schwerpunkt auf der Kalibrierung der Beimpfungstechniken unter Feldbedingungen liegt.

Voraussichtlicher Beitrag und Bedeutung

Diese Forschungsarbeit soll zu einem besseren Verständnis dafür beitragen, wie aktive Renaturierungsmaßnahmen - wie z. B. Wassermanagement, die Abtragung des landwirtschaftlich beeinflussten Oberbodens und die Beimpfung mit Sphagnum-Moos - die Renaturierung von Hochmooren beschleunigen und ihre langfristige Widerstandsfähigkeit verbessern können. Diese Maßnahmen werden mit konventionellen Methoden verglichen, die auf passivem Wassermanagement, teilweiser Abtragung des Oberbodens und keiner Beimpfung beruhen. Durch die Verbesserung der hydrologischen Selbstregulierung und die Förderung der Entwicklung von torfbildender Vegetation konnte diese Studie zeigen, dass aktive Renaturierungsansätze zu einer schnelleren ökologischen Erholung und größeren Stabilität angesichts des Klimawandels führen.

Darüber hinaus wird erwartet, dass die gezielten Bemühungen um eine aktive Renaturierung langfristig die klimabedingten Kosten senken. Intakte Moore mit einer gesunden Moosschicht sind besser in der Lage, in warmen Sommern Feuchtigkeit zu speichern, tragen zur dauerhaften Kohlenstoffbindung bei und spielen damit eine entscheidende Rolle bei der Minderung von Treibhausgasemissionen. Die Etablierung eines überregionalen, langfristigen

Monitoringsystems wird die Übertragbarkeit dieser Erkenntnisse auf andere Hochmoorstandorte erleichtern und wertvolle Hinweise für zukünftige Renaturierungsprojekte in ganz Deutschland und darüber hinaus liefern.

Literaturverzeichnis

- Couwenberg, J. (2013): Emission factors for managed peat soils. An analysis of IPCC default values. Wetlands International. <https://www.wetlands.org/publication/emission-factors-for-managed-peat-soils-an-analysis-of-ipcc-default-values/>. (Letzter Zugriff: 11.10.2024)
- Huth, V., Bartel, A., Günther, A., Heinze, S., Hofer, B., Jantz, N., Rosinski, E., Rudolph, J., Schikora, H.-B., Söchting, H.-P., Ullrich, K. und Jurasinski, G. (2019): Feldversuch „OptiMoor: Erprobung und Entwicklung der Optimierung von Hochmoorsanierung auf landwirtschaftlich genutzten Standorten. (TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde 49: 71–88.
- Joosten, H. (2009): The global peatland CO₂ picture. Wetlands International. Draft produced for the UN-FCCC meetings in Bangkok, September/October 2009. <https://unfccc.int/sites/default/files/draftpeatlandco2report.pdf>. (Letzter Zugriff: 11.10.2024)
- Leifeld, J. und Menichetti, L. (2018): The underappreciated potential of peatlands in global climate change mitigation strategies. Nature Communications 9: 1071. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03406-6>
- Minayeva, T., Bragg, O. und Sirin, A. (2016): Peatland biodiversity and its restoration. In: Bonn, A., Al-lott, T., Evans, M., Joosten, H., Stoneman, R. (Hrsg.): Peatland Restoration and Ecosystem Services: Science, Policy and Practice. Ecological Reviews. Cambridge University Press. Cambridge: 44–62.
- Tanneberger, F. (2017): The peatland map of Europe. Mires and Peat 19: 1–17

Kontakt:

Maria Kunle

Universität Rostock, Professur für Landschaftsökologie und Standortkunde
E-Mail: Maria.kunle@uni-rostock.de

Flussauen im Fokus: Herausforderungen und Chancen der Renaturierung

Sophia Schmid

Einleitung

Naturnahe Flussauen spielen eine zentrale Rolle für das menschliche Wohlergehen und bieten durch ihre dynamischen Prozesse wertvolle Ökosystemfunktionen. Diese gewinnen in Zeiten von Klimawandel und Biodiversitätsverlust zunehmend an Bedeutung. Flussauen sind die natürlichen Überschwemmungsgebiete von Fließgewässern, die in regelmäßigen Abständen von Hochwasser überflutet werden. Die dynamischen und selbstregulativen Prozesse der Flussauen, einschließlich der hydrodynamischen Aspekte wie Schwankungen zwischen Hoch- und Niedrigwasser und der morphodynamischen Prozesse wie Erosion und Sedimentation, sind entscheidend für ihre Strukturvielfalt und die Bereitstellung wichtiger Ökosystemfunktionen. Sie bieten z. B. natürlichen Hochwasserschutz durch ihre Retentionsfähigkeit, regulieren das Klima durch die Kohlendioxidbindung im Boden und schaffen Erholungsräume (Petsch et al. 2023). Trotz ihrer Bedeutung sind in Deutschland nur etwa 9 % der ursprünglichen Auenflächen ökologisch funktionsfähig und nur geringfügig anthropogen verändert (BMU und BfN 2021). Ursache für die degradierte Auenlandschaften sind neben Landnutzungsänderungen der Ausbau und die Unterhaltung von Gewässern, invasive Arten, Umweltverschmutzung und der Klimawandel (Fischer-Bedtke et al. 2020). Aufgrund ihrer vielfältigen Ökosystemfunktionen wird die Renaturierung von degradierten Flussauen zunehmend als naturbasierte Lösung für aktuelle gesellschaftliche Herausforderungen diskutiert. Internationale Initiativen wie das Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework oder die Verabschiedung des europäischen Renaturierungsgesetzes betonen die Bedeutung globaler Anstrengungen zur Wiederherstellung von Ökosystemen. Renaturierung muss jedoch im Einklang mit unterschiedlichen gesellschaftlichen Ansprüchen erfolgen, sowohl in Hinblick auf Nutzungs- als auch verschiedene Naturschutzansprüche.

In diesem Kontext sind Governance-Mechanismen von entscheidender Bedeutung für den Erfolg und die langfristige Wirkung von Auenrenaturierungsprojekten. Governance wird als ein entscheidender Faktor für die Effektivität und den Erfolg von Naturschutzmaßnahmen angesehen und kann dabei als Oberbegriff für vielfältige politische Steuerungsprozesse verstanden werden, die auf unterschiedlichen politischen Ebenen stattfinden und komplexe Akteursstrukturen berücksichtigen. Dazu zählen unter anderem das effektive Zusammenspiel bestehender Institutionen und Gesetze, der Umgang mit Herausforderungen und Konflikten und die Beteiligung relevanter Akteure (Bennett und Satterfield 2018).

Im Rahmen eines Vergleichs von drei Auenrenaturierungsprojekten in Deutschland erfolgte eine Untersuchung und Bewertung der implementierten Governance-Mechanismen. Bei der Auswahl der Projekte wurde ein Fokus auf Auenrenaturierungsprojekte in Natura-2000-Gebieten gelegt, da sich in diesen ein spezifischer Konflikt zeigt. Dieser Konflikt lässt sich als ein Zielkonflikt innerhalb des Naturschutzes zwischen konservierenden Ansätzen der Flora-Fauna-Habitat (FFH) Richtlinie und dynamischen Ansätzen der Wasserrahmenrichtlinie beschreiben. Hinsichtlich der konkreten Anwendung von Governance-Mechanismen auf das Ökosystem Flussaue in Deutschland besteht eine Forschungslücke. Ein systematischer Vergleich von Praxisbeispielen zur Auenrenaturierung unter Berücksichtigung der Governance-Mechanismen können dazu beitragen, praxisrelevante Leitlinien zu entwickeln.

Methodik

Untersucht wurden drei Auenrenaturierungsprojekte in Natura 2000-Gebieten aus drei deutschen Bundesländern. Zur Gewinnung von Einblicken in die Planung und Umsetzung der Projekte wurden Expert*inneninterviews durchgeführt. Dabei wurde jeweils eine Projektkoordinator*in und eine behördliche Vertreter*in pro Projekt befragt. Die Projektkoordinator*innen gewährten detaillierte Einblicke in die praktischen Herausforderungen der Projektumsetzung, während die behördlichen Vertreter*innen Informationen zu gesetzlichen Vorgaben und politischen Rahmenbedingungen bereitstellten.

Ergebnisse

Die Analyse der drei Auenrenaturierungsprojekte verdeutlicht, dass sowohl gesetzlich festgelegte als auch informelle Regeln eine zentrale Rolle bei der Umsetzung spielten. Die Renaturierung von Auen in Natura 2000-Gebieten unterliegt sowohl den Vorgaben der europäischen Naturschutzrichtlinie, der europäischen Hochwasserschutzrichtlinie als auch der Wasserrahmenrichtlinie. Dabei wurden jeweils spezifische Schwerpunkte gesetzt. Die formellen Planfeststellungsverfahren verliefen weitgehend reibungslos, was durch eine frühzeitige Abstimmung mit den relevanten Akteuren begünstigt wurde. Des Weiteren hatten insbesondere die Erfahrungen aus jüngeren Hochwasserereignissen einen prägenden Einfluss auf die Projekte. Hochwasserereignisse erhöhten die Dringlichkeit der Projekte, beschleunigten deren Umsetzung und führten zu einer größeren Akzeptanz in der Bevölkerung.

Ein wesentliches Hindernis bei der Umsetzung von Auenrenaturierungsprojekten stellte der Zielkonflikt zwischen den konservierenden Naturschutzansätzen der FFH-Richtlinie und den dynamischeren Maßnahmen der Wasserrahmenrichtlinie dar. Der Konflikt betraf insbesondere Arten, die streng nach FFH-Richtlinie geschützt sind, wie etwa die Flussmuschel *Unio crassus* und das schwimmende Froschkraut *Luronium natans*, deren Habitate durch die Renaturierungsmaßnahmen potenziell beeinträchtigt werden könnten. Als Lösungsansätze für diesen Zielkonflikt wurden Kompensationsmaßnahmen, eine Anpassung der Planungen sowie eine flexible Handhabung der betroffenen Lebensraumtypen diskutiert. Die Auswertung der Interviews zeigt, dass bei der Renaturierung von Auen eine Integration verschiedener EU-Richtlinien erforderlich ist, die zum Teil divergierende Zielsetzungen verfolgen. Eine kontinuierliche und frühzeitige Zusammenarbeit zwischen den Behörden ermöglicht eine gemeinsame Zielformulierung und eine frühzeitige Kompromissfindung bei diesen Konflikten. Zudem stellen die unterschiedlichen Zuständigkeiten von Wasserwirtschaft und Naturschutz eine Herausforderung dar. Die Wasserwirtschaft ist für die Entwicklung des Flusses verantwortlich, während die Verantwortung für die Entwicklung der Aue bei den jeweiligen Flächeneigentümer*innen oder dem Naturschutz liegt. Bei der Auenrenaturierung muss jedoch das Gesamtsystem Fluss und Aue gemeinsam betrachtet werden, was ein Denken über die Zuständigkeiten hinaus erfordert.

Die durchgeführten Interviews verdeutlichen, dass neben dem kontinuierlichen Austausch zwischen den Verwaltungsinstanzen auch der Dialog mit den lokalen Bürger*innen und Entscheidungsträger*innen essentiell ist. Bezüglich der Einbindung lokaler Akteure, darunter Bürger*innen, Tourismusverbände und lokale Regierungsvertreter*innen, wurden in allen Projekten "weiche Faktoren" berücksichtigt. Es wurde darauf verwiesen, dass die Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle für alle Projektbelange eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Projektumsetzung darstellt. Gleichzeitig wurde in allen Projekten Öffentlichkeitsarbeit von Anzeigen in lokalen Zeitungen bis zu Beiträgen in den Tagesthemen betrieben. Eine

frühzeitige Bereitstellung von Informationen sowie regelmäßige Informationsveranstaltungen dienten dazu, von Beginn an eine Kommunikation der Projektziele zu ermöglichen und lokale Wissensträger*innen zu integrieren. Ein weiterer Punkt war die Schaffung von Netzwerken sowie der Austausch mit anderen Projekten. Die Initiierung von Pilotprojekten wurde zudem als sinnvoll erachtet, um Akteure und Bevölkerung vor Ort zu informieren und Transparenz und Vertrauen zu fördern. Gleichzeitig können diese Pilotprojekte dazu dienen, Lernprozesse anzuregen und ein Verständnis für die Besonderheiten des jeweiligen Auen- und Gewässersystems sowie die Wirksamkeit von Renaturierungsmaßnahmen zu gewinnen.

Obwohl die Problematik der Flächenverfügbarkeit bei den untersuchten Projekten nicht auftrat, da die Projekte auf landeseigenen Flächen umgesetzt wurden, kann sie dennoch als mögliche Herausforderung für die Zukunft identifiziert werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass insbesondere in Deutschland Flächenknappheit herrscht und viele Auenflächen landwirtschaftlich und städtebaulich genutzt werden. Um in eine schnelle Umsetzung zu kommen, wurde von den Interviewpartner*innen eine Priorisierung von Renaturierungsmaßnahmen auf landeseigenen Flächen empfohlen. Langfristige Fördermechanismen für Landwirt*innen und Flächeneigentümer*innen können aber dazu beitragen, Renaturierungsmaßnahmen auch auf externen Flächen zu beschleunigen.

Fazit

Letztlich stellt die Renaturierung von Auen und anderen Ökosystemen eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe dar, die eine Anerkennung des Wertes von Ökosystemen und ihrer Leistungen erfordert. Durch die Umsetzung effektiver Governance-Mechanismen kann sichergestellt werden, dass Renaturierungsprojekte in Auen nachhaltig geplant und durchgeführt werden, wobei sowohl soziale, ökonomische als auch ökologische Aspekte gleichermaßen berücksichtigt werden.

Literaturverzeichnis

- Bennett, N. J. und Satterfield, T. (2018): Environmental governance: A practical framework to guide design, evaluation, and analysis. *Conservation Letters* 11(6): e12600. <https://doi.org/10.1111/conl.12600>.
- BMU; BfN (Hrsg.) (2021): Auenzustandsbericht 2021. Flussauen in Deutschland. Online verfügbar unter https://www.bfn.de/sites/default/files/2021-04/AZB_2021_bf.pdf. (Letzter Zugriff: 07.06.2023)
- Fischer-Bedtke, C.; Vilović, V.; Podschun, S. A.; Albert, C.; Damm, C.; Fischer, H. et al. (2020a): Ökosystemleistungen der Flüsse und ihrer Auen: Einflussfaktoren und Nutzungen. In: Fischer-Bedtke, C. et al (Hrsg.): *River Ecosystem Service Index (RESI). Methoden zur Quantifizierung und Bewertung ausgewählter Ökosystemleistungen in Flüssen und Auen*. UFZ-Bericht 2/2020. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ). Leipzig: 17–57.
- Petsch, D. K.; Cioneck, V. de Mello; Thomaz, S. M.; dos Santos, N. C. L. (2023): Ecosystem services provided by river-floodplain ecosystems. *Hydrobiologia* 850(12-13): 2563–2584. <https://doi.org/10.1007/s10750-022-04916-7>.

Kontakt

Sophia Schmid

E-Mail: sophia.schmid@posteo.de

7 Biodiversität der Agrarlandschaften und nachhaltige Landnutzung



Foto: T. Göttert

Grünland im Wandel - Stärkung der Ökosystemleistungen durch Co-Kreation eines integrierten Wassermanagements

Jule Froehlich und Anne-Marie Walczuch

Ökosystemleistungen des Grünlands und der Bezug zur Konvention über die biologische Vielfalt

In Deutschland nimmt die landwirtschaftlich genutzte Fläche 50 % der Gesamtfläche des Landes ein (Umweltbundesamt 2023). Von diesem Anteil werden circa 30 % als Dauergrünland bewirtschaftet (Gerowitt et al. 2013). Dass der Grünlandwirtschaft eine hohe ökologische Relevanz zukommt, wird durch das potenzielle Vorkommen von einem Drittel aller Pflanzenarten sowie 55 % der rote Listearten deutlich (Isselstein et al. 2015). Das Vorkommen dieser Arten und somit auch das ökologische Potenzial hängt jedoch stark von der Intensität der Flächenbewirtschaftung ab. Sowohl das Ausmaß der Grünlandflächen als auch das Potenzial für die Biodiversität geben den Grund, anzunehmen, dass das Grünland bei nachhaltiger Bewirtschaftung einen großen Beitrag zu den Handlungszielen des Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF) liefern würde. Das würde einerseits die gesteigerte Biodiversität aber auch weitere Ökosystemleistungen (ÖSL) beinhalten. Hierbei wird sich auf die Definition nach Burkhard et al. (2012) bezogen, die ÖSL als „Beiträge von Ökosystemstrukturen und -prozessen für das menschliche Wohlergehen – in Kombination mit anderen Inputs“ bezeichnen. Das Grünland trägt zu vielen Ökosystemleistungen bei, die sich den Versorgungsleistungen (z.B. Pflanzenproduktion für Futtermittel), den Regulationsleistungen (z.B. Schutz vor Hochwasserereignissen) und kulturellen Leistungen (z.B. Naherholung, Sport und Tourismus) zuordnen lassen. Abhängig von der Bewirtschaftung können auch diese Leistungen variieren.

FPG – die Suche nach einem integrierten Wassermanagement

In Nordwestniedersachsen ist das Grünland auf einen hohen Ertrag und die daraus resultierende Milchproduktion ausgerichtet. Dafür grundlegend ist einerseits eine intensive Bewirtschaftung aber auch ein seit Jahrzehnten etabliertes Wassermanagement. Dieses zielt auf eine Entwässerung der Flächen ab und wurde eingeführt, um die feuchten Marsch- und Moorböden kultivierbar zu machen (Bormann et al. 2018). Doch die Entwicklungen, die mit dem Klimawandel einhergehen, zeigen, dass diese Art der Bewirtschaftung und der Fokus auf die Entwässerung nicht mehr zukunftsfähig sind und vor Herausforderungen gestellt werden. Auf der einen Seite lassen sich immer wärmere Sommer mit Dürreperioden und Mäuseplagen beobachten (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz [ML] 2020). Auf der anderen Seite nehmen die Starkregenereignisse und Überflutungen im Winter weiter zu (Bormann et al. 2018). Diese Entwicklungen werfen die Frage auf, inwieweit ein nachhaltiges, integriertes Wassermanagement geschaffen werden kann, das einen ausgeglichenen Wasserstand über das Jahr hinweg ermöglicht. Mit dieser Frage und der Entwicklung einer Lösung beschäftigt sich das Verbundforschungsprojekt Future Proof Grasslands (FPG), welches seit Oktober 2022 und bis September 2027 vom niedersächsischen Wissenschafts- und Kulturministerium gefördert wird (Krause und Paech 2022). In seiner Langform trägt das Projekt den Titel „Stärkung der Ökosystemleistungen in den Grünlandregionen des nordwestdeutschen Küstenraumes durch Anpassung des Wassermanagements an den Klimawandel“. Dafür werden in zwei Untersuchungsgebieten, die sich in der Wesermarsch und in Ostfriesland befinden, sogenannte Exaktversuche durchgeführt. Innerhalb von drei verschiedenen Szenarien sollen drei Wasserstände erprobt werden. Das erste Szenario dient dabei als Kontrollszenario und stellt den aktuellen Zustand dar. Es soll zeigen, wie sich der Klimawandel

auf die Grünlandwirtschaft auswirkt, wenn genauso entwässert wird wie zuvor. Innerhalb eines zweiten Szenarios findet ein temporärer Wasserrückhalt statt, indem der Wasserstand in den Gräben etwas angehoben wird. Ziel dabei ist es, die Wasserversorgung auch in Dürreperioden zu gewährleisten und somit die Grünlandwirtschaft zu erhalten. Das dritte Szenario steht mit einer permanenten Vernässung für einen grundlegenden Wandel des Systems. Durch die Etablierung von Feuchtgrünland und wiedervernässten Moorflächen steht nicht mehr die Milchproduktion sondern Funktionen wie z.B. die gesteigerte Biodiversität und die Bindung von Kohlstoff im Vordergrund. Besonders die Umsetzung des dritten Szenarios könnte einen Beitrag zur Erreichung der Handlungsziele des Kunming-Montreal GBF leisten. Darunter würde unter anderem der Beitrag zur Erreichung einer Renaturierung von 30 % der geschädigten Ökosysteme an Land und im Meer fallen (Handlungsziel 2). Ebenso die Wiederherstellung, die Erhaltung und die Verbesserung von Beiträgen der Natur für die Menschen (Handlungsziel 11) stehen vor allem bei der Umsetzung des dritten Szenarios, aber auch beim zweiten Szenario im Fokus (CBD/COP/DEC/15/4, 2022). Dies sind zwei Beispiele, welche stellvertretend für weitere Beiträge des Projekts zur Zielerreichung des Kunming-Montreal GBF stehen.

Das Konzept der Ökosystemleistungen als *boundary object* und Bewertungskonzept

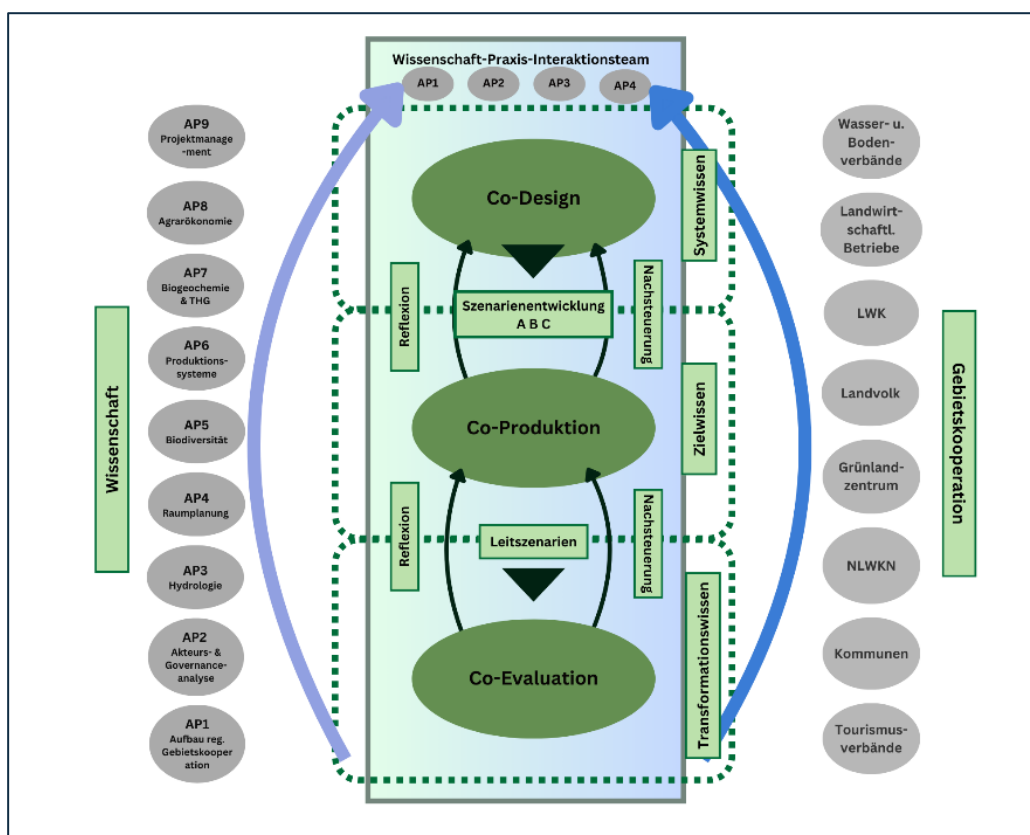


Abb. 1: Co-Kreationsprozess in FPG: Co-Design, Co-Produktion und Co-Evaluation (s. Mitte) durch inter- (s. Projektkonsortium links) und transdisziplinäre (s. GK rechts) Zusammenarbeit (Quelle: in Anlehnung an Krause und Paech 2022)

Um diese Veränderungen messen und die verschiedenen Szenarien im Anschluss bewerten zu können, dient das Konzept der ÖSL in FPG als Bewertungsgrundlage. Es ermöglicht, die Auswirkungen des Klimawandels, verschiedener Nutzungsintensitäten und des

Wassermanagements sichtbar zu machen und Trade-offs zu verdeutlichen. Darüber hinaus fungiert das Konzept der ÖSL als boundary object in einem co-kreativen Forschungsprozess (Abson et al. 2014). Es bietet Möglichkeit, eine „gemeinsame Sprache“ zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen und lokalen Praxisakteur*innen in dem trans- und interdisziplinären Forschungsprojekt zu erzeugen. Das wissenschaftliche Konsortium besteht aus verschiedenen Disziplinen, die sich innerhalb verschiedener Arbeitspakete (APs) einerseits mit den naturwissenschaftlichen Exaktversuchen beschäftigen, sich aber auch raumplanerischen und Governance-Fragen widmen (siehe Abb. 1). Darüber hinaus arbeitet das Projekt mit einer sogenannten Gebietskooperation (GK) zusammen, die aus relevanten Praxisakteur*innen (z.B. Tourismus, Wasser- und Bodenverbänden, Kommune, Landwirtschaft) besteht. Gemeinsam sollen auf Grundlage der Exaktversuche sowie der Ergebnisse aus der Arbeit mit der GK Leitszenarien formuliert werden. Ein zentraler Aspekt dabei spielt die Operationalisierung der ÖSL.

Operationalisierung der Ökosystemleistungen im inter- und transdisziplinären Forschungsprozess

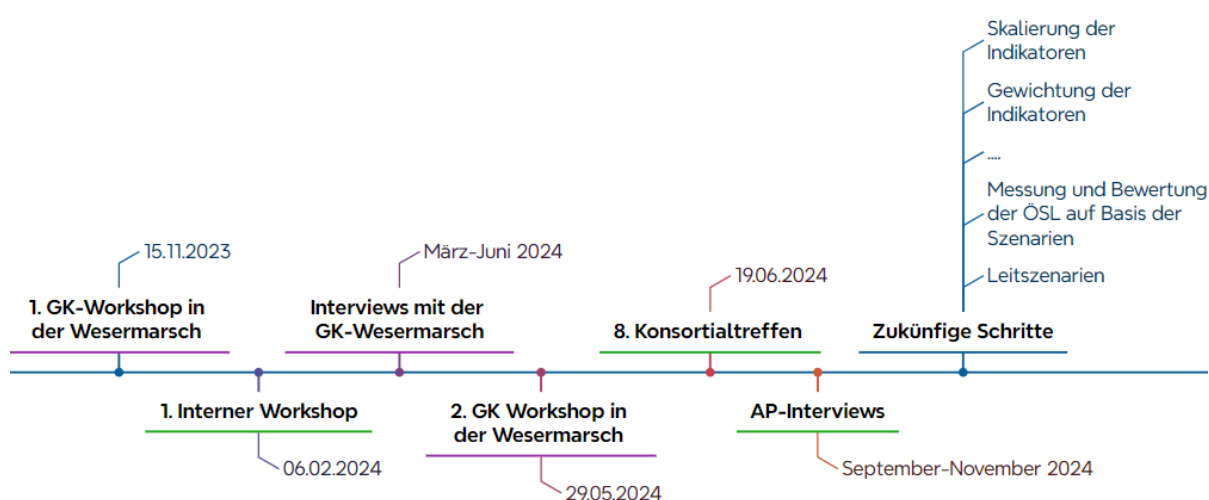


Abb. 2: Bisheriger und geplanter inter- und transdisziplinärer Forschungsprozess zur Operationalisierung von Ökosystemleistungen im Grünland der Wesermarsch (Lila: Transdisziplinär; Grün: Interdisziplinär; eigene Grafik erstellt mit XMind 2024)

Die Operationalisierung bezieht sich auf die konkrete Umsetzung und praktische Anwendung des Konzepts der ÖSL. Ziel ist es, mithilfe sogenannter ÖSL-Indikatoren das Konzept quantifizier- und bewertbar zu machen (Grunewald und Bastian 2023). Diese Operationalisierung ist fundamental, um ÖSL in Entscheidungsprozesse zu integrieren. Um praxisorientierte und akzeptierte Lösungen zu entwickeln und gleichzeitig die Komplexität sowie die multidimensionalen Wechselwirkungen zwischen Ökosystemen und Menschen zu erfassen, bedarf die Operationalisierung einer Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure (Carmen et al. 2018). Dies umfasst nicht nur die verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen sondern auch lokale Praxisakteur*innen. Das bisherige und geplante Vorgehen zur partizipativen Operationalisierung der ÖSL im Grünland soll im Folgenden am Beispiel des Untersuchungsgebietes in der Wesermarsch erläutert werden (siehe Abb. 2). Um wissenschaftliche und lokale Expertise auszugleichen einzubeziehen, wurden bisher im Wechsel inter- und transdisziplinäre Treffen veranstaltet. Angelehnt an die Arbeit von Malmberg et al. (2021) wurde außerdem das Format dieser Treffen zwischen Workshops und Einzelgesprächen variiert.

Fundamentaler Schritt zur Operationalisierung ist die Definition und Auswahl von ÖSL. Diesem Ziel waren die ersten beiden Workshops und die Interviews mit der GK gewidmet. Während des ersten Workshops mit der GK wurden zunächst die Grundlagen des Konzepts der ÖSL auf Basis der sogenannten CICES-Klassifizierung (Haines-Young und Potschin-Young 2018) vermittelt. Dies schaffte ein erstes gemeinsames Verständnis und diente als Grundlage für die weitere Zusammenarbeit. Da einige ÖSL als „etwas sperrig“ empfunden wurden, wurden entsprechende Begriffe umformuliert. Außerdem wurde mithilfe einer ersten Einschätzung zur Relevanz der ÖSL im Untersuchungsgebiet die Auswahl zunächst auf 36 ÖSL reduziert. Diese ÖSL-Sammlung diente als Grundlage für den folgenden internen Workshop. Nach ähnlichem Schema wurde zunächst ein gemeinsames Grundverständnis von ÖSL geschaffen. Anschließend wurde die erarbeitete ÖSL-Sammlung zusammen mit einer zuvor vorbereiteten literaturbasierten Indikatorensammlung mit Bezug auf die Wesermarsch diskutiert.

Um die Auswahl der ÖSL weiter auf das Untersuchungsgebiet, das Grünland der Wesermarsch, und die Projektziele anzupassen, wurden mithilfe von insgesamt zehn Interviews mit den verschiedenen Praxispartner*innen drei wesentliche Fragen untersucht. Diese lauteten:

1. Welche ÖSL prägen das Grünland der Wesermarsch am meisten?
2. In welcher Verbindung stehen die verschiedenen Akteur*innen zu den ÖSL? Welche nutzen sie und welche stellen sie bereit?
3. Welche ÖSL werden am stärksten durch den Klimawandel gefährdet?

Durch die Auswertung der Interviews in MAXQDA konnte auf Basis dieser drei Fragen/Kriterien die ursprüngliche Auswahl von 36 ÖSL auf 15 ÖSL beschränkt werden.

Nach der Definition der ÖSL befindet sich der Forschungsprozess derzeit in der Benennung der Indikatoren. Während eines internen Projekttreffens wurde in Fachgruppen diskutiert, welche Forschungsfragen in Verbindung mit den ÖSL stehen. Außerdem wurde erfasst, welche Daten zur Beantwortung der Frage erhoben werden. In einem aufbauenden Einzelgespräch sollen diese Ergebnisse konkretisiert werden. Das heißt, es sollen Indikatoren erarbeitet werden, welche von den wissenschaftlichen Partner*innen erhoben werden. Für die ÖSL, welche nicht innerhalb des FPG-Projekts untersucht werden, gilt es, Daten aus externen Quellen heranzuziehen. Weitere bevorstehende Schritte in den nächsten Monaten sind darüber hinaus die Skalierung ebenso wie die Gewichtung der Indikatoren. Am Ende des Prozesses sollen die ÖSL der Wesermarsch auf Grundlage der drei Szenarien gemessen und bewertet werden. Mithilfe dieser Entscheidungsgrundlage sollen schließlich gemeinsam Leitszenarien einer nachhaltigen zukunftsfähigen Entwicklung des Grünlands der Wesermarsch mit angepasstem Wassermanagement formuliert werden. Folglich bedarf es noch einiger Arbeit in der Zukunft, bevor die Operationalisierung von ÖSL abgeschlossen werden kann.

Fazit

Insgesamt zeigt die bisherige Forschungsarbeit, dass eine Operationalisierung von ÖSL im inter- und transdisziplinären Forschungsprozess sehr zeit- und arbeitsintensiv ist. Es braucht sehr viel Kommunikation, um ein gemeinsames Verständnis bzw. eine gemeinsame Sprache zu entwickeln. Auf der anderen Seite ermöglicht die Arbeit jedoch auch, Expertenwissen sowohl aus der Wissenschaft als auch der Praxis in den Prozess einzubeziehen. Außerdem macht es den Beteiligten den Wert des Grünlands von Anfang des Forschungsprozesses bewusst und somit die Notwendigkeit für einen Wandel bisheriger Praktiken. Abhängig von der Bewirtschaftung und anderen äußeren Faktoren stellt das Grünland diverse ÖSL bereit. Jedoch wird

das Potenzial des Grünlands zunehmend durch den Klimawandel und eine landwirtschaftliche Intensivierung gefährdet. Diesen Veränderungen gilt es, durch Projekte wie FPG entgegen zu steuern. Denn der Erhalt von artenreichem Grünland ist essenziell zur Einhaltung des Überkommens über die biologische Vielfalt und der Bereitstellung diverser ÖSL. Dieser Beitrag soll zeigen, dass die Stärkung der ÖSL des Grünlands durch Anpassung des Wassermanagements nicht nur lokal zu einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Entwicklung beitragen kann, sondern auch global zu vielen Zielen des Kunming-Montreal GBF.

Literaturverzeichnis

- Abson, D. J., Wehrden, H. von, Baumgärtner, S., Fischer, J., Hanspach, J., Härdtle, W., Heinrichs, H., Klein, A. M., Lang, D. J., Martens, P. und Walmsley, D. (2014): Ecosystem services as a boundary object for sustainability. *Ecological Economics* 103: 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.04.012>
- Bormann, H., Keeschull, J., Ahlhorn, F., Spiekermann, J. und Schaal, P. (2018): Modellbasierte Szenarioanalyse zur Anpassung des Entwässerungsmanagements im nordwestdeutschen Küstenraum. *Wasser und Abfall* 20(7-8): 60–66. <https://doi.org/10.1007/s35152-018-0083-7>
- Burkhard, B., Groot, R. de, Costanza, R., Seppelt, R., Jørgensen, S. E. und Potschin, M. (2012): Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. *Ecological Indicators* 21: 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.008>
- Carmen, E., Watt, A., Carvalho, L., Dick, J., Fazey, I., Garcia-Blanco, G., Grizzetti, B., Hauck, J., Izakovici, Z., Kopperoinen, L., Lique, C., Odee, D., Steingröver, E. und Young, J. (2018). Knowledge needs for the operationalisation of the concept of ecosystem services. *Ecosystem Services* 29: 441–451. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.10.012>
- CBD/COP/DEC/15/4. (2022, 19. Dezember): Beschluss der Konferenz der Vertragsparteien des Übereinkommens über die Biologische Vielfalt: 15/4. Globaler Biodiversitätsrahmen von Kunming-Montreal. UN. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf> (Letzter Zugriff: 03.09.2024)
- Gerowitt, B., Schröder, S., Dempfle, L., Engels, E.-M., Engels, J., Feindt, P., Graner, A., Hamm, U., Heißenhuber, A., Schulte-Coerne, H. und Wolters, V. (2013): Biodiversität im Grünland - unverzichtbar für Landwirtschaft und Gesellschaft. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Bonn: 20 S.
- Grunewald, K. und Bastian, O. (2023): Ökosystemleistungen: Konzept, Methoden, Bewertungs- und Steuerungsansätze (2. Aufl.). Springer-Spektrum: 625 S.
- Haines-Young, R. und Potschin-Young, M. (2018): Revision of the Common International Classification for Ecosystem Services (CICES V5.1): A Policy Brief. *One Ecosystem* 3: e27108. <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e27108>
- Isselstein, J., Michaelis, T. und Bellof, G. (2015): The Grassland Expert Forum: Innovative use of grassland for resource protection: the DAFA research strategy (State 12/2015). German Agricultural Research Alliance (DAFA). Braunschweig: 56 S.
- Krause, A. und Paech, M. (2022): Stärkung der Ökosystemleistungen in den Grünlandregionen des nordwestdeutschen Küstenraumes durch Anpassung des Wassermanagements an den Klimawandel: Vollantrag für ein wissenschaftliches Verbundvorhaben an das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) vorgelegt aus dem Projektkonsortium unter der Leitung des Grünlandzentrums Niedersachsen / Bremen e.V. (Nicht veröffentlicht)

Malmborg, K., Enfors-Kautsky, E., Queiroz, C., Norström, A. und Schultz, L. (2021): Operationalizing ecosystem service bundles for strategic sustainability planning: A participatory approach. *Ambio* 50(2): 314–331. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01378-w>

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2020): Mäuseplage: Ministerin Otte-Kinast spricht mit Geschädigten aus Grünlandregion. <https://www.ml.niedersachsen.de/presse/pressemitteilungen/mauseplage-ministerin-otte-kinast-spricht-mit-geschadigten-aus-grunlandregion-184726.html> (Letzter Zugriff: 01.10.2024)

Umweltbundesamt (2023): Struktur der Flächennutzung. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/struktur-der-flaechennutzung#die-wichtigsten-flaechennutzungen>. (Letzter Zugriff: 03.09.2024)

Kontakt:

Jule Froehlich, Anne-Marie Walczuch

Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

26129 Oldenburg

E-Mail: jule.talea.froehlich@uni-oldenburg.de

E-Mail: anne-marie.walczuch@uni-oldenburg.de

Über den Einfluss extensiver Ganzjahresbeweidung auf Wiesenbrüter: Auswertung 15 Jahre Projektgebiet „Teichwiesen bei Stressenhausen“

Carla Bömeke und Christoph Unger

Einleitung

Der fortschreitende Verlust der Diversität von Arten, Individuen und genetischer Vielfalt gehört zu den größten Herausforderungen der heutigen Zeit. Durch die Ausbeutung natürlicher Ressourcen und den fortschreitenden Landnutzungswandel wird dieser weiterhin beschleunigt. In Deutschland sind besonders die Vogelarten des landwirtschaftlich genutzten Offenlandes beeinflusst. Dies ist u.a. dem Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität - Agrarvögel“ der „Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt“ der Bundesregierung zu entnehmen (BMUV 2023). Betroffen sind Arten wie Rebhuhn, Kiebitz oder Braunkehlchen, die strukturreiches Grünland bewohnen, auf dem Boden brüten und auf Nahrung wie Kleininsekten und Spinnen während der Brutzeit angewiesen sind (BfN 2017, Jaehne et al. 2021). Sie verschwinden jedoch nicht nur in der durch Habitatfragmentierung und hochintensive Nutzung beeinträchtigten „Normallandschaft“. Ein Schwund von Individuen und genetischer Vielfalt mit Unterschreiten der minimal lebensfähigen Populationsgröße ist auch in eigens zur langfristigen Erhaltung und Förderung der Biodiversität eingerichteten Schutzgebieten zu beobachten. Diese Problematik ist oftmals auf ein fehlendes oder nicht adäquates Management zurückzuführen (Lorenz et al. 2021).

Extensive Ganzjahresbeweidung

Das heutige artenreiche Grünland mit einer reichen Avifauna lässt sich zu großen Teilen als menschengemachte Kulturlandschaft beschreiben. Ursprünglich wurde die vielgestaltige Landschaft Mitteleuropas mit ihren Wäldern und halboffenen bis offenen Mosaikstrukturen laut der sog. „Megaherbivorenhypothese“ jedoch durch den Einfluss großer Pflanzenfresser geschaffen (Bunzel-Drüke et al. 2009). Wilde und später domestizierte Großherbivoren erhielten jahrtausendlang eine halboffene, parkartige Landschaft, in die viele sog. „Wiesenbrüter“ im Hinblick auf ihre Fortpflanzung optimal eingenischt waren (Kapfer 2010). In historischen Quellen werden heutzutage kaum vorstellbar hohe Bestände von Wiesenbrütern beschrieben (Bernardy et al. 2019). Für die an die extensive Bewirtschaftung, durch Beweidung und (später mit Aufkommen der Wiesenwirtschaft) einschürige Mahd, angepasste Flora und Fauna war der Durchbruch der industrialisierten Landwirtschaft ab Mitte des 20. Jahrhunderts der Niedergang (Bunzel-Drüke et al. 2009, Schoof und Luick 2019).

Um diesem Trend entgegenzuwirken, wird seit Beginn der 1990er die Naturschutzmethode der extensiven Ganzjahresbeweidung diskutiert. Mit ihr wird versucht, an die durch extensive Bewirtschaftung geschaffene Biotopkontinuität anzuknüpfen. Ziel dieser Form der Beweidung, welche oft in Kombination mit Wiedervernässung praktiziert wird, ist die Schaffung von Struktureichtum im Offenland und oftmals die explizite Förderung angegliederter (Vogel-)Arten. Insbesondere seit Anfang des 21. Jahrhunderts erlebt sie einen Aufschwung als empfohlene Maßnahme im Arten-, Biotop-, Landschafts- und Prozessschutz (Bunzel-Drüke et al. 2009, Nickel und Reisinger 2022).



Abb. 1: Blick auf die Teichwiesen, Mai 2023 (Foto: C. Bömeke)

Seit mittlerweile 15 Jahren (ab 2009) wird extensive Ganzjahresbeweidung auch im vorliegenden Untersuchungsgebiet „den Teichwiesen bei Stressenhausen“ in Südthüringen nahe des Grünen Bandes praktiziert (s. Abb. 1). Auf dem naturschutzfachlich wertvollen Auengrünland, welches als Vogelschutzgebiet SPA Nr. 23 unter Schutz gestellt ist, konnten bisher 173 Vogelarten nachgewiesen werden, von denen 33 Arten im Anhang I der EG-Vogelschutzrichtlinie verzeichnet sind. Im Rahmen der avifaunistischen Aufwertung der Fläche durch die Ganzjahresbeweidung fand im Jahr 2011 zudem eine Wiedervernässung statt. Im Projekt waren anfangs große Erfolge im Bereich der Avifaunadiversität, aber auch bei anderen Tiergruppen wie den Zikaden zu verzeichnen (Brettfeld et al. 2010, Nickel et al. 2016). Seit etwa elf Jahren liegt jedoch eine deutlich erhöhte Besatzdichte ($> 0,7$ GVE/ha) und somit ein nicht adäquates Management vor. Den Effekt dieser Tatsache galt es zu beleuchten. Die Auswirkung der Besatzdichte von Weidetieren bei extensiver Ganzjahresbeweidung auf das Vorkommen und die Revierdichte ausgewählter Wiesenbrüterarten war dabei Hauptbestandteil der vorliegenden Untersuchung.

Methodik

Zur Analyse des Zusammenhangs zwischen Besatzdichte der Weidetiere und Populationsdynamik ausgewählter wertgebender Wiesenbrüterarten wurden zunächst die Daten aus 15 Jahren Revierkartierung (2009-2023) nach Bibby et al. (1995) ausgewertet. Seit Projektbeginn 2009 wurden die Brutpaare/Reviere von Rebhuhn (*Perdix perdix*), Wachtel (*Coturnix coturnix*), Wachtelkönig (*Crex crex*), Kiebitz (*Vanellus vanellus*), Bekassine (*Gallinago gallinago*), Kuckuck (*Cuculus canorus*), Feldlerche (*Alauda arvensis*), Feldschwirl (*Locustella naevia*), Sumpfrohrsänger (*Acrocephalus palustris*), Blaukehlchen (*Luscinia svecica*), Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*), Wiesenschafstelze (*Motacilla flava flava*), Wiesenpieper (*Anthus pratensis*, s. Abb. 2), Grauammer (*Emberiza calandra*) und Rohrammer (*Emberiza schoeniclus*) jährlich genau erfasst. Die Auswahl liegt darin begründet, dass all diese im Projektgebiet vorkommenden bodenbrütenden Offenlandarten in der industrialisierten intensiv genutzten Agrarlandschaft nur schwer überleben und sich reproduzieren können. Sie sind demnach ganz besonders auf Refugien extensiv genutzter Kulturlandschaften, wie die Teichwiesen, angewiesen und können zur Bewertung des Erfolges der Extensivweide herangezogen werden (Brettfeld et al. 2010). Die Besatzdichte in GVE/ha ergibt sich aus der Anzahl der Tiere (Rinder und Pferde) auf der Fläche pro Hektar und wurde beim zuständigen Landwirt erfragt.



Abb. 2: Wiesenpieper auf den Teichwiesen, 2015 (Foto: C. Unger)

Zusätzlich wurden die Habitatansprüche (Kategorie und Vegetationshöhe) von Wiesenpieper und Braunkehlchen nach Abschluss der Brutzeit 2023 untersucht. Diese beiden Arten wurden beispielhaft als Indikatorarten für den Einfluss extensiver Beweidung ausgewählt, da sie im Projektgebiet im Vergleich zur Normallandschaft in außergewöhnlich hohen Dichten als Brutvögel vorkommen. Beide zeigen jedoch unter der erhöhten Besatzdichte deutliche Bestandsrückgänge.

Ergebnisse

Die im Projektgebiet von 0,3 GVE/ha im Startjahr 2009 auf 1,4 GVE/ha im Jahr 2023 gestiegene Besatzdichte hat unterschiedliche Auswirkungen auf die wertgebenden Indikatorarten. Auf die jeweils jährliche Anzahl der insgesamt auf der Fläche gezählten Indikatorarten hat sie keinen signifikanten Einfluss, auf die Anzahl der Brutpaare der Indikatorarten hingegen schon. Betrachtet man die Arten im Einzelnen, hat die Erhöhung der Besatzdichte auf etwas mehr als die Hälfte der fünfzehn Indikatorarten einen signifikanten Einfluss. Dieser ist beim Kiebitz und bei der Wiesenschafstelze positiv, hingegen bei Wachtelkönig, Kuckuck, Blaukehlchen, Braunkehlchen, Wiesenpieper und Rohrammer negativ. Bei Rebhuhn, Wachtel, Bekassine, Feldlerche, Feldschwirl, Sumpfrohrsänger und Grauammer lässt sich anhand der gewählten Datenanalyse kein statistisch signifikanter Zusammenhang erkennen.

Hieraus kann geschlossen werden, dass die extensive Ganzjahresbeweidung auch bis zu einer Besatzdichte von 1,4 GVE/ha auf den Teichwiesen den Habitatansprüchen für die meisten hier als wertgebend identifizierten Arten stabile Habitatbedingungen, insbesondere im Vergleich zur intensiv genutzten „Normallandschaft“, bietet. Vor allem die Schlüsselindikatorarten Braunkehlchen und Wiesenpieper leiden jedoch unter der erhöhten Besatzdichte und zeigen auf der Fläche deutlich abnehmende Bestandstrends. Von diesen beiden kann der Wiesenpieper die erhöhte Dichte aufgrund seiner Habitatansprüche noch besser tolerieren. Das Braunkehlchen benötigt im Schnitt höhere Vegetation, welche stärker mit Stauden, die als Ansitz- und Singwarten fungieren, durchsetzt ist. Bei einer möglichen fortlaufenden Zunahme der Weidetierdichte würden auch weitere Arten in ihren Beständen deutlich abnehmen. Die Habitatqualität würde weiterhin deutlich sinken. Ferner könnte die Fläche der Teichwiesen ohne eine Veränderung der Besatzdichte langfristig für einige der Zielarten möglicherweise sogar als

Populationssenke fungieren. Das wäre insbesondere der Fall, wenn die Weidetierdichte weiter ansteigen würde. Das Gebiet würde zwar augenscheinlich einen Eindruck als optimales Wiesenbrüterhabitat erwecken, könnte aber aufgrund der erhöhten Besatzdichte zu verringertem Reproduktionserfolg führen (Küblbeck et al. 2021).

Bedeutung für den Naturschutz

Schlussfolgernd wird ausdrücklich angeregt, die Besatzdichte im Projektgebiet erheblich auf max. 0,5-0,7 GVE/ha zu verringern. Diese Reduktion ist nicht nur aus naturschutzfachlicher Sicht wünschenswert, sondern auch eine rechtliche Pflicht. Die abnehmenden Bestandstrends insbesondere von Wiesenpieper und Braunkehlchen sind auf ein fehlgeschlagenes Management mit den erhöhten Besatzdichten zurückzuführen. Es liegt ein Verstoß gegen das „Verschlechterungsverbot“ der Vogelschutzrichtlinie 2009/147/EG Art. 13 vor, den es zu beheben gilt. Sicher ist, dass bei einer niedrigeren Besatzdichte und damit einhergehendem höheren Reproduktionserfolg der Arterhalt eines breiten Artenspektrums gewährleistet wäre. Es könnte sich darüber hinaus ein sogenannter „Source-Effekt“ einstellen, wodurch Bereiche mit guten Habitatstrukturen im nahe gelegenen Grünen Band von Arten wie Wiesenpieper und Braunkehlchen wieder besiedelt werden könnten.

Oftmals erweist sich gerade das Herdenmanagement mit der Vermeidung von überhöhten Besatzdichten als limitierender Faktor für naturnahe Extensivweiden (Bunzel-Drücke et al. 2009). Ein optimal angepasstes Management mit guter (Fleisch-)Vermarktung ist langfristig für den Erfolg und das Fortbestehen von naturnahen Weideprojekten mit ihrem positiven naturschutzfachlichen Wirken unentbehrlich.

Literaturverzeichnis

- Bernardy, P., Dziewiaty, K., Flade, M., Hoffmann, J., Joest, R., Langgemach, T., Ludwigs, J. und Oppermann R. (2019): Weiterentwicklung der Gemeinsamen Agrarpolitik ab 2021: Erfordernisse zum Erhalt unserer Agrarvögel. Positionspapier. Wilhelmshaven: 21 S.
- Bibby, C., Burgess, N. und Hill, D. (1995): Methoden der Feldornithologie. Bestandserfassung in der Praxis. Neumann. Stuttgart: 270 S.
- Brettfeld, R., Müller, R. und Unger, C. (2010): Zur Tierwelt der Hutelandschaft Rodachau (Teichwiesen) bei Stressenhausen. Teil 1: Zur Vogelwelt (Avifauna) der Teichwiesen. In: Naturhistorisches Museum Schloss Bertholdsburg Schleusingen (Hrsg.): Semana (25): 11–26.
- BfN (Bundesamt für Naturschutz) (2017): Agrarreport 2017. Biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft. Bonn-Bad Godesberg: 361 S.
- BMUV (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz) (2023): Indikatorenbericht 2023 der Bundesregierung zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Berlin: 132 S.
- Bunzel-Drücke, M., Böhm, C., Finck, P., Kämmer, G., Luick, R., Reisinger, E., Riecken, U., Riedl, J., Scharf, M. und Zimball, O. (2009): „Wilde Weiden“. Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung. 2. Aufl. Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. Bad Sassendorf-Lohne: 215 S.
- Jaehne, S., Frick, S., Grimm, H., Laußmann, H., Mähler, M. und Unger, C. (2021): Rote Liste der Brutvögel (Aves) in Thüringen. 4. Fassung, Stand: 11/2020. – In: Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tier-, Pilz- und Pflanzenarten, Pflanzengesellschaften und Biotope Thüringens. Naturschutzreport (30). Jena: 64-70.

- Kapfer, A. (2010): Mittelalterlich-frühneuzeitliche Beweidung der Wiesen Mitteleuropas. Naturschutz und Landschaftsplanung. Zeitschrift für angewandte Ökologie 42(6): 180-187.
- Küblbeck, M., Liebel, H. und Goymann, W. (2021): Was zeichnet ein gutes Braunkehlchen-Gebiet aus? Zur Einschätzung der Habitatqualität. In: Ornithologische Gesellschaft in Bayern e.V. (Hrsg.): Themenheft Braunkehlchen. Ornithologischer Anzeiger 60(1): 90–94.
- Lorenz, A., Schonert, A., Hensen, H., Henning, K. und Tischew, S. (2021): Der fortschreitende Biodiversitätsverlust ist umkehrbar: Steigerung der Brutvogeldichte in nutzungsabhängigen FFH-Lebensräumen durch großflächiges, naturschutzkonformes Management. Acta ornithoecologica 9(3): 233–246.
- Nickel, H., Reisinger, E., Sollmann, R. und Unger, C. (2016): Außergewöhnliche Erfolge des zoologischen Artenschutzes durch extensive Ganzjahresbeweidung mit Rindern und Pferden. Ergebnisse zweier Pilotstudien an Zikaden in Thüringen, mit weiteren Ergebnissen zu Vögeln, Reptilien und Amphibien. In: Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz/TLUBN (Hrsg.): Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen 53(1): 5–20.
- Nickel, H. und Reisinger, E. (2022): Großflächig-extensive Weideprojekte in Deutschland. Wo stehen wir? <https://herbertnickel.de/grossflaechig-extensive-weideprojekte-in-deutschland-wo-stehen-wir/nickelreisinger2022weideprojektedeutschland/>. (Letzter Zugriff: 22.09.2024).
- Schoof N. und Luick R. (2019): Antiparasitika in der Weidehaltung – Ein unterschätzter Faktor des Insektenrückgangs? Naturschutz und Landschaftsplanung 51(10): 486–492.

Kontakt

Carla Bömeke, M. Eng.

E-Mail: carla.boemeke@web.de

Dr. Christoph Unger

Naturkundemuseum Erfurt

99084 Erfurt

E-Mail: christoph.unger@erfurt.de

BioDivMilchplus - Mehr Artenvielfalt im Grünland und weitere Umweltleistungen durch kraftfutterarme, grasbasierte Milcherzeugung

Maria Wild

Hintergrund

Artenreiches Grünland erfüllt wichtige Umweltleistungen und besitzt einen hohen gesellschaftlichen Stellenwert. Es dient unter anderem dem Erosions- und Hochwasserschutz, bietet Habitate für Insekten und Vögel und speichert Kohlenstoff durch Humusaufbau. Artenreiches Grünland ist resilienter gegenüber zunehmenden Wetterextremen und kann somit eine stabile Produktion und funktionierende Umweltleistungen sichern (Bengtsson et al. 2019, Lüscher et al. 2022). Die Intensivierung der Landwirtschaft und eine kontinuierliche Steigerung der Milchleistung über die letzten Jahrzehnte führte zu einem Rückgang der Weidehaltung und dem Grasanteil in der Futterration von Milchkühen, während der Einsatz von Kraftfutter (KF) gesteigert wurde (Peyraud und Peeters 2020). Damit werden ein Rückgang der Grünlandfläche und verschiedene negative Umweltauswirkungen assoziiert, wie u. a. die (globale) Verschiebung von Nährstoffen und daraus folgend lokale Einträge in Ökosysteme und Grundwasser (Bleken et al. 2005). Außerdem ging die Pflanzenartenvielfalt im immer intensiver und homogener bewirtschafteten Grünland in den letzten Jahrzehnten drastisch zurück (Wesche et al. 2012). Da ein knappes Drittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche Deutschlands Dauergrünland ist, wovon wiederum rund 40 % von Milchviehbetrieben bewirtschaftet werden, liegt hier ein entscheidender Hebel für Umwelt- und Artenschutz in der breiten Fläche. Ganzheitliche Ansätze zur Veränderung von Produktionssystemen können eine breite Wirkung erzielen, indem Umweltleistungen automatisch durch die Bewirtschaftung erbracht werden. Bisherige Arbeiten zeigen, dass insbesondere die Fütterungsstrategie und der Einsatz von Kraftfutter in der Milcherzeugung eine zentrale Rolle für die Umweltverträglichkeit der Produktion spielen können (u.a. Dentler et al. 2020, Schader et al. 2015).

Forschungsvorhaben und Motivation

Im Forschungsvorhaben „BioDivMilchplus“ untersuchen die Universität Göttingen (Abteilung Graslandwissenschaft) und das Kasseler Institut für ländliche Entwicklung e.V. Zusammenhänge zwischen wirtschaftlichen Erfolgsgrößen und den Umweltleistungen sowie der Ressourceneffizienz von kraftfutterreduziert wirtschaftenden Milchviehbetrieben (kfr-Betriebe). Im Vorgängerprojekt „BioDivMilch“ konnte bereits dargestellt werden, dass ökologische und konventionelle kfr-Betriebe eine signifikant höhere Pflanzenartenvielfalt im Grünland aufweisen als Vergleichsbetriebe mit einem hohen KF-Einsatz und gleichzeitig wirtschaftlich konkurrenzfähig sein können (Bettin et al. 2023, Jürgens et al. 2023). Auf Grundlage dessen sollen nun detailliertere Zusammenhänge und Wirkungspfade untersucht werden, die innerhalb des kfr-Systems zu der höheren Artenvielfalt führen, um hieraus Implikationen für die Praxis ableiten zu können. Hierfür arbeiten wir mit 42 kfr-Betrieben zusammen und führen umfangreiche Vegetationskartierungen, Probenahmen, Befragungen und ökonomische Analysen durch. Bei den Betrieben handelt es sich um konventionelle und ökologische Höfe in Nord- und Süddeutschland.

Erste Ergebnisse

Vorläufige Ergebnisse der Vegetationsuntersuchungen auf insgesamt 247 Grünlandflächen der 42 Betriebe deuten auf eine leicht erhöhte Artenvielfalt in Süddeutschland sowie auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben hin (Abb. 1). Die Werte bewegen sich zwischen 13 und 65

Arten je Fläche. Einen maßgeblichen Einfluss hat dabei die Nutzung. So sind beispielsweise die in Süddeutschland untersuchten Weiden um im Schnitt 10 Arten reicher als die reinen Schnittwiesen. Um Erklärungsansätze für die Variabilität der Werte zwischen und innerhalb der Betriebe zu finden, soll der Einfluss verschiedener Variablen zur Bewirtschaftung, Topografie und Bodenbeschaffenheit der Flächen analysiert werden. Ein wichtiges Augenmerk wird hierbei auf den Nährstoffflüssen innerhalb der Betriebe liegen, welche die Artenvielfalt beeinflussen können und darüber hinaus ein weiterer wichtiger Umweltindikator sind. Über alle Flächen der Betriebe hinweg wurde eine durchschnittliche Artenvielfalt von 70 Arten je Betrieb ermittelt, wobei die süddeutschen Betriebe um rund 20 Arten reicher sind als die norddeutschen.

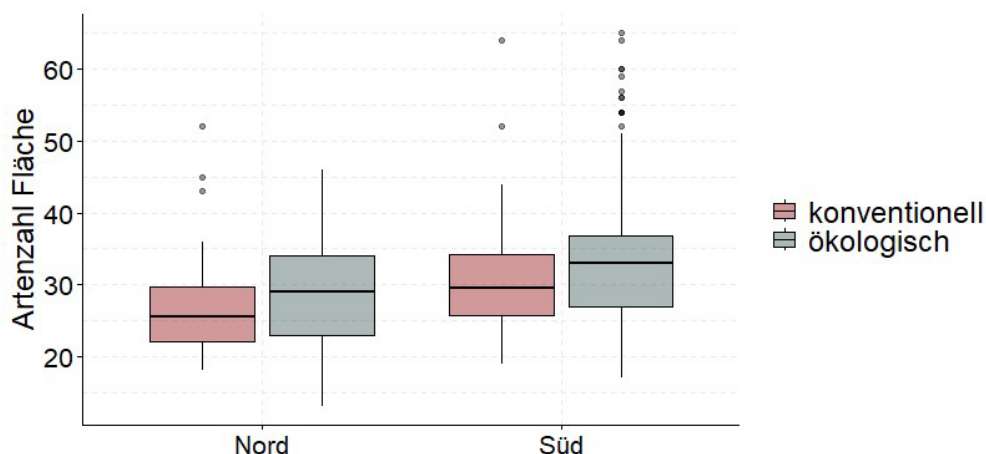


Abb. 1: Mittlere Pflanzenartenvielfalt auf 247 Grünlandflächen der 42 kraftfutterreduziert wirtschaftenden Betriebe in Süd- und Norddeutschland, eingeteilt nach Wirtschaftsweise (eigene Darstellung).

Außerdem untersucht das Projekt Zusammenhänge mit der Proteinkonvertierungseffizienz, also der Umwandlung von Futterprotein zu menschlich verfügbaren Nahrungsmitteln. Ein zentrales Ergebnis ist bisher, dass mit steigendem KF-Einsatz die Konvertierungseffizienz signifikant abnimmt und die Betriebe, die mehr als 30 % ihrer Milch aus KF erzeugen, im Schnitt mehr human-verfügbares Protein über die Fütterung verbrauchen, als sie erzeugen. Die Proteineffizienz korreliert ebenfalls signifikant mit der Pflanzenartenvielfalt im Grünland. Hier spielt eine Rolle, dass Betriebe, welche einen Großteil ihrer Milch aus Gras erzeugen und damit - trotz niedrigerer Gesamtmilchleistung – einen größeren Beitrag zur Nettoproteinerzeugung leisten, u. a. ihr Grünland diversifizierter bewirtschaften (Bettin et al. 2023). Das Ergebnis sind heterogene Betriebsflächen mit kleinräumigen Strukturen und einer größeren Anzahl an Pflanzenarten und Habitat-Angeboten insbesondere für Arthropoden. Auch die geringeren Nährstoffimporte und -überschüsse durch den niedrigen KF-Einsatz spielen mutmaßlich eine Rolle in Bezug auf die Biodiversität.

Implikation und Ausblick

Die bisherigen Ergebnisse dieses und des vorangegangenen Projektes deuten bereits darauf hin, dass eine gras- und weidebasierte Milcherzeugung das Potenzial hat, wichtige Umweltleistungen zu sichern und gleichzeitig die Nahrungskonkurrenz zu verringern. Im weiteren Verlauf des Projektes sollen, neben einer detaillierteren Betrachtung der Pflanzenartenvielfalt, Untersuchungen der innerbetrieblichen Stoffflüsse stattfinden, u.a. durch die Analyse von Stickstoff-Isotopen in der Gülle. Außerdem werden Wirtschaftlichkeitsanalysen und

Tierwohluntersuchungen durchgeführt. Das übergeordnete Ziel des Projektes ist die praxisnahe Entwicklung von Maßnahmen und bestbewährten Strategien, wie eine kraftfutterarme Fütterung zum Schutz des Grünlandes umgesetzt werden kann und inwiefern Umweltleistungen und Wirtschaftlichkeit potenziell zusammenwirken. Zusätzlich werden Implikationen für regulatorische Änderungen im Zuge der GAP-Reform ab 2028 erarbeitet.

Literaturverzeichnis

- Bengtsson, J., Bullock, J. M., Egoh, B., Everson, C., Everson, T., O'Connor, T. et al. (2019): Grasslands—more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere* 10(2): 1–20.
- Bettin, K., Komainda, M., Tonn, B. und Isselstein, J. (2023): Relationship between concentrate feeding strategy and grassland phytodiversity on dairy farms. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 344: 108293, 1–9.
- Bleken, M. A., Steinshamn, H. und Hansen, S. (2005): High Nitrogen Costs of Dairy Production in Europe: Worsened by Intensification. *AMBIO* 34(8): 598–606.
- Dentler, J., Kiefer, L., Hummler, T., Bahrs, E. und Elsässer, M. (2020): The impact of low-input grass-based and high-input confinement-based dairy systems on food production, environmental protection and resource use. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 44(8): 1089–1110.
- Jürgens, K., Bettin, K., Isselstein, J., Poppinga, O. und Thomas, F. (2023): Verbesserung der Grünlandbiodiversität durch kraftfutterreduzierte Milcherzeugung. BfN-Schriften 670. Bundesamt für Naturschutz. Bonn: 135 S.
- Lüscher, A., Barkaoui, K., Finn, J. A., Suter, D., Suter, M. und Voltaire, F. (2022): Using plant diversity to reduce vulnerability and increase drought resilience of permanent and sown productive grasslands. *Grass and Forage Science* 77(4): 235–246.
- Peyraud, J.-L. und Peeters, A. (2020): The role of grassland based production system in the protein security. *Grassland Science in Europe* 21: 29–43.
- Schader, C., Muller, A., Scialabba, N. E-H., Hecht, J., Isensee, A., Erb, K-H. et al. (2015): Impacts of feeding less food-competing feedstuffs to livestock on global food system sustainability. *Journal of the Royal Society* 12(113): 20150891, 1–12.
- Wesche, K., Krause, B., Culmsee, H. und Leuschner, C. (2012): Fifty years of change in Central European grassland vegetation: Large losses in species richness and animal-pollinated plants. *Biological Conservation* 150(1): 76–85.

Förderhinweis

Das Projekt wird gefördert vom Bundesamt für Naturschutz (BfN, FKZ 3522 84 100A).

Kontakt

Maria Wild

Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Graslandwissenschaft
37075 Göttingen
E-Mail: maria.wild@uni-goettingen.de

Projektkoordination und -leitung:

Dr. Karin Jürgens

Kasseler Institut für ländliche Entwicklung e.V., 37130 Gleichen

E-Mail: juergens@agraruendnis.de

Prof. Dr. Johannes Isselstein, Dr. Martin Komanda - Universität Göttingen

Bio4Act – Biogene Aktivkohlen und Plattformchemikalien aus Restbiomassen zur Implementierung einer zirkulären Bioökonomie

Antonia Deutscher

Um die im Pariser Abkommen festgelegten Emissionsreduktionsziele zu erreichen, hat die Europäische Union (EU) das Europäische Klimagesetz (Europäische Union 2021) verabschiedet, das ein rechtlich bindendes Ziel der Klimaneutralität bis 2050 vorsieht. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen neue erneuerbaren Energieträger erschlossen werden und CO₂-emmissionsintensive fossile Ressourcen und Werkstoffe durch biogene ersetzt werden. Die Bio⁴Act-Nachwuchsgruppe der Universität Kassel forscht an der Entwicklung und Erschließung innovativer Verwertungspfade für Restbiomassen. Ziel ist es, hochwertige biobasierte Aktivkohlen und Plattformchemikalien zu entwickeln, um steinkohlebasierten Aktivkohlen und erdölbasierte Plattformchemikalien in der Abwasserreinigung und Werkstofftechnik zu ersetzen.

Der Fokus liegt auf der Verwendung von grasartigen und krautigen Restbiomassen, um Nutzungskonkurrenzen, wie sie zum Beispiel bei Mais oder Raps zur Bioenergiegewinnung bestehen, zu vermeiden. Jährlich werden in Deutschland rund 3,9 Mio. Mg_{TS} Restbiomasse (Bro-sowski et al. 2016; Hensgen, Bühle und Wachendorf 2016) - beispielsweise aus extensiven landwirtschaftlichen Systemen und Naturschutzflächen - ungenutzt am Standort belassen. Zunehmend werden Grünflächen aufgegeben bzw. nicht mehr bewirtschaftet (Poschlod, Bakker und Kahmen 2005), was zu einem erheblichen Verlust an biologischer Vielfalt führt und die Ausbreitung invasiver Arten fördert (Stenchly et al. 2021).

Derzeit ist die energetische Nutzung dieser Biomassen eingeschränkt. Hohe Konzentrationen von Lignin, Zellulose und Hemizellulose führen zu geringen Biogaserträgen und hohe Stickstoffgehalte verursachen hohe NO_x-Emissionen bei der Verbrennung, während Chlor und Schwefel die Brennkammer korrodieren (Hensgen et al. 2012; Obernberger, Brunner und Barnthaler 2006). Das IFBB-Verfahren (Integrierte Erzeugung von Festbrennstoff und Biogas aus Biomassen) wurde an der Universität Kassel, Abteilung Grünlandwissenschaft und nachwachsende Rohstoffe entwickelt, um diese Herausforderungen zu bewältigen. Es kombiniert hydrothermale Konditionierung und mechanische Entwässerung, um eine energiereiche Pressflüssigkeit und einen faserreichen Presskuchen zu erzeugen (Hensgen et al. 2012, Wachendorf et al. 2009). Aus der Flüssigphase kann Biogas bzw. Strom erzeugt werden, und der Presskuchen dient nach Trocknung als Festbrennstoff (Hensgen et al. 2012). Das Bio4Act-Projekt zielt darauf ab, Reststoffströme aus der Landschaftspflege mit dem IFBB-Verfahren zu hochwertigen Sekundärrohstoffen aufzubereiten, einschließlich Aktivkohlen für die Abwasserreinigung.

Der Schutz aquatischer Ökosysteme und die Sicherstellung sauberer Gewässer erfordern zunehmend den Einsatz einer vierten Reinigungsstufe in Kläranlagen, um organische Mikroschadstoffe wie Pharmazeutika und Industriechemikalien aus dem Abwasser zu entfernen. Ein bewährtes Verfahren ist der Einsatz von Aktivkohle (Alt et al. 2016). Herkömmliche Aktivkohle basiert jedoch oft auf fossilen Rohstoffen und trägt erheblich zu CO₂-Emissionen bei. Biobasierte Aktivkohlen aus Restbiomassen bieten hier eine nachhaltige Alternative, da sie nicht nur die gleichen Reinigungsleistungen erbringen, sondern auch das Treibhausgaspotenzial deutlich senken können. Ihre Produktion aus nachwachsenden Rohstoffen reduziert die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und minimiert CO₂-Emissionen, wodurch sie langfristig zur Nachhaltigkeit in der Abwasserbehandlung beitragen.



Abb. 1: Herstellungsprozess von Grassilage zu Aktivkohle für die Abwasserreinigung: Von Grasschnitt über Pellets und Aktivkohle bis hin zu sauberem Wasser (Quelle: K. Kaetzl)

Bio⁴Act

Das Bio⁴Act-Projekt gliedert sich in vier eng miteinander verbundene Forschungsbereiche, die gemeinsam eine umfassende Strategie zur effektiven Nutzung von Biomasse verfolgen. Jeder Bereich trägt mit einem spezifischen Schwerpunkt zur Wertschöpfung bei, während Fortschritte in einem Bereich die Entwicklungen in den anderen unterstützen (Abb. 2).

- **Forschungsbereich 1 (FB1)**, der im Mittelpunkt dieses Forschungsvorhabens steht, befasst sich mit der Vorbehandlung von Restbiomassen für energieerzeugende Prozesse. Diese Vorbehandlung bildet die Grundlage für die weiteren Schritte in der Biomasse-nutzung.
- **Forschungsbereich 2 (FB2)** fokussiert sich auf die Herstellung von biobasierter Aktivkohle. Hier wird die vorbehandelte Biomasse pelletiert und mittels Pyrolyse zu Aktivkohle umgewandelt.
- **Forschungsbereich 3 (FB3)** zielt darauf ab, aus dem Presssaft, welcher bei der Vorbehandlung der Biomasse anfällt, wertvolle Plattformchemikalien zu gewinnen.
- **Forschungsbereich 4 (FB4)** umfasst eine ökologische Analyse sowie eine Bewertung der Materialflüsse. Ziel ist es, das Verständnis der zugrunde liegenden biologischen Systeme zu verbessern und so eine nachhaltige Optimierung der Prozesse zu gewährleisten.

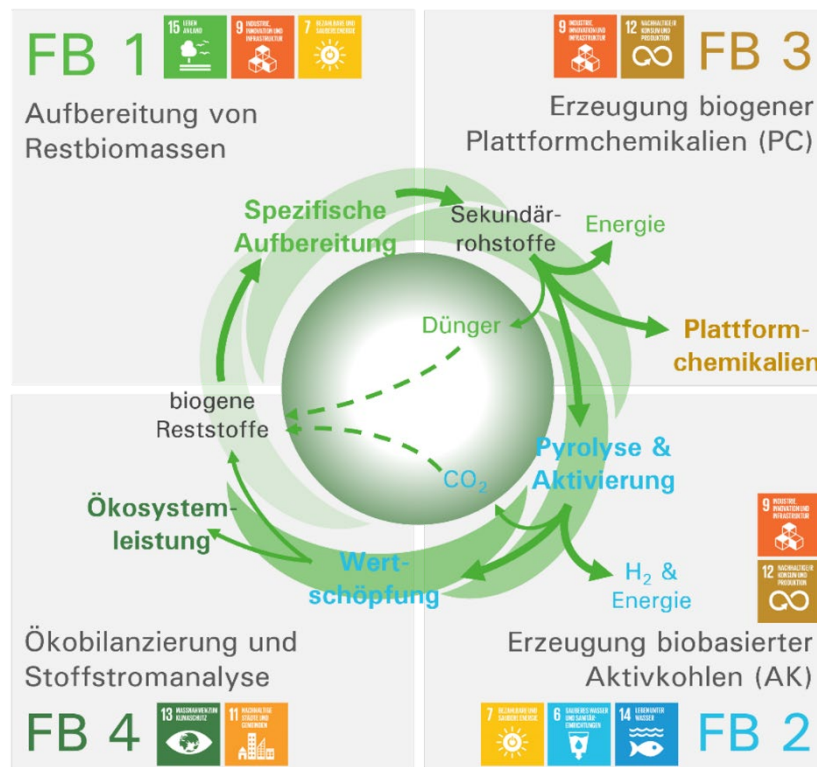


Abb. 2: Bio4Act – Übersicht Fachbereiche (Quelle: K. Kätzl)

Dieses integrative Konzept sorgt dafür, dass Fortschritte in einem Bereich nahtlos in die Arbeit der anderen Forschungsbereiche einfließen. Der Erfolg der in FB1 entwickelten Vorbehandlungsmethoden ist dabei von besonderer Bedeutung, da er die Qualität der in FB2 und FB3 hergestellten Materialien maßgeblich beeinflusst. Ergänzend dazu liefert FB4 wertvolle ökologische Bewertungen, die den gesamten Prozess auf Nachhaltigkeit und Effizienz hin überprüfen.

Durch die enge Zusammenarbeit zwischen den Forschungsbereichen und die Nutzung von Synergien verfolgt Bio⁴Act das Ziel, den Wert von Restbiomassen maximal zu erschließen und damit eine kreislaufforientierte Bioökonomie zu fördern, die den globalen Nachhaltigkeitszielen gerecht wird.

Literaturverzeichnis

- Alt, K. et al. (2016): Aktivkohleeinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung. Aktivkohleeinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung 2016(12): 1062–67. <https://doi.org/10.3242/kae2016.12.002>.
- Brosowski, A. et al. (2016): A Review of Biomass Potential and Current Utilisation – Status Quo for 93 Biogenic Wastes and Residues in Germany. Biomass and Bioenergy 95: 257–72. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.10.017>.
- Europäische Union (2021): PE/27/2021/REV/1 Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law'). <http://data.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj>. (Letzter Zugriff: 07.05.2025)

- Hensgen, F. et al. (2012): Mineral Concentrations in Solid Fuels from European Semi-Natural Grasslands after Hydrothermal Conditioning and Subsequent Mechanical Dehydration. *Bioresource Technology* 118: 332–42. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.05.035>.
- Hensgen, F., Bühle, L. und Wachendorf, M. (2016): The Effect of Harvest, Mulching and Low-Dose Fertilization of Liquid Digestate on above Ground Biomass Yield and Diversity of Lower Mountain Semi-Natural Grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 216: 283–92. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.10.009>.
- Obernberger, I., Brunner, T. und Barnthaler, G. (2006): Chemical Properties of Solid Biofuels—Significance and Impact. *Biomass and Bioenergy* 30(11): 973–82. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2006.06.011>.
- Poschlod, P., Bakker, J.P. und S. Kahmen (2005): Changing Land Use and Its Impact on Biodiversity. *Basic and Applied Ecology* 6(2): 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2004.12.001>.
- Stenchly, K, Hensgen, F., Kaetzl, K. und Wachendorf, M. (2021): Grünschnitt mit Lupine als potenzielle Energiequelle. *ANliegen Natur* 43(2): 99–102. <https://www.anl.bayern.de/publikationen>. (Letzter Zugriff: 07.05.2025)
- Wachendorf, M. et al. (2009): Utilization of Semi-natural Grassland through Integrated Generation of Solid Fuel and Biogas from Biomass. I. Effects of Hydrothermal Conditioning and Mechanical Dehydration on Mass Flows of Organic and Mineral Plant Compounds, and Nutrient Balances. *Grass and Forage Science* 64(2): 132–43. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2009.00677.x>.

Kontakt:

Antonia Deutscher

Universität Kassel

Grünlandwissenschaften und Nachwachsende Rohstoffe

37213 Witzenhausen

E-Mail: antonia.deutscher@uni-kassel.de

Webseite: www.uni-kassel.de/go/gnr

„Schutzhochzwei“ - Optimierung der Nützlingsförderung in Schutzgebieten zur Stärkung des biologischen Pflanzenschutzes

Anne Loreth und Annette Herz

Einleitung

Weltweit wurde ein gravierender Rückgang der Biodiversität, insbesondere der Insekten, in wissenschaftlichen Studien dokumentiert (z.B. Gatter et al. 2020, Hallmann et al. 2017, 2021, Sánchez-Bayo et al. 2021). Infolge dieser alarmierenden Entwicklung wurde in Deutschland im August 2021 das Insektenschutzgesetz verabschiedet (BGesblatt 2021a), das Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität und zur Veränderung der Landnutzung vorsieht. Dies führte auch zu einer Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung (hier in Bezug auf § 4 Abs. 1 PflSchAnwV (Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung), BGesblatt 2021b), u. a. mit dem Verbot der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) mit Effekten auf Bienen und andere Bestäuberinsekten (B1 und B3 bzw. NN410) sowie bestimmten Herbiziden in Schutzgebieten (SG) nach § 30 Bundesnaturschutzgesetz. Dabei sind die vom Anwendungsverbot betroffenen Gebietstypen mit naturschutzrelevanter Bedeutung infolge des Insektenschutzgesetzes auf Elemente wie Streuobstwiesen, artenreiches Grünland, Steinriegel sowie Trockenmauern ausgeweitet worden.

Aktuelle Überlegungen über eine Ausweitung der Anwendungsverbote auf weitere Regionen, wie Natura2000-Gebiete, könnten den Schutz der biologischen Vielfalt zusätzlich stärken. Doch Landwirte befürchten deutliche Ertragseinbußen und damit den Verlust der Wirtschaftlichkeit von Agrarflächen in Schutzgebieten. Weitere Herausforderungen entstehen zudem durch die international wie national vorgegebenen Ziele einer Reduktion des Einsatzes bzw. des Risikos von Pflanzenschutzmitteln und den Bedarf an alternativen Pflanzenschutzverfahren zur Erntesicherung.

Das Projekt „Schutzhochzwei“ (Förderung: BfN mit Mitteln des BMUV) untersucht seit 2023 beispielhaft auf Agrarflächen in Schutzgebieten, ob der Verzicht auf insektizide PSM in Kombination mit nützlingsfördernden wie naturschutzfachlich sinnvollen Maßnahmen die natürliche Schädlingsregulierung verstärken könnte. Ziel ist es, den Insektizideinsatz zu reduzieren und die Ökosystemdienstleistungen der Nützlinge zu fördern, um dadurch die Biodiversität zu schützen, aber auch die notwendige Sicherheit in der Kulturpflanzenerzeugung zu gewährleisten.

Positive Ergebnisse könnten dazu beitragen, die Sorgen in der landwirtschaftlichen Praxis zu mindern, indem sie Alternativen zum Einsatz von Insektiziden aufzeigen und die Vereinbarkeit von Naturschutz- und wirtschaftlichen Zielen im ländlichen Raum verbessern.

Fragestellung und Methodik

Diese Vorlaufstudie befasst sich beispielhaft mit Schädlings-Nützlings-Systemen im Ackerbau, konkret Blattläusen und ihren natürlichen Gegenspielern in Getreidekulturen. Der Forschungsansatz im Jahr 2023 prüfte dabei die Situation auf Ackerflächen in Schutzgebieten ohne Insektizidbehandlung im Vergleich zu Ackerflächen außerhalb von Schutzgebieten, bei denen Insektizide nach Bedarf eingesetzt wurden. Folgende Fragestellungen waren dabei im Fokus:

- A.** Führt der Wegfall von kritischen insektiziden PSM zu einer Stärkung der Nützlingspopulationen und zu einer verbesserten Schädlingsregulierung?

B. Können die Nützlingspopulationen durch ökologische und naturschutzverträgliche Maßnahmen in der umgebenden Landschaft positiv beeinflusst werden? Welche Maßnahmen haben welchen Einfluss? Wie wirken sich die Maßnahmen auf die Blattlauspopulationen aus?

C. Welchen Einfluss hat die umgebende Landschaftsmatrix?

Zwischen Mai und Juli 2023 wurden dazu wöchentlich Gelbschalen zum Fang von Fluginsekten an mehreren Positionen im bzw. am Feld aufgestellt. Keschertransekte wurden durchgeführt um aktive Insekten auf dem Feld zu erfassen. Visuelle Bonituren wurden zur Erhebung von Schädlingsbefall und Nützlingsbesatz auf der Kulturpflanze durchgeführt.

Alle Proben wurden zur Bestimmung der Biomasse im Labor gewogen und nach taxonomischen Gruppen sortiert. Die Schwebfliegen und Marienkäfer, als relevante blattlausfressende (aphidophage) Nützlinge, wurden auf Artniveau bestimmt.

Zur Prüfung der Ressourcenverfügbarkeit für diese Gegenspieler bzw. Bewertung ihrer Fitness wurden an Individuen der Schwebfliegenart *Sphaerophoria scripta*, welche am häufigsten in den Proben vertreten war, zusätzlich molekulare Nährstoffanalysen (Proteine, Fette, Zucker, Glycogen) nach Foray et al. 2012 durchgeführt.

Erste Ergebnisse und Ausblick

In der visuellen Bonitur wurden die Befallsspitzen zur Hochzeit der Blattlauspopulationen auf Feldern ohne Insektizideinsatz beobachtet, diese waren allerdings nicht ausschlaggebend und statistisch konnte kein signifikanter Unterschied im Blattlausbefall zwischen Ackerflächen mit und ohne Insektizideinsatz festgestellt werden.

Die Biomasse aus den Gelbschalen war auf den mit Insektiziden behandelten Ackerflächen signifikant geringer als aus den Gelbschalen auf den Schutzgebietsflächen. Dies war auch bei den Kescherproben festzustellen.

Aber auch die Position der Keschertransekte im Feld hatte einen Einfluss auf die gefangene Biomasse. An den Feldrändern war sie signifikant höher als in der Feldmitte. Das gleiche Bild zeigte sich auch bei Betrachtung der Proben aus den Gelbschalen. Im Vergleich der Position der Gelbschalen nahm die Biomasse von außen nach innen stetig ab.

Bei Betrachtung der einzelnen Insektengruppen waren signifikant geringere Zahlen an Schwebfliegen auf den Getreideschlägen mit Insektizideinsatz festzustellen. Dieses Ergebnis bestätigt, dass es sich bei dieser Gruppe um geeignete Modellorganismen für unsere Studie handelt. Bei Marienkäfern und Blattläusen dagegen haben wir keinen Unterschied zwischen den Feldern mit und ohne Insektizideinsatz festgestellt.

Die bisherigen Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass ein Insektizidverzicht die Populationen relevanter Nützlingsgruppen in naturnaher Umgebung schont. Um ihre schädlingsreduzierende Wirkung zu verstärken, müssen nun geeignete Maßnahmen geprüft werden, die z. B. auch bestehende naturnahe Elemente wie Hecken mit weiteren nützlingsfördernden Landschaftselementen nahe am Feld vernetzen. In den Folgejahren des Projektes werden mehrere Versuchsflächen dazu experimentell im Split-Plot-Design behandelt, um nützlingsfördernde Maßnahmen gemeinsam mit unterschiedlichem Pflanzenschutz vergleichbar auf einer Fläche zu untersuchen. Da dieses manipulative Design nicht direkt in den Schutzgebieten umgesetzt werden kann, werden vergleichbare Flächen der beteiligten Landwirte ausgewählt.

Im Vergleich der beiden eingesetzten Fangmethoden umfassten in den Farbschalen nur etwa 1 % der gefangenen Arthropoden unsere Zieltaxa (Schwebfliegen, Marienkäfer, Blattlausparasitoide). In den Proben aus den Kescherfängen waren es dagegen 4,5 % aller gefangenen Arthropoden. Die Nährstoffanalysen zeigen außerdem, dass Schwebfliegen aus Farbschalen einen geringeren Proteingehalt aufwiesen, als Schwebfliegen, die mit dem Kescher gefangen wurden. Dies lässt auf eine selektive Attraktivität der Farbschalen auf unterversorgte Schwebfliegen schließen. Aufgrund dieser selektiven Eigenschaft und dem größeren Beifang wird diese Fangmethode in den folgenden Jahren der Studie nicht mehr eingesetzt.

Abschließend möchten wir uns sehr herzlich bei den Landwirten bedanken, die uns Ihre Felder für Versuchszwecke zur Verfügung stellen und immer motiviert und interessiert mit anpacken, wenn es nötig wird.

Literaturverzeichnis

- Bundesgesetzblatt (2021a): Teil I Nr. 59, 30.08.2021: Gesetz zum Schutz der Insektenvielfalt in Deutschland und zur Änderung weiterer Vorschriften.
- Bundesgesetzblatt (2021b): Teil I Nr. 62, 07.09.2021: Fünfte Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung.
- Foray, V.; Péliesson, P.-F.; Bel-Venner, M.-C.; Desouhant, E.; Venner, S.; Menu, F.; Giron, D. und Rey, B. (2012): A handbook for uncovering the complete energetic budget in insects: The van Handel's method (1985) revisited. *Physiological Entomology* 37: 295–302.
- Gatter, W.; Ebenhöf, H.; Kima, R.; Gatter, W. und Scherer, F. (2020): 50-jährige Untersuchungen an migrierenden Schwebfliegen, Waffenfliegen und Schlupfwespen belegen extreme Rückgänge (Diptera: Syrphidae, Stratiomyidae; Hymenoptera: Ichneumonidae). *Entomologische Zeitschrift* 130: 131–142.
- Hallmann, C. A.; Ssymank, A.; Sorg, M.; Kroon, H. de und Jongejans, E. (2021): Insect biomass decline scaled to species diversity: General patterns derived from a hoverfly community. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 118(2): e2002554117.
- Hallmann, C. A.; Sorg, M.; Jongejans, E.; Siepel, H.; Hofland, N.; Schwan, H.; Stenmans, W.; Müller, A.; Sumser, H.; Hörrn, T.; Goulson, D. und de Kroon, H. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE* 12(10): e0185809.
- Sánchez-Bayo, F. und Wyckhuys, K. A. G. (2021): Further evidence for a global decline of the entomofauna. *Austral Entomology* 60(1): 9–26.

Kontakt

Anne Loreth
Dr. Annette Herz

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Biologischen Pflanzenschutz
69221 Dossenheim
E-Mail: anne.loreth@julius-kuehn.de
E-Mail: annette.herz@julius-kuehn.de

Bedeutung brachliegender landwirtschaftlicher Flächen für die endemische Flora auf La Palma und mögliche Auswirkungen einer Rekultivierung

Anna Handte-Reinecker

Der weltweite Verlust der biologischen Vielfalt stellt eine dringende gesellschaftliche Herausforderung dar, die auf Inseln besonders akut ist. Hier treffen Naturschutz und landwirtschaftliche Erfordernisse auf begrenzte Ressourcen und stehen unter erhöhtem Druck durch Bevölkerungswachstum, den Bedarf an Lebensmittelauf autarkie sowie die Auswirkungen des Klimawandels. Landnutzungsänderungen, die häufig durch landwirtschaftliche Expansion vorangetrieben werden, gefährden die einzigartige Inselbiodiversität. Auf La Palma, einer der Kanarischen Inseln, verfolgen die lokalen Behörden das Ziel, die Nahrungsmittelproduktion bis 2030 nachhaltig zu steigern und die Selbstversorgung zu verbessern. Dies erfordert eine sorgfältige Abwägung zwischen Naturschutz und landwirtschaftlicher Entwicklung. In Zeiten der anthropogenen Veränderungen verschärft sich diese Problematik, da sowohl der Bedarf an landwirtschaftlicher Produktion als auch die Anforderungen an den Naturschutz zunehmen. Meine Masterarbeit zielt darauf ab, die Rolle brachliegender landwirtschaftlicher Flächen für die endemische Flora auf der Insel zu verstehen und potenzielle Auswirkungen von Rekultivierungsstrategien auf diese empfindlichen Ökosysteme zu untersuchen.

Forschungskontext

Der Verlust der biologischen Vielfalt auf Inseln ist besonders gravierend, da die dortigen Ökosysteme oft durch landwirtschaftliche Expansion, Bevölkerungswachstum und den Klimawandel gefährdet sind. Heute besteht ein großer Teil der Insel La Palma aus Brachflächen, da sich die Wirtschaft von der Landwirtschaft auf den Tourismus verlagert hat. Dieses Phänomen ist auch auf anderen Inseln der Welt zu beobachten, was ebenfalls zu einer Abhängigkeit von Lebensmittelp importen führt. La Palma verfolgt das Ziel, bis 2030 die lokale Nahrungsmittelproduktion zu erhöhen, indem mehr als die Hälfte der brachliegenden landwirtschaftlichen Flächen in ökologische Betriebe umgewandelt wird (Gobierno de Canarias 2021). Brachflächen könnten jedoch Lebensraum für endemische Pflanzenarten, insbesondere Einzelne-Insel-Endemiten (Single-Island Endemits, SIEs) und Multi-Insel-Endemiten (MIEs) bieten. Daher besteht ein potenzieller Konflikt zwischen den Zielen der Nahrungsmittelsicherheit und dem Schutz der Biodiversität. Von besonderem Interesse sind SIEs die nirgendwo anders, außer auf La Palma zu finden sind; ihr Verschwinden von La Palma würde ihre Ausrottung bedeuten.

Methodik

Ich habe Daten der Regierung der Kanarischen Inseln und des Lehrstuhls für Biogeographie der Universität Bayreuth verwendet, um die Verteilung endemischer Pflanzenarten auf verschiedenen Landnutzungsflächen und in der Nähe unterschiedlicher Ökosysteme zu analysieren. Der Fokus lag auf der Untersuchung von MIEs und SIEs auf Brachflächen im Vergleich zu aktiven landwirtschaftlichen Flächen. Zusätzlich habe ich mir den Unterschied zwischen MIEs und SIEs in diesen Flächen angesehen. Außerdem habe ich geographische Merkmale, wie die Höhenlage und Standort von Grundstücken untersucht, um das Verteilungsmuster der Endemiten genauer zu verstehen.

Schlüsselergebnisse

Meine Analyse zeigt, dass brachliegende landwirtschaftliche Flächen ungefähr die Hälfte aller auf der Insel identifizierten endemischen Arten beherbergen. Signifikant mehr endemische

Pflanzenarten wurden auf brachliegenden landwirtschaftlichen Flächen gefunden als auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Insbesondere waren MIEs auf Brachflächen und landwirtschaftlichen Flächen häufiger anzutreffen als SIEs. Darüber hinaus habe ich einen höheren totalen Anteil an SIEs im Vergleich zum totalen Anteil von MIEs auf Brachflächen gefunden, die sich in der Nähe von Waldökosystemen befanden, was auf die besondere Bedeutung dieser Flächen für SIEs hinweist. Dies lässt darauf schließen, dass die Rekultivierung der Gebiete in der Nähe von Wäldern einen größeren Anteil der bekannten SIEs als bekannten MIEs negativ beeinflussen könnte. In Anbetracht der hohen Aussterberaten unter den Inselarten ist dieses Ergebnis für Naturschutzinitiativen zum Schutz seltener endemischer Arten von Bedeutung.

Auswirkungen auf den Naturschutz

Meine Ergebnisse werfen wichtige Fragen zu Landnutzungsstrategien und Naturschutzmaßnahmen auf. Um die Biodiversität zu erhalten und gleichzeitig die Ernährungssicherheit zu fördern, sind integrierte Ansätze erforderlich, die sowohl den Schutz von Ökosystemen als auch die nachhaltige landwirtschaftliche Produktion berücksichtigen. Dies ist besonders wichtig auf Inseln wie La Palma, wo der begrenzte Raum und der Erhalt der einzigartigen Artenvielfalt eine besondere Herausforderung darstellen.

Aktuelle globale und regionale politische Initiativen wie das Übereinkommen über die biologische Vielfalt, die EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 und die Kanarische Agenda für nachhaltige Entwicklung 2030 unterstreichen die zunehmende Bedeutung, die der Erhaltung der biologischen Vielfalt im Rahmen der europäischen Politik zukommt. Es muss jedoch noch viel erforscht und getan werden, um diese Ziele umzusetzen.

Die ökologischen Erkenntnisse, die aus meiner Untersuchung brachliegender landwirtschaftlicher Flächen auf La Palma gewonnen wurden, sind für die Naturschutzplanung und die Festlegung von Rekultivierungsstrategien von Bedeutung. Aufgegebene landwirtschaftliche Flächen sind nicht nur Überbleibsel vergangener landwirtschaftlicher Praktiken, sondern wichtige Bestandteile des ökologischen Gefüges der Insel und beherbergen vielfältige Lebensformen, die zu ihrer einzigartigen Artenvielfalt beitragen.

Schlussfolgerungen

Diese Einblicke in die Situation auf La Palma - bezogen auf aufgegebene landwirtschaftliche Flächen - unterstreichen die globale Notwendigkeit, dass Inseln weltweit mit dem Verlust der biologischen Vielfalt und der Ernährungsunsicherheit konfrontiert sind. Die wechselseitige Abhängigkeit dieser Probleme erfordert eine robuste, integrierte Reaktion, die neben der Nahrungsmittelproduktion auch dem Erhalt der Ökosysteme Priorität einräumt. Da Inseln weiterhin als wichtige Indikatoren für globale Umweltveränderungen dienen, ist es von entscheidender Bedeutung, in umfassende Strategien zu investieren, die diese voneinander abhängigen Herausforderungen angehen. Durch den Schutz der Lebensräume, die vielfältige und einzigartige Arten beherbergen, insbesondere auf Inseln wie La Palma, können wir den Weg für mehr widerstandsfähige Ökosysteme ebnen, die besser in der Lage sind, den anhaltenden Auswirkungen des globalen Wandels zu widerstehen und sich an diese anzupassen, was letztendlich der Gesundheit der Menschen und des Planeten zugutekommt.

Literaturverzeichnis

Gobierno de Canarias (2021). Agenda Canaria de desarrollo sostenible 2030: Estrategia conjunta para el impulso de los ODS. Gobierno de Canarias. <https://www.gobiernodecanarias.org/cmsweb/export/sites/agendacanaria2030/galerias/documentos/agendacanaria2030.pdf>. (Letzter Zugriff: 10.10.2024)

Kontakt:

Anna Handte-Reinecker

Universität Bayreuth

E-Mail: Anna.Handte-Reinecker@uni-bayreuth.de

Floristische Diversität in Agrarlandschaften: Innere und äußere Feldränder

Ines Heyer

Einleitung

In intensiv genutzten Agrarlandschaften sind Ränder als Übergangsbereiche zwischen verschiedenen Landnutzungsformen Hotspots der Biodiversität (z.B. Meyer et al. 2015, Batáry et al. 2017). Während die Artenvielfalt im Inneren von Feldern oft sehr gering ist, bieten die Ränder von Agrarflächen Rückzugsraum und Habitate für diverse Organismengruppen wie Pflanzen oder Arthropoden (Batáry et al. 2017). Gerade die floristische Diversität in Agrarlandschaften verdient besondere Beachtung, da Pflanzen die Grundlage für die Diversität anderer Organismengruppen bilden und auch in der Landwirtschaft selbst von Bedeutung sind. In Regionen mit großen Feldern können neben den Feldrändern auch Habitatsinseln Quellen und Rückzugsräume für Biodiversität sein. In Nordostdeutschland erfüllen oftmals Sölle diese Funktion: dabei handelt es sich um kleine Hohlformen, die durch das Abschmelzen von Toteisblöcken entstanden sind. Diese Hohlformen können dauerhaft oder temporär mit Wasser gefüllt sein (Vasić et al. 2020). Während die Diversität von Pflanzen in Söllen gut untersucht ist (Pätzig et al. 2012, Schöpke et al. 2019), sind die inneren Feldränder um Sölle – und andere Habitatsinseln – herum bisher nicht beschrieben. Dabei ist unbestritten, dass die Beschreibung und Erforschung von Diversität die Grundlage für deren effektiven Schutz darstellt (Art. 7 der CBD¹).

In dem hier beschriebenen Projekt wurde in zwei Jahren die Vegetation an äußeren und inneren Feldrändern von Söllen erhoben, um die floristische Diversität innerer Feldränder zu beschreiben und mit der äußerer Feldränder zu vergleichen. Außerdem wurden beide Seiten des Feldrandes betrachtet. Dazu gehört der äußere Rand der bewirtschafteten Fläche, der Acker- rand, sowie die permanente Vegetation außerhalb der Ackerfläche, im Folgenden als Saum bezeichnet (Abb. 1).

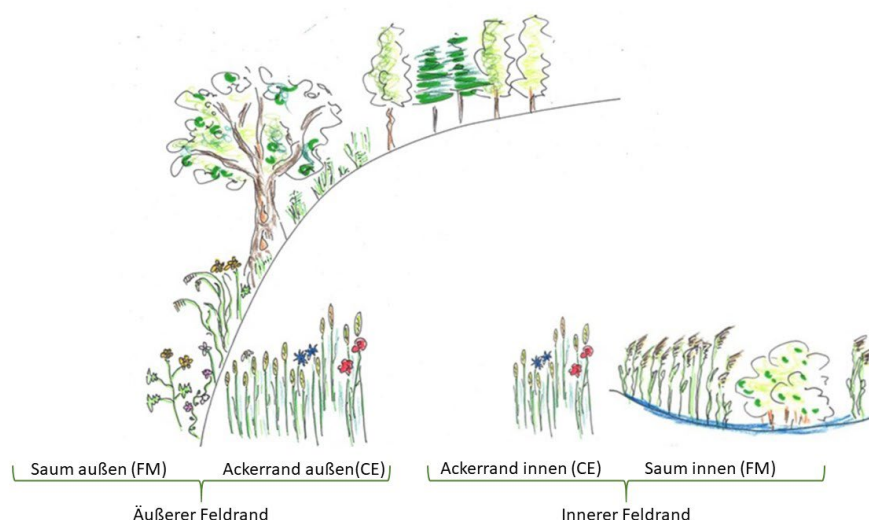


Abb. 1: Innere und äußere Feldränder und ihre Bereiche (eigene Darstellung).

¹ <https://www.cbd.int/convention/articles/default.shtml?a=cbd-07>

Methoden

In den Jahren 2021 und 2022 wurden Vegetationserhebungen auf 20 Feldpaaren in der Uckermark, im Nordosten Brandenburgs, durchgeführt. Die Uckermark ist eine eiszeitlich geprägte Landschaft mit Braunerden auf sandig-lehmigen Ausgangssubstrat und intensiver landwirtschaftlicher Nutzung (Schlaak 1999). Jedes Paar bestand aus je einem Feld mit und einem Feld ohne Habitatinsel. Als Habitatinseln wurden ausschließlich Sölle gewählt, da diese für die untersuchte Landschaft charakteristisch sind. Die untersuchten Felder waren im Mittel 50 ha groß (min. 5 ha, max. 145 ha), die Größe der Sölle reichte von 0.02 ha bis 2.8 ha, der Mittelwert lag bei 0.5 ha. Pro Feld wurden an 4 Plots am Außenrand sowie bei Feldern mit Soll zusätzlich an 4 Plots am Innenrand alle Pflanzenarten sowie ihre Deckung erhoben. Die Plots waren 1 m x 4 m groß und lagen direkt aneinander angrenzend sowohl im Ackerrand als auch im Saum. Um den Einfluss von Kultur und Management auf die Pflanzengemeinschaften gering zu halten, wurden nur Felder ausgewählt, die konventionell bewirtschaftet und im Jahr der Erhebung mit Wintergetreide bestellt waren.

Um die inneren Feldränder zu beschreiben und sie mit den äußeren vergleichen zu können, wurden sowohl die Diversität als auch die Artenzusammensetzung der vier Pflanzengemeinschaften – äußerer und innerer Ackerrand sowie äußerer und innerer Saum - analysiert. Dafür wurden Hills Diversities und multivariate Verfahren genutzt (NMDS - Non-metric multidimensional scaling). Des Weiteren wurde mit Hilfe Gemischter Linearer Modelle (GLMM) der Einfluss verschiedener Parameter auf Plot-, Feld- und Landschaftsebene auf die Diversität äußerer Feldränder untersucht. Dazu gehören: direkte Umgebung der Plots, Feldgröße und Feldkomplexität (standardisiertes Umfang-Flächen-Verhältnis).

Ergebnisse

Insgesamt wurden 268 Pflanzenarten an den untersuchten Feldrändern gefunden, davon 257 in Säumen und 182 in Ackerrändern. 171 Arten kommen auf beiden Seiten der Feldgrenze vor und zeigen damit die Bedeutung von Feldrändern als Übergangszonen. Die äußeren Säume sind immer am artenreichsten (insgesamt 229 Arten), die inneren Ackerränder immer am artenärmsten (99 Arten). Innere und äußere Ackerränder sowie innere und äußere Säume unterscheiden sich signifikant hinsichtlich ihrer floristischen Diversität (Abb. 2).

Auch die Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaften von inneren und äußeren Säumen sowie inneren und äußeren Ackerrändern ist signifikant voneinander verschieden. Gründe hierfür liegen in den unterschiedlichen lokalen Bedingungen. Ausschlaggebend ist vor allem ein Feuchtegradient. Die inneren Feldränder um die Sölle sind naturbedingt eher feucht, so dass hier vor allem konkurrenzstarke, schnell- und hochwüchsige Pflanzen wachsen, die wenig Licht und Raum für lichtbedürftigere Arten lassen. Dieser Mechanismus greift auch auf dem Ackerrand, da auch die Kulturart um die Sölle herum dichter und höher wächst und so Beikräuter stärker unterdrücken kann. An den äußeren Feldrändern hingegen herrschen öfter andere Bedingungen: durch Mahd der Feldränder werden lichtbedürftigere Arten begünstigt und die Vielfalt angrenzender Habitate ist größer, so dass mehr Arten sporadisch vorkommen. Da die Feldränder generell Übergangszonen sind, kommen viele Arten auf beiden Seiten der Grenze vor. Deshalb wirken Faktoren, die im Saum ihren Ursprung haben, auch im Ackerrand, wenn auch zum Teil abgeschwächt. Dies ist auch andersherum und auch an inneren Feldrändern der Fall.

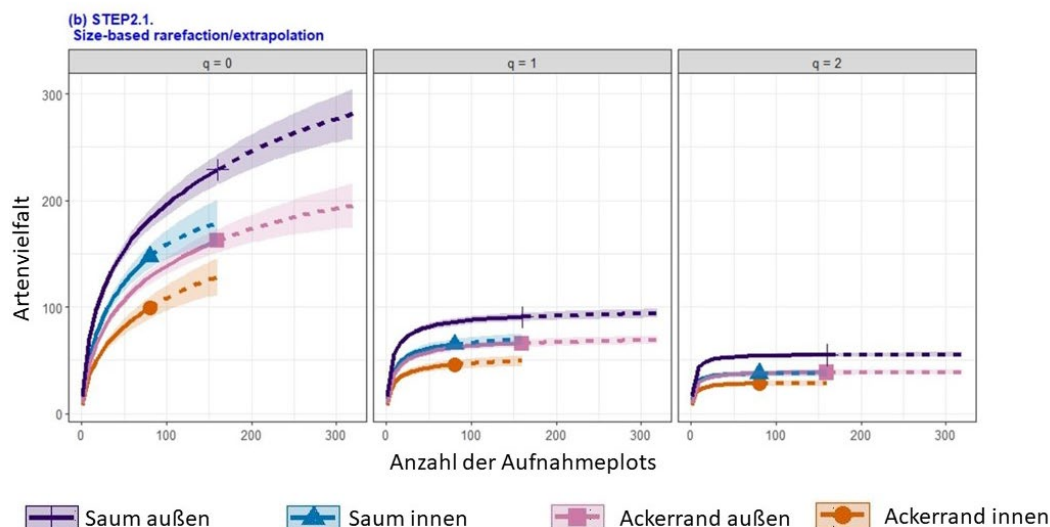


Abb. 2: Hill-Diversitäten an inneren und äußeren Feldrändern. Die Werte für q stehen für verschiedene Aspekte der Diversität: $q = 0$ zeigt die „species richness“ (komplette Artenzahl), $q = 1$ die Artenzahl der Shannon-Diversität (Arten gewichtet nach Abundanz) und $q = 2$ die Artenzahl der Simpson-Diversität (Diversität der häufigsten Arten).

Während auf Plotebene die lokalen Gegebenheiten wie Mahd oder Feuchte sowohl auf die Diversität als auch die Pflanzengemeinschaft wirken, wird die floristische Diversität der äußeren Feldränder zudem von Einflussgrößen auf Feld- und Landschaftsebene beeinflusst.

Je größer die Felder sind, desto weniger Arten kommen an äußeren Ackerrändern vor. In den Säumen ist dieser Effekt nicht zu beobachten. Die Feldgröße steht außerdem in einer Beziehung zur Komplexität des Feldumrisses. Kleine Felder mit komplexer Form (Feldkomplexität größer) weisen demnach die höchste Diversität an den äußeren Feldrändern auf. Mit steigender Feldgröße wird der positive Effekt der Formkomplexität aber zunehmend „ausgebremst“, bis bei sehr großen Feldern die Komplexität keine Rolle mehr spielt. Die Feldkomplexität steht auch in einem Wirkzusammenhang mit dem Anteil an ackerbaulicher Fläche im 2000 m – Radius.

Schlussfolgerungen

Innere Feldränder um Sölle sind hinsichtlich ihrer Diversität und auch ihrer Pflanzengemeinschaften von äußeren Feldrändern verschieden. Dies gilt sowohl auf dem Acker als auch im Saum. Auch wenn innere Feldränder tendenziell artenärmer als äußere sind, können sie das Spektrum der vorkommenden Pflanzenarten in intensiv genutzten Agrarlandschaften erweitern. Die Feldgröße hat einen negativen Effekt auf die Diversität der äußeren Feldränder. Dieser negative Effekt wird zu einem gewissen Teil von der Komplexität des Feldumrisses ausgeglichen. Um die floristische Diversität an Feldrändern zu fördern, sind kleine Felder und vielfältige Strukturen hilfreich.

Literaturverzeichnis

- Batáry, P., Gallé, R., Riesch, F., Fischer, C., Dormann, C. F., Mußhoff, O., Császár, P., Fusaro, S., Gayer, C., Happe, A.-K., Kurucz, K., Molnár, D., Rösch, V., Witzke, A. und Tschardtke, T. (2017): The former iron curtain still drives biodiversity-profit trade-offs in German agriculture. *Nature Ecology & Evolution* 1: 1279–1284.
- Meyer, S., Bergmeier, E., Becker, T., Wesche, K., Krause, B. and Leuschner, C. (2015): Detecting long-term losses at the plant community level - arable fields in Germany revisited. *Appl. Veg. Science* 18: 432–442.
- Pätzig, M., Kalettka, T., Glemnitz, M. und Berger, G. (2012): What governs macrophyte species richness in kettle hole types? A case study from Northeast Germany. *Limnologia* 42(4): 340–354.
- Schlaak, N. (1999): Nordostbrandenburg - Entstehungsgeschichte einer Landschaft. Gesellschaft zur Erforschung und Förderung der Märkischen Eiszeitstraße e.V. Eberswalde: 48 S.
- Schöpke, B., Heinze, J., Pätzig, M. and Heinken, T. (2019): Do dispersal traits of wetland plant species explain tolerance against isolation effects in naturally fragmented habitats? *Plant Ecology* 220(9): 801–815.
- Vasić, F., Paul, C., Strauss, V. und Helming, K. (2020): Ecosystem Services of Kettle Holes in Agricultural Landscapes. *Agronomy* 10(9): 1326.

Förderhinweis

Diese Arbeit wurde durch ein Promotionsstipendium der Universität Potsdam mit Mitteln der Landesgraduiertenförderung Brandenburg (2020-2023) ermöglicht.

Kontakt

Ines Heyer

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (Zalf) e.V.
15374 Müncheberg
E-Mail: Ines.heyer@zalf.de



Foto: T. Göttert, BfN

Haben Rotmilane Heimweh? – Die (Nicht-)Ausbreitung juveniler Rotmilane

Karen Paschke

Hintergrund

Im Zuge momentan rasant fortschreitender Umweltveränderungen treten vermehrt Fragen hinsichtlich der Anpassungskapazitäten von naturschutzfachlich bedeutenden Arten auf. Faktoren, die die Artausbreitung beeinflussen, unterliegen in Folge dessen zunehmend einem immer größeren Interesse. Besonders für den Rotmilan, der mit über 60 % des Weltbestandes in Deutschland beheimatet ist, tragen wir eine hohe naturschutzfachliche Verantwortung. Trotz vorhandener geeigneter Lebensräume sind Diskrepanzen zwischen der möglichen und der tatsächlich realisierten Artausbreitung zu beobachten (Katzenberger 2019). Als limitierender Faktor der Artausbreitung könnte ein starker räumlicher Ansiedlungsbezug der juvenilen Rotmilane zum Geburtsort wirken. Zu diesem Zwecke wurde eine satellitentelemetrische Untersuchung zum Dismigrationsverhalten (dt.: Zerstreuungswanderung) und zur Philopatrie (dt.: Brutortstreue) juveniler Rotmilane in dem Populations-Dichtezentrum „nördliches Harzvorland“ durchgeführt.

Methode

Von 2017 bis 2023 wurden im nördlichen Harzvorland 163 junge Rotmilane kurz vor dem Verlassen des elterlichen Horstes sowohl mit individuellen Ringen als auch mit GPS-fähigen Sendern ausgestattet. Bei 53 Individuen (19 Weibchen, 19 Männchen und 15 unbekannten Geschlechts) konnte eine Ansiedlungsanalyse im Verlauf der ersten 7 Lebensjahre durchgeführt werden. Hierfür wurde für jeden Zeitpunkt die Distanz von jedem Aufenthaltsort zum Geburtsort des Individuums berechnet. Anschließend wurde eine „gerichtete Zugbewegung“ als eine auf der Karte erkennbare direkte Flugroute in Richtung des Wintergebietes auf der Iberischen Halbinsel definiert und anhand dieser zwischen saisonaler Zugbewegung und sommerlicher Ausbreitungsbewegung unterschieden. Mittels statistischer Modelle (GAM & GLM) wurden die Effekte von Geschlecht, Alter, Jahresverlauf und Ausbreitungsmuster auf die Distanz zum Geburtsort im Verlauf der ersten sieben Lebensjahre geprüft. Dieser Zeitraum umfasst sowohl das Dismigrationsverhalten während der Ausbreitungsphase als auch die Ansiedlungsbemühungen und die ersten Brutversuche.

Ergebnisse

Besonders in ihren ersten beiden Lebensjahren erkunden die Jungvögel in den Sommermonaten weite Gebiete Deutschlands und der umliegenden Länder, bis sie schließlich eine mittlere Distanz zum Geburtsort von 147,71 km im zweiten Lebensjahr erreichen. Erwähnenswert ist hierbei die große Spannbreite zwischen den einzelnen Individuen, wovon einige dauerhaft um die 600 km entfernt bleiben, währen andere von Anfang an sich in einem 10 km Radius um ihren Geburtsort aufhalten (s. Abb.1).

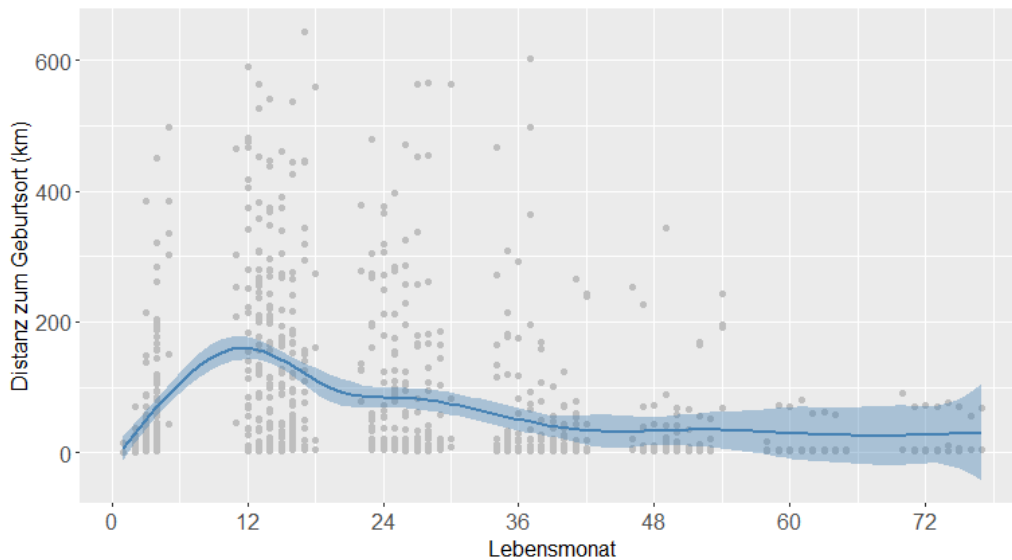


Abb. 1: Mittlere Distanz zum Geburtsort der juvenilen Rotmilane während der Sommerbewegung je Lebensmonat. Graue Datenpunkte entsprechen den individuellen Monatsmitteln einzelner Rotmilane (Quelle: Eigene Darstellung).

Insgesamt sind jedoch für alle Individuen die Entfernungsmaxima in den ersten beiden Lebensjahren verortet. An diese Phase der Zerstreuung schließt sich ab dem dritten Lebensjahr eine Phase der konstanten Annäherung an, in derer die Sommermonate zunehmend in der Nähe des Geburtsortes verbracht werden. Trotz der weiten Ausbreitungsentfernungen kehren in allen Jahren hohe Anteile (90 – 100 %) der Jungvogelpopulation in ihr Heimatgebiet zurück. In den ersten drei Lebensjahren fällt ein Maximum an anwesenden Individuen im Heimatgebiet auf die Monate August und September, während bei älteren Rotmilanen durchgängig hohe Anwesenheitsraten übers Jahr hinweg erreicht werden. Erklärend hierfür könnte eine mögliche herbstliche Auskundschaftung zukünftiger Brutterritorien sein, welche im folgenden Frühjahr besetzt werden sollen (Nachtigall 2008, Scherler 2020). Die Distanz zum Geburtsort steht somit sowohl mit dem Alter des Individuums als auch mit dem Jahresverlauf signifikant in Zusammenhang. Abgeschlossen wird die Phase der Annäherung mit im Schnitt 4,67 Jahren durch das Besetzen eines Brutreviers und der damit einhergehenden Ansiedlung. Im Geschlechtervergleich sind die Männchen im Mittel zu jedem Zeitpunkt näher am Geburtsort als die Weibchen. Außerdem sind sie zu höheren Anteilen im Heimatgebiet vertreten und verweilen dort länger im Jahresverlauf. Die Zerstreuungswanderung juveniler Rotmilane verläuft dementsprechend nach geschlechtsspezifischen Strategien. Der Eintritt in das Brutgeschäft sowie der Zeitpunkt des ersten Bruterfolges findet bei beiden Geschlechtern annähernd gleichzeitig statt mit einer leichten Tendenz hin zu einem früheren Beginn und Erfolg beim Männchen. Es konnte kein Zusammenhang von der Ausdehnung der Zerstreuungswanderung und dem Brutbeginn bzw. Bruterfolg nachgewiesen werden. Trotz einer starken Philopatrie beider Geschlechter bei der Brutplatzwahl weisen die Männchen eine ausgeprägtere Neigung zur Brutortstreue auf ($\bar{\varnothing}$ Nestentfernung zum Geburtsort der Männchen = 3,43 km; $\bar{\varnothing}$ Weibchen = 32,29 km). Diese Diskrepanz der Nestentfernungen zwischen den Geschlechtern ist zum einen durch Mechanismen der Inzuchtvermeidung und zum anderen durch die Revierverteidigung als Aufgabe der Männchen erklärbar, da in diesem Zusammenhang die Ortskenntnis einen Vorteil darstellt. Außerdem ist die Nestentfernung positiv korreliert mit der Siedlungsdichte, sodass in dem hier vorliegenden Dichtezentren im Literaturvergleich

besonders starke Diskrepanzen zwischen den Geschlechtern zu beobachten sind. Zusammenfassend überwiegen die positiven Effekte der Philopatrie die negativen Effekte hoher intraspezifischer Konkurrenz in dicht besiedelten Gebieten, sodass die Jungvogel-Dismigration ein limitierender Faktor der Artausbreitung ist.

Bedeutung für den Naturschutz

Aufgrund der zuvor gewonnenen Erkenntnisse zu der hohen Philopatrie juveniler Rotmilane sind vermehrte Schutzbemühungen in den Dichtezentren notwendig, um den Erhalt der Art zu sichern. Darauf aufbauend soll nun in einem Folgeprojekt gezielter Brutplatzerhalt in den Dichtezentren Sachsen-Anhalts gefördert werden. Leider sterben viele Baumreihen innerhalb der Dichtezentren an Überalterung, mangelnder Pflege und Trockenschäden ab. Im Rahmen des Projektes sollen kleinflächige und lineare Baumstrukturen in den weiträumigen Agrarlandschaften mittels einer Vitalitätserfassung eingeschätzt und anschließend durch gezielte naturschutzfachliche Maßnahmen erhalten bzw. aufgebessert werden. Da der Rotmilan außerdem die Funktion einer Schirmart erfüllt, profitieren von diesem Lebensraumerhalt auch eine Vielzahl anderer strukturliebender Arten.

Literaturverzeichnis

- Katzenberger, J. (2019): Verbreitungsbestimmende Faktoren und Habitateignung für den Rotmilan *Milvus milvus* in Deutschland. Vogelwelt 139: 117–128.
- Nachtigall, W. (2008): Der Rotmilan (*Milvus milvus*, L. 1758) in Sachsen und Südbrandenburg -Untersuchungen zur Verbeitung und Ökologie. Dissertation. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg: 137 S.
- Scherler, P. (2020): Drivers of Departure and Prospecting in Dispersing Juvenile Red Kites (*Milvus milvus*). Dissertation. Universität Zürich: 257 S.

Kontakt

Karen Paschke

Rotmilanzentrum am Museum Heineanum
38820 Halberstadt
E-Mail: paschke@rotmilanzentrum.de

Untersuchungen zur Auswirkung von grenzübergreifendem Naturschutz im Zarafshan Tal zwischen Usbekistan und Tadjikistan

Ronja Braitsch

Einleitung

In unserer zunehmend stärker fragmentierten und überformten Kulturlandschaft ist die Berücksichtigung der funktionalen und räumlichen Kohärenz von Schutzgebietssystemen von großer Bedeutung für einen erfolgreichen Naturschutz. Weder Ökosysteme noch ihre natürlichen Prozesse orientieren sich an administrativen Grenzen und können in ihrer Funktionalität nur erhalten bleiben, wenn sie ganzheitlich betrachtet werden. Daher ist es für die Erhaltung unserer wertvollen Biodiversität unumgänglich, dass Naturschutz über Ländergrenzen hinweg gedacht wird und Staaten ihrer gemeinsamen Verantwortung kooperativ nachkommen. Damit dies erfolgreich sein kann, braucht es zwischen den Ländern einen gemeinsamen Willen, eine gemeinsame Vision und kompatible politische Rahmenbedingungen. Die Abstimmung gemeinsamer Naturschutzziele, eine naturschutzorientierte Regionalentwicklung sowie die Annäherung unterschiedlicher Standards sind im internationalen Kontext zentrale Themen, um dem Verlust der Biodiversität entgegenzuwirken.

Häufig steht bei grenzübergreifendem Naturschutz im Vordergrund, die ökologische Situation zu verbessern, denn geopolitische Grenzen gefährden Migrationsdynamiken von Wildtieren, und unterschiedliche Managementpraktiken innerhalb eines Ökosystems destabilisieren dessen Funktionsfähigkeit. Grenzübergreifender Naturschutz geht aber über die ökologischen Vorteile hinaus und kann auch sozial-ökonomische und kulturelle Vorteile mit sich bringen. Durch die Zusammenführung von Naturschutzzielen über Ländergrenzen hinweg, werden Synergieeffekte erzielt, die dem gesamten Ökosystem inklusive der in ihm lebenden Menschen zugutekommen, denn ein gesundes Ökosystem bietet eine stabile Lebensgrundlage. Menschliche Aktivitäten wirken sich unweigerlich auf das Ökosystem aus. Diese Wechselwirkungen dürfen bei einer ganzheitlichen Betrachtung nicht vernachlässigt werden. Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt spricht sich aus diesem Grund für den ökosystemaren Ansatz aus, in dem der Mensch als integraler Bestandteil der Natur betrachtet wird, die es zu schützen gilt. Die gegenseitige Beeinflussung von Biodiversität, Klima und Gesellschaft und deren Zusammenwirken wird in der Wissenschaft als sozial-ökologisches System bezeichnet.

Trotz vieler Vorteile ist grenzübergreifende Zusammenarbeit zeit- und energieaufwendig und birgt viele Herausforderungen. Um von der Zusammenarbeit über Ländergrenzen hinweg zu profitieren, muss der Mehrwert den Mehraufwand übersteigen. Ziel dieser Masterarbeit ist es, mittels eines ökosystemaren Ansatzes die gegenseitigen Abhängigkeiten innerhalb des Untersuchungsgebietes zu verstehen und herauszuarbeiten, welchen Beitrag grenzübergreifende Zusammenarbeit im Naturschutz für das sozial-ökologische System leisten kann.

Methode und Material

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet im zentralasiatischen Zarafshan Tal umfasst zwei separate Schutzgebiete, welche sich beide unweit der internationalen Grenze auf jeweils usbekischem und tadjikischem Staatsterritorium befinden. Der Zarafshan Fluss entspringt in den Bergen Tadjikistans und zieht sich bis weit ins Landesinnere Usbekistans. Um Flusssysteme in ihrer Qualität und Größe zu erhalten, bedarf es grenzübergreifender Zusammenarbeit zwischen den

Anrainern. Der Flusslauf des Zarafshans ist in vielerlei Hinsicht von Bedeutung, das Nutzungsinteresse ist jedoch abhängig von den jeweiligen Akteuren: Über Bewässerungskanäle versorgt der Fluss Städte überregional mit Wasser. Außerdem ist insbesondere die Landwirtschaft auf usbekischer Seite in hohem Maße abhängig von ausreichender Wasserverfügbarkeit. Zugleich bietet das Flussökosystem Lebensraum für viele wandernde Tierarten, unter anderem den Bukhara Hirsch, welcher von der IUCN als gefährdet eingestuft wird. Beide Länder haben eine besondere Verantwortung für die Erhaltung des gefährdeten Herbivoren. Der Verlust seines natürlichen Lebensraums stellt für den Bukhara Hirsch die größte Gefährdung dar. Durch den hohen Landnutzungsdruck und die sich ausbreitende Urbanisierung bieten die verbleibenden Auwälder entlang der Flusslinie die letzten natürlichen Rückzugsorte für die dort wiederangesiedelten Hirsche. Die starke Fragmentierung durch anthropogene Einflüsse wie Landwirtschaft, Verkehrsinfrastruktur, Kiesabbau oder Grenzzäune schränken die Migrationsmöglichkeit der Hirsche weiter ein und gefährden damit direkt und indirekt deren langfristiges Überleben.



Abb. 1: Auenlandschaft mit Flusslauf des Zarafshans an der usbekisch-tajikischen Grenze (Foto: R. Braitsch)

Auenlandschaften und ihre natürlichen Überschwemmungsgebiete gehören zu den artenreichsten Ökosystemen der Welt, wodurch ihrem Schutz eine besondere Bedeutung zukommt. Daher ist der weltweite Rückgang von Auwäldern durchaus beunruhigend. Die Auwälder im Untersuchungsgebiet sind größtenteils durch landwirtschaftliche Nutzflächen abgelöst worden und in weiten Teilen in ihren natürlichen Funktionen eingeschränkt bis vollständig degradiert. Durch den fehlenden Puffereffekt der Auenlandschaften kommt es in beiden Ländern regelmäßig zu Hochwasserereignissen, die die landwirtschaftlichen Nutzflächen zerstören und damit die ökonomische Situation der lokalen Bevölkerung gefährden. Als Reaktion wurden in den letzten Jahrzehnten Deiche angelegt, die die landwirtschaftlichen Flächen und Siedlungen schützen, sich jedoch zeitgleich negativ auf die Wasserverfügbarkeit in den verbleibenden Auwäldern auswirken, die sich noch in den Schutzgebieten befinden. Wirtschaftliche Nöte führen zudem dazu, dass Teile der Lokalbevölkerung entgegen der Schutzgebietsordnung ihr Vieh auf den Naturschutzflächen weiden lassen, was wiederum den direkten Konkurrenzdruck für die Wildtiere erhöht. Illegaler Holzeinschlag, illegaler Kiesabbau und illegale Jagd sind weitere Stressoren, mit denen sich das Personal der Schutzgebiete konfrontiert

sieht. Diese und weitere Rückkopplungseffekte in Verbindung mit den klimatischen Veränderungen führen zu einer durchaus komplexen Problemsituation, die sich nicht mit einem disziplinären Ansatz lösen lässt.

Methode

Die Masterarbeit wird im Rahmen des Projekts „Stärkung von grenzüberschreitendem Naturschutz und nachhaltiger Landnutzung in Zentralasien“ der Michael Succow Stiftung geschrieben. In einem Zeitraum von vier Wochen wurden in beiden Ländern qualitative Interviews und Hintergrundgespräche mit relevanten Interessensvertreter*innen geführt. Die meisten Gespräche haben in-Person und mit der Unterstützung eines Übersetzers stattgefunden, einige wenige waren nur online möglich. Für einen multiperspektivischen Ansatz wurden lokale, regionale, nationale und internationalen Interessensvertreter*innen ausgewählt. Allerdings konnten die Gesprächsanteile nicht auf beide Länder äquivalent verteilt werden.



Abb. 2: Interviewgespräch mit einem Landwirt, dessen Flächen an den Nationalpark grenzen (Foto: R. Braitsch)

Die Interviews mit lokalen Landnutzer*innen und Vertreter*innen der Schutzgebiete sollen Aufschluss darüber geben, mit welchen Herausforderungen die Menschen vor Ort konfrontiert sind, um die sozial-ökologische Situation beurteilen zu können. Interviews und Gespräche mit lokaler Administration und nationalen Regierungsvertreter*innen sollen zeigen, in welchen Bereichen die Bereitschaft besteht, auf politischer Ebene zusammenzuarbeiten und wo eventuell Diskrepanzen bestehen. Um die Gründe für die aktuelle Situation in ihrer Gesamtheit zu verstehen, müssen die Erkenntnisse der Interviews ins Verhältnis zu den historischen Entwicklungen während der Zeit der Sowjetunion gesetzt und die zwischenstaatlichen Beziehungen nach der Unabhängigkeit miteinbezogen werden.

Die Auswertung der Interviews wird mithilfe der MaxQDA Software erfolgen.

Erwartete Ergebnisse

Aus den geführten Interviews lassen sich Tendenzen erkennen, evidenzbasierte Aussagen lassen sich zum aktuellen Zeitpunkt nicht tätigen.

Bei Interesse über den weiteren Verlauf der Forschungsarbeit oder Anregungen freue ich mich in Austausch zu treten. Sie können mich gerne unter der unten angegebenen E-mail-Adresse kontaktieren.

Kontakt

Ronja Braitsch

Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde
E-Mail: ronja.braitsch@outlook.de



Foto: T. Göttert, BfN

Wirkungsketten verstehen – Oder, warum die Kuh den Jaguar ‚frisst‘. Ökologische Systemkompetenz in Klasse 10 entwickeln.

Franziska Enderweit

Einleitung

"Man liebt nur, was man kennt, und man schützt nur, was man liebt." – Konrad Lorenz

Beim Betrachten der Forschungsvielfalt bezüglich der drei Hauptziele des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD) fällt schon innerhalb dieses Schriftbandes auf, dass bereits eine breite Wissensbasis vorliegt. Unsere mitteleuropäische Gesellschaft ist heute nicht primär durch ein Informations-, sondern ein Translationsproblem gezeichnet. Das erarbeitete Wissen von Forschenden muss im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung seinen Weg zu einer breiteren Bevölkerungsschicht finden. Der breiteste und niederschwelligste Zugang bleibt dabei die allgemeine Schulbildung. Die Angst, den Herausforderungen der Zeit aufgrund von Einflusslosigkeit und Kompetenzmangel nicht gewachsen zu sein, spiegelt sich bei Jugendlichen in der aktuellen SINUS-Studie auch in den Bereichen Biodiversität und Klima wieder (Bundeszentrale für politische Bildung und SINUS-Institut 2024). Dazu kann in der Schule ein Gegengewicht aufgebaut werden durch eine Grundausbildung in ökologischen Belangen. Es sind dabei zwei Teilaspekte wichtig: der Komplexität gewachsen sein, und eine emotionale Investition in die Thematik erschließen, um sich ihr auch gewachsen zu fühlen (und fühlen zu wollen). Zu ökologisch-gesellschaftlicher Teilhabe muss der Mensch entsprechend des Eingangszitats motiviert, aber vor Allem auch befähigt werden. Diese Verknüpfung von Hand, Herz und Kopf prägte die didaktischen und methodischen Grundüberlegungen der hier vorgestellten Dokumentation einer Unterrichtseinheit.

Leitkonzepte und Rahmenbedingungen

Eine naturkundliche Grundausbildung ist Voraussetzung für die Teilnahme an (politischem) Diskurs zu Herausforderungen wie der Erhaltung der Biodiversität und deren Veränderung in der Klimakrise. Dabei wird aktuell aber ein Rückgang von beispielsweise Artenkenntnis und naturkundlichem Wissen vor Allem unter Schüler*innen verzeichnet (vgl. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2020: 11). Diese Arbeit wurde mit dem Ziel durchgeführt, diesbezüglich nachhaltigere und effektivere Lernwege zu erproben und wurde als dokumentierte Lerneinheit in Baden-Württemberg mit einer 10. Klasse festgehalten und ausgewertet. Die Unterrichtseinheit Ökologie war zum Zeitpunkt der Durchführung in Baden-Württemberg schulcurricular auf maximal 15 Schulstunden festgesetzt (Gesamtkontingent 60 h). Dabei entfielen insgesamt 4 Doppelstunden auf die durchgeführte Unterrichtseinheit in der 10. Klasse des Joachim-Hahn-Gymnasiums in Blaubeuren. Fachliche Lernziele waren ein Verständnis für die Anpassbarkeit von Lebewesen, Schlüssel- und Indikatorarten der vorgestellten Ökosysteme, inter- und intra-spezifischen Beziehungen sowie Auswirkungen von Neobiota und der Erhalt der Biodiversität.

Leitend war dabei die von der UNESCO initiierte **Bildung für nachhaltige Entwicklung**, die auf die Befähigung zu zukunftsfähigem Denken und Handeln abzielt (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport BW 2016). Das zentrale Konzept der Unterrichtseinheit war die **Systemkompetenz**, daher das Erkennen von Vernetzungen und die Fähigkeit, Folgen von Handlungen abzuschätzen (Hesebeck 2019). Ein Fokus lag dabei auf der didaktischen Reduktion der damit verbundenen Komplexität. Deshalb sollte der Zugang über **Wirkungsketten** als Teil der

vereinfachten Wirkungsanalyse geschehen. Die Schüler*innen analysierten dabei konkrete ökologische Prozesse und ihre Auswirkungen auf verschiedenen Ebenen und brachen das Gesamtbild so in verstehbarere Teilschritte auf. Zunächst identifizierten sie aktive Elemente, charakterisierten anschließend, wodurch dieses Geschehen bewirkt wurde und stellten schließlich Zusammenhänge im Systemverhältnis her, indem der Frage ‚Was wäre, wenn...?‘ nachgegangen wurde (Fürst und Scholles 2008).

Als exemplarische Wirkungskette wurde das Beispiel „Kuh frisst den Jaguar“ gewählt. Diese provokative Darstellung exemplifiziert den globalen Zusammenhang zwischen dem Sojaanbau für europäische Tierfuttermittel und der Abholzung des Regenwaldes, was den Lebensraum des Jaguars bedroht. Dieses Beispiel ermöglichte Zugang zur Verflechtung von lokalen Handlungen (Fleischkonsum) und globalen Auswirkungen (Artensterben).

Methodik und Durchführung

Zunächst wurde zu den respektiven Ökosystemen Wald, See und Fluss deren grundlegender Aufbau erarbeitet, um anschließend jeweils mittels gebundener Unterrichtsgänge (Bönsch 2003) den Ökosystemen real zu begegnen. Die Schüler*innen bewerteten sie anschließend in ihrer Intaktheit, um entsprechende Wirkungsketten zu identifizieren. Damit nicht nur episodisches Wissen bleibt, wurde ein **multimethodischer Ansatz** im **problemorientierten** Unterricht gewählt (Soostmeyer 1978). Der Individualität wird durch das Angebot verschiedener Zugänge zum Thema so Rechnung getragen. Ausgewählte Methoden waren:

- **Gebundener Unterrichtsgang:** Kurzexkursionen in nahegelegene Ökosysteme wie zum Fluss Blau machten die Klassenzimmertheorie in der tatsächlichen Schulumgebung der Schülerschaft erlebbar (Bönsch 2003).
- **Stationenlernen:** Pflicht- und Wahlstationen gaben der Klasse die Möglichkeit, selbstständig Wissen zu erarbeiten und eigene Schwerpunkte zu setzen. Im Sinne der Handlungsorientierung (Meyer 1994) wurden bevorzugt Realia bereitgestellt, digitale Medienkompetenz geschult und Handhabung mit Geräten wie Binokular und Lupenglas trainiert (siehe Abb. 1). So wurden an Köcherfliegenlarven, Bachflohkrebs, Schwarzerle, Brennnessel und Eisvogel konkrete Anpassungen von Lebewesen an das Ökosystem Fluss/ Nährstoffreichtum thematisiert, sowie verschiedene Apps genutzt, die einen niedrigschwelligen Zugang zur Artbestimmung bieten (BirdNET, Flora Incognita).
- **Kooperativer Aufschrieb:** Klassenaufschriebe wurden von mehreren Personen ergänzt und überarbeitet, was zu einer intensiven und eigenverantwortlichen Auseinandersetzung führen sollte. Dies betraf sowohl Heftaufschriebe als auch Ideenposter zu Neobiota.
- **Inspirational Talks¹:** Hiermit erhielten die Schüler*innen die Möglichkeit, eigene Herzenthemen zu präsentieren, um ihr Wissen, ihre Fähigkeiten oder jegliche als relevant empfundenen Berührungspunkte mit dem Thema ‚Ökologie‘ zu teilen. Da diese Inputs aus der Klasse selbst kommen, sollte die Aufnahme der Themenbandbreite wohlwollender

¹ Diese Methode ist als sehr freie Äußerungs- und Lernform meines Kenntnisstandes nach im schulischen Kontext bisher kaum vertreten, obwohl sie die Lernenden anregt, intrinsische Motivation aufzubauen und als Multiplikatoren zu fungieren. Es handelt sich um 2-3 minütige formlose Inputs, bei denen der präsentierenden Person freigestellt ist, ob und welche Hilfsmedien sie wählt. Einziges Kriterium ist ein nachvollziehbarer Anknüpfungspunkt an die Thematik sowie eine persönliche Verbindung: ‚Was inspiriert oder erschreckt Dich gerade? Welches Projekt findest Du teilenswert?‘, sowie ein Stichpunkt- oder Gliederungszettel. Anschließend notieren die Zuhörenden Berührungspunkte und Lob auf ‚Positivzetteln‘ für die sprechende Person.

erfolgen als durch die Lehrkraft präsentiert. Wenn die Schüler*innen ihre eigene Begeisterung oder Investition teilen, stärkt dies bestenfalls auch die Klassengemeinschaft.

Die Methodenabstimmung folgt dem Ansatz, Wissen nicht nur kognitiv zu vermitteln, sondern durch Erleben und aktive Teilnahme eine tiefere Verbindung zur Natur zu schaffen, entsprechend dem pädagogischen Dreiklang "Kopf, Herz, Hand" (Jäkel 2021, Jung 2010, Meyer 1987).

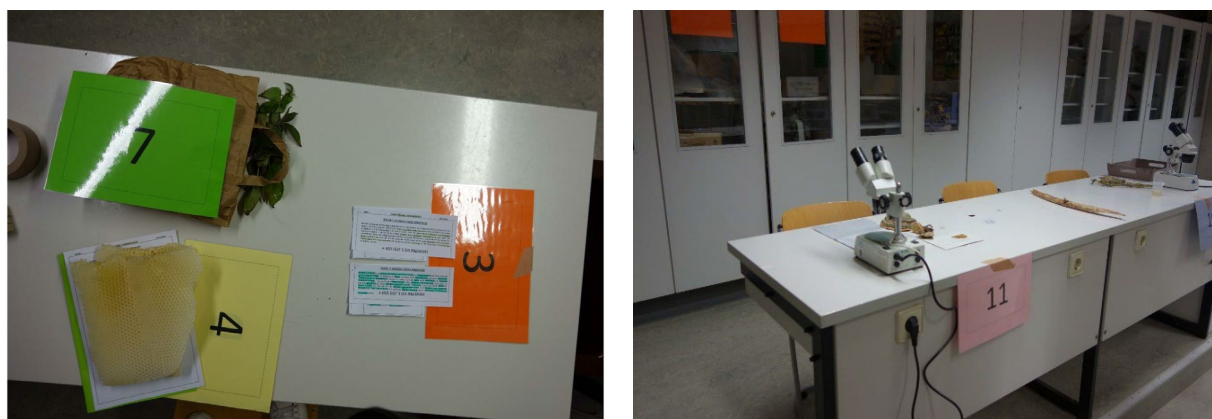


Abb. 1: Beispiele für einen Stationsaufbau zum Thema Waldökosystem im Klassenzimmer. Als Realia liegen hier Zweige zur Bestimmung lokaler Baumarten, Bienenwaben mit Textinput zur Varroa Milbe, eine 'Textpowerpoint' zu Konkurrenz sowie Binokulare mit Zunderschwamm, Borkenkäferholz sowie eine Bodenprobe vom Gebiet um den Blautopf. (Fotos: F. Enderweit)

Reflexion und Ausblick

Eine Schülerbefragung zeigte deutlich, dass die handlungsorientierten Methoden wie Exkursionen und der Einsatz biologischer Geräte bei den Schüler*innen wenig überraschend sehr gut ankamen: 22/23 Stimmen urteilten positiv darüber. Im Gegensatz dazu schnitten besonders Textarbeit (4/23 positiv) und Heftaufschriebe (3/23 positiv) schlecht ab. Textarbeit kann nicht ersatzlos ausbleiben, doch dies verdeutlicht die Wichtigkeit eines multimethodischen Ansatzes trotz des damit verbundenen höheren Arbeitsaufwands für die Lehrkraft. Ein häufig geäußelter Wunsch war der nach „mehr gemeinsamen Aufschrieben, damit man für die Klassenarbeit alles zusammen hat“. Dies offenbart den Konflikt zwischen der Zielsetzung, Naturbindung zu fördern, und die verinnerlichte Anforderung des Schulsystems an quantifizierbare Leistungsmessung. Die Zeitplanung erwies sich ebenfalls als Herausforderung: Die Vielfalt und der Trainingsbedarf bei praktischen Methoden stand im Spannungsverhältnis zur begrenzten Unterrichtszeit. Hier wäre eine Reduktion der Themenbreite angebracht, sofern eine derartige Einheit im klassischen Stundenplanplatz stattfinden soll. Integrative Ansätze im Fächerverbund wären jedoch förderlicher. Die Übertragbarkeit des Konzepts wird durch den hohen Zeit- und Materialaufwand eingeschränkt, und es bleibt fraglich, ob dies in anderen schulischen Kontexten ebenso umsetzbar ist. Die Inspirational Talks und die aktive Beteiligung der Schüler*innen dienen als wichtige Indikatoren für den Lernerfolg, der sich jedoch schwer quantitativ messen lässt. Schließlich hängt der Erfolg solcher Unterrichtseinheiten stark von der vorgelebten Motivation der Lehrkräfte ab. Nicht zu vernachlässigen ist deren persönliches Fachwissen, da informelle Lehrkraftbefragungen ergaben, dass hier individueller Kompetenzmangel zu einer stärkeren Bindung an das Schulbuch beiträgt oder gar zur Reduktion des Einheitsumfangs zugunsten anderer Curriculumsthemen. Die Arbeit kann in jedem Fall als Ideenbuffet für die Schulung von Systemkompetenz in der Bildung von Jugendlichen dienen.

Literaturverzeichnis

- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (2020): Gewässer entdecken. Umsetzung des Themas Gewässer im Unterricht der Jahrgangsstufe 6 des Bayerischen Gymnasiums. München: 288 S.
- Bönsch, M. (2003): Unterrichtsmethodik für außerschulische Lernorte. Das Schullandheim 2003(2): 4–10.
- Bundeszentrale für politische Bildung und SINUS-Institut (2024): SINUS-Jugendstudie 2024. bpb.de. <https://www.bpb.de/die-bpb/presse/549285/sinus-jugendstudie-2024/>. (Letzter Zugriff: 14.06.2024)
- Fürst, D. und Scholles, F. (2008): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung (3., vollst. überarb. Aufl.). Rohn. Dortmund: 656 S.
- Hesebeck, B. und Tropenwaldstiftung OroVerde (2019): BNE-Projekt „Keine Angst vor Komplexität“. Abschlussbericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Osnabrück. <https://www.regenwald-schuetzen.org/projekte/bildungs-projekte/abgeschlossene-projekte/projekte-fuer-die-sekundarstufe-1-2/projekte-zu-erdkunde-und-biologie/systeme-verstehen/lernziel-systemkompetenz>. (Letzter Zugriff: 05.08.2024)
- Jäkel, L. (2021): Theorien und Untersuchungen zum Lernen an naturbezogenen außerschulischen Lernorten – Outdoor Learning. In: Jäkel, L. (Hrsg.): Faszination der Vielfalt des Lebendigen - Didaktik des Draußen-Lernens. Springer. Berlin, Heidelberg: 317–367. https://doi.org/10.1007/978-3-662-62383-1_18.
- Jung, N. (2010): „Du wirst mehr in den Wäldern finden als in den Büchern“, Natur des Menschen, Naturbeziehung und Moral – Ganzheitlichkeit in der Umweltbildung. Vortrag auf dem 1.Hessischen Waldpädagogikforum „Unser Wald - der Lernort der Zukunft?“, Weilburg. https://www.hnee.de/_obj/234C2A47-07D7-4957-B0FB-EFA9A6F11C0C/outline/Vortrag.Weilburg.b.o.B..pdf. (Letzter Zugriff: 05.08.2024)
- Meyer, H. (1987): Unterrichtsmethoden Praxisband. Scriptor. Frankfurt am Main: 464 S.
- Meyer, H. (1994): Unterrichtsmethoden Theorieband. 6. Aufl. Cornelsen Verl. Scriptor. Frankfurt am Main Berlin: 272 S.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport BW (Hrsg.) (2016): Bildungsplan 2016 Biologie. Allgemeinbildendes Gymnasium. Neckar-Verlag GmbH. Stuttgart. <http://www.bildungsplaene-bw.de/,Lde/LS/BP2016BW/ALLG/GYM/BIO>. (Letzter Zugriff: 03.01.2022)
- Soostmeyer, M. (1978): Problemorientiertes Lernen im Sachunterricht entdeckendes und forschendes Lernen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. Schöningh. Paderborn, München, Wien, Zürich: 295 S.

Kontakt

Franziska Enderweit

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen
79106 Freiburg im Breisgau
E-Mail: franziska.enderweit@students.uni-freiburg.de

Seminar für Ausbildung und Fortbildung der Lehrkräfte Weingarten
(Berufliche Schulen und Gymnasium)
88250 Weingarten

Teilnahmeliste

Nr.	Name	Institution
1	Badot, Katharina <i>Referent*in</i>	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
2	Bömeke, Carla <i>Referent*in</i>	Fachhochschule Erfurt
3	Braitsch, Ronja <i>Referent*in</i>	Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
4	Demir, Gizem <i>Referent*in</i>	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
5	Deutscher, Antonia <i>Referent*in</i>	Universität Kassel
6	Enderweit, Franziska <i>Referent*in</i>	Universität Freiburg Seminar Weingarten
7	Feit, Ute <i>Leitung</i>	Bundesamt für Naturschutz
8	Fleckenstein, Simon <i>Referent*in</i>	Albert-Ludwig-Universität Freiburg
9	Froehlich, Jule <i>Referent*in</i>	Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg
10	Göztepe, Sulenur <i>Referent*in</i>	Universität Passau
11	Handte-Reinecker, Anna <i>Referent*in</i>	Universität Bayreuth
12	Heidelk, Tim <i>Referent*in</i>	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
13	Heyer, Ines <i>Referent*in</i>	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Müncheberg
14	Klar, Nico <i>Referent*in</i>	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
15	Klüh, Dennis <i>Referent*in</i>	Universität Rostock, Senckenberg Institut Frankfurt am Main
16	Köhler, Elisabeth <i>Referent*in</i>	Technische Universität Berlin
17	Kunle, Maria <i>Referent*in</i>	Universität Rostock
18	Linke, Deira <i>Referent*in</i>	Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
19	Loreth, Anne <i>Referent*in</i>	Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen Dossenheim
20	Mehrwald, Katja <i>Referent*in</i>	Institut für Binnenfischerei Potsdam-Sacrow
21	Middelanis, Thomas <i>Referent*in</i>	Universität Münster
22	Oberreich, Marlene <i>Referent*in</i>	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
23	Paschke, Karen <i>Referent*in</i>	Rotmilanzentrum am Museum Heineanum
24	Dr. Rajmis, Sandra <i>Referent*in</i>	VDI/VDE-IT (Projekträger) für das BMBF

Nr.	Name	Institution
25	Reichert, Markus <i>Referent*in</i>	Universität Potsdam
26	Salden, Tobias <i>Referent*in</i>	Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätenwandels, Museum Koenig
27	Schmid, Sophia <i>Referent*in</i>	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
28	Stadler, Jutta <i>Leitung</i>	Bundesamt für Naturschutz
29	Stein, Maximilian <i>Referent*in</i>	Goethe-Universität Frankfurt am Main
30	Walczuch, Anne-Marie <i>Referent*in</i>	Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
31	Wells, Nicole Ellen <i>Referent*in</i>	Ruhr Universität Bochum, Universität Duisburg-Essen
32	Wild, Maria <i>Referent*in</i>	Georg-August-Universität Göttingen
33	Wolny, Teresa <i>Referent*in</i>	Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

Tagungsprogramm

Montag, 09.09.2024

Anreise Bootsüberfahrten ab Hafen Lauterbach/Mole
um 16:10 Uhr, 17:10 Uhr und 18:10 Uhr

18:30 Abendessen

19:30 **Begrüßung und Einführung in die Tagung**
Jutta Stadler und Ute Feit, BfN
Kurze Vorstellungsrunde

Dienstag, 10.09.2024

Ab 07:30 Frühstück

Keynote

08:55 Begrüßung

09:00 **BMBF-Forschungsförderung im Bereich Biodiversität**
Dr. Sandra Rajmis, VDI/VDE IT im Auftrag des BMBF

I Diversität, Ökosystemleistungen

09:30 **Räumliche und zeitliche Muster von Biodiversität und linguistischer Diversität**
Markus Reichert, Universität Potsdam

10:00 **Kulturelle bodenbezogene Ökosystemleistungen in Deutschland und deren Verbindung zur Bodenbiodiversität**
Marlene Oberreich, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

10:30 Kaffee/Tee

II Monitoring, Fernerkundung und KI

11:00 **Monitoring von Ausgleichsflächen mittels Drohnen und Künstlicher Intelligenz – eine Chance für die Artenvielfalt?**
Katharina Badot, Universität Freiburg

11:30 **Anwendung von Fernerkundungsdaten zur Identifikation von Biotoptypen und technischen Parametern als Beitrag zur Untersuchung der Naturverträglichkeit bodenmontierter Photovoltaikanlagen in Deutschland**
Elisabeth Köhler, Technische Universität Berlin

12:00 **Entwicklung eines modularen Bird- und BatRecorders (BBR 2.0) für den vogel- und fledermausfreundlichen Betrieb von Windenergieanlagen**
Nico Klar, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

12:30	<i>Mittagessen</i>
13:45	Führung über die Insel Vilm Treffpunkt: Eingang Tagungshaus Jutta Stadler (BfN)
16:00	<i>Kaffee/Tee</i>
III	Biodiversität der Wälder
16.30	Die 3 Billion Tree Planting Pledge (BTP) als naturbasierte Lösung aus der Perspektive der Biodiversität Deira Linke, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE)
17.00	Artenschutz im Wirtschaftswald - Flechten und Moose entlang der deutsch-polnischen Grenze Tim Heidelk, Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
17.30	Einfluss der Baumkronen, der Umwelt und der Pilzdiversität auf die Zersetzung von Totholz Maximilian Stein, Goethe Universität Frankfurt am Main
18:00	<i>Abendessen</i>
19:30	Einführung in die Verhandlungsprozesse der CBD Jutta Stadler (BfN)
20:00	Filmvorführung „Guardians of the Earth“ (optional) Dokumentarfilm über die Pariser Klimaverhandlungen (in Deutsch)

Mittwoch, 11.09.2024

Ab 07:30	<i>Frühstück</i>
IV	Biodiversität der Meere und Küsten, Hohe See, Digitale Sequenzinformationen
08:55	Begrüßung
09.00	Zugang zu genetischen Ressourcen und deren Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der sogenannten digitalen Sequenzinformationen (DSI) unter Bezug auf das UN-Hochseeabkommen Sulenur Göztepe, Universität Passau und Gizem Demir, Universität Freiburg
09:45	Kormoran-induzierte Mortalität beim Westdorsch (KoMoDo) Katja Mehrwald, Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow
10.15	One Health: Parasiten und Schadstoffe in invasiven Buckellachsen (<i>Oncorhynchus gorboscha</i>) in Norwegen und deren Folgen für Mensch und Umwelt Nicole Ellen Wells, Ruhr Universität Bochum/Universität Duisburg-Essen
10:45	<i>Kaffee/Tee</i>

V Taxonomie

11.15 **Kleine Krabbler, große Rätsel: Eine Reise in die Welt der Tiefsee-Taxonomie**
Dennis Klüh, Universität Rostock

11.45 **Biodiversitätsentdeckung mit Fokus auf parasitoiden Wespen**
Tobias Salden, Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig (ZFMK) in Bonn

12:30 *Mittagessen*

13:45 **Fröhlicher Start in den Nachmittag**

VI Wiederherstellung von Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen

14:00 **Der Einfluss von Diskursen und Diskurskoalitionen in der Forst- und Umweltpolitik: der Fall des EU-Naturwiederherstellungsgesetzes**
Simon Fleckenstein, Universität Freiburg

14.30 **OptiMuM: Optimierung der Wiederherstellung und Überwachung von Hochmooren in der Praxis**
Maria Kunle, Universität Rostock

15:00 *Kaffee/Tee*

15:30 **Governance-Mechanismen für die Renaturierung von Auenlandschaften: Erkenntnisse aus deutschen Renaturierungsprojekten in Natura 2000-Gebieten**
Sophia Schmid, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

VII Wassermanagement

16:00 **Grünland im Wandel: Stärkung der Ökosystemleistungen durch Co-Kreation eines integrierten Wassermanagements**
Anne-Marie Walczuch und Jule Froehlich, Universität Oldenburg

16:30 *Kaffee/Tee*

VIII Biodiversität in Agrarlandschaften, nachhaltige Landnutzung (Teil 1)

17:00 **agroforst-monitoring: ein bürgerwissenschaftliches Projekt zur Langzeit-Erforschung moderner Agroforst-Ökosysteme**
Thomas Middelanis, Universität Münster

17:30 **Das KennArt Projekt**
Tobias Salden

18:00 *Abendessen*

19:30 **Der „Weltbiodiversitätsrat“ (IPBES) – Kurze Einführung und Beteiligungsmöglichkeiten**
Jutta Stadler, BfN

Donnerstag, 12.09.2024

Ab 07:30 Frühstück

VIII Biodiversität in Agrarlandschaften, nachhaltige Landnutzung (Teil 2)

08:55 Begrüßung

09:00 **Über den Einfluss extensiver Ganzjahresbeweidung auf Wiesenbrüter - Auswertung 15 Jahre Projektgebiet „Teichwiesen bei Stressenhausen“**
Carla Bömeke, Fachhochschule Erfurt

09:30 **Lösungen für eine nachhaltige, grasbasierte Milcherzeugung und Einflüsse auf die Grünland-Pflanzenartenvielfalt sowie andere Ökosystemleistungen**
Maria Wild, Universität Göttingen

10:00 **Bio4Act – innovative Verwertungspfade für biogene Reststoffe**
Antonia Deutscher, Universität Kassel

10:30 Kaffee/Tee

11:00 **"Schutzhochzwei"- Optimierung der Nützlingsförderung in Schutzgebieten zur Stärkung des biologischen Pflanzenschutzes**
Anne Loreth, Julius-Kühn-Institut

11:30 **Bedeutung brachliegender landwirtschaftlicher Flächen für die endemische Flora auf La Palma und mögliche Auswirkungen einer Rekultivierung**
Anna Handte-Reinecker, Universität Bayreuth

12:00 **Floristische Diversität in Agrarlandschaften: Innere und äußere Feldränder – Diversität, Artenzusammensetzung und deren Einflussfaktoren auf lokaler und landschaftlicher Ebene**
Ines Heyer, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (Zalf)

12:30 Mittagessen

13:45 **Fröhlicher Start in den Nachmittag**

IX Artenschutz

14:00 **Haben Rotmilane Heimweh? – Die (Nicht-)Ausbreitung juveniler Rotmilane (*Milvus milvus*)**
Karen Paschke, Rotmilanzentrum am Museum Heineanum, Halberstadt

14:30 **Wirksame Maßnahmen zum Schutz von Schlüsselpilzarten in Waldökosystemen in Schweden und Deutschland**
Teresa Wolny, Hochschule für nachhaltige Entwicklung in Eberswalde (HNEE)

15:00 Kaffee/Tee

X Grenzüberschreitende Schutzgebiete

- 15:30 **Untersuchungen zur Wirksamkeit von grenzüberschreitendem Naturschutz im Zarafshan Tal zwischen Tajikistan und Usbekistan – ein ökosystemarer Ansatz**
Ronja Braitsch, Hochschule für nachhaltige Entwicklung in Eberswalde (HNEE)

XI Umweltbildung/Pädagogik

- 16:00 **Wirkungsketten verstehen – Oder, warum die Kuh den Jaguar ,frisst‘. Ökologische Systemkompetenz in Klasse 10 entwickeln**
Franziska Enderweit, Hochschule Weingarten / Universität Freiburg
- 16:30 *Kaffee/Tee*
- 17:00 **Abschlussdiskussion**
- 18:00 *Abendessen*
- 19:30 Zum Ausklang der Tagung: Geselliges Beisammensein
(Beiträge aller Art sind willkommen / ein Flügel und eine Gitarre sind vorhanden, andere Musikinstrumente können gern mitgebracht werden)

Freitag, 13.09.2024

- 07:25 **Abreise 1. Boot (ab Vilm)**
Frühstückspakete werden gestellt
Abfahrt 08.00 Uhr von Lauterbach Mole nach Bergen. Dort Anschluss um 08.42 Uhr an ICE nach Berlin (Ankunft 12.08 Uhr) und Weiterfahrt nach Hamburg (Ankunft HH-Hbf 15:06 Uhr)
- 08:25 **Abreise 2. Boot**
Abfahrt 09.00 Uhr von Lauterbach Mole nach Bergen. Dort Anschluss um 10.18 Uhr zum ICE nach Berlin (Ankunft 13.52 Uhr) und um 11.08 Uhr zum IC nach Hamburg (Ankunft HH-Hbf 15.32 Uhr).
- 09:20 **Abreise 3. Boot**
Abfahrt 11.00 Uhr von Lauterbach Mole nach Bergen. Von dort verschiedene Anschlussmöglichkeiten nach Berlin und Hamburg. Oder Taxi von Lauterbach nach Bergen für frühere Anschlusszüge (ab ca. 10.15 Uhr von Bergen, z.B. 10.18 Uhr ICE nach Berlin oder 11.08 Uhr IC nach Hamburg).

Die „BfN-Schriften“ sind eine seit 1998 unperiodisch erscheinende Schriftenreihe in der institutionellen Herausgeberschaft des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) in Bonn. Sie sind kurzfristig erstellbar und enthalten u.a. Abschlussberichte von Forschungsvorhaben, Workshop- und Tagungsberichte, Arbeitspapiere oder Bibliographien. Viele der BfN-Schriften sind digital verfügbar. Printausgaben sind auch in kleiner Auflage möglich.

DOI 10.19217/skr744