

Kurzes Methodenpapier

Wissenstransferprojekt: Martina Mund und Steffi Heinrichs, Dezember 2020

Ziel der Biodiversitäts-Exploratorien

Die Biodiversitäts-Exploratorien möchten die Auswirkungen verschiedener **Landnutzungsformen und -intensitäten** auf die **biologische Vielfalt** und die mit ihr verbundenen **Ökosystemprozesse und -leistungen** von landwirtschaftlichem **Grünland** und von **Wäldern** verstehen und quantifizieren.

Zentrale Forschungsfragen der Biodiversitäts-Exploratorien

- 1) Welche Auswirkungen haben unterschiedliche Formen und Intensitäten der **Landnutzung** auf die Biodiversität?
- 2) Welche **Wechselwirkungen** bestehen zwischen den verschiedenen **Komponenten der Biodiversität** (z. B. genetische Vielfalt, Vielfalt von Arten, Strukturen und Prozessen) und welchen Einfluss hat die Landnutzung auf diese Wechselwirkungen?
- 3) Wie beeinflusst die Biodiversität die **Ökosystemprozesse und -leistungen** von Landschaften?

Was ist einzigartig an den Biodiversitäts-Exploratorien?

In den Biodiversitäts-Exploratorien werden **sehr viele Arten und Artengruppen** von unterschiedlichen **trophischen Ebenen** (Bakterien über Pflanzen bis Fledermäuse) auf **denselben Flächen** und über **viele Jahre** hinweg (seit 2006) untersucht!

Zentrale methodische Ansätze der Biodiversitäts-Exploratorien

Die Forschungsfragen der BE erfordern:

1. Untersuchungsflächen, die sich innerhalb einer Region **nur durch Form und Intensität der Landnutzung** voneinander unterscheiden und in ihrer Zusammenschau für die Landnutzungsformen Grünland und Wald jeweils einen **Nutzungsgradienten** abbilden. Dies bedeutet, dass die Untersuchungsflächen zwar unterschiedlich intensiv bewirtschaftet werden, ansonsten aber die gleichen Standortverhältnisse (z. B. Klima, Boden, Exposition) aufweisen müssen. Andernfalls kann nicht gesagt werden, ob eventuelle Unterschiede nutzungsbedingt und/oder eine Folge unterschiedlicher Standortverhältnisse sind.
2. Unterschiedliche Nutzungsgradienten in **verschiedenen Regionen**
3. Kombination von **langfristigen Beobachtungen und Experimenten**

4. **Interdisziplinäre Forschung**, die viele Arten- und Organismengruppen, viele Ökosystemprozesse und -leistungen und unterschiedliche räumliche Skalen abdeckt. Letzteres bedeutet, dass manche Gruppen mit Bodenorganismen und damit im Bereich von wenigen Mikro- und Millimetern arbeiten, andere die gesamte Landschaft im Blick haben.

Diese Anforderungen an die Untersuchungsflächen werden durch die drei ausgewählten Exploratorienregionen erfüllt (Abbildung 1):

- Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin (Brandenburg)
- Hainich-Dün Region und Umgebung (inkl. Oberes Eichsfeld) (Thüringen)
- Biosphärengebiet Schwäbische Alb (Baden-Württemberg).



Abbildung 1: Lage der drei Untersuchungsregionen der Biodiversitäts-Exploratorien innerhalb Deutschlands.

In diesen Regionen liegen unterschiedlich bewirtschaftete Flächen auf gleichen Standorten nah beieinander. Form und Intensität der Bewirtschaftung repräsentieren dabei typische Bewirtschaftungsvarianten für die jeweilige Region (Abbildung 2, Tabelle 1). Für den Nutzungsgradienten im Wald sind zudem langjährig nicht mehr bewirtschaftete Flächen vorhanden, die zeigen, wie sich die Wälder ohne Nutzung entwickeln.

In jedem Gebiet werden von allen Wissenschaftlern*innen dieselben jeweils 100 Flächen, die sogenannten Experimentierplots (**EP**), untersucht (insgesamt 300 Plots, Abbildung 3). Von den 100 Experimentierplots je Region liegen 50 Plots im Grünland und 50 Plots im Wald. Sehr aufwendige, arbeits- und kostenintensive Untersuchungen und Experimente werden auf 18 ausgewählten Experimentierplots je Region, den sogenannten **VIPs** („*very intensive plots*“) durchgeführt (9 Plots im Grünland und 9 Plots im Wald).

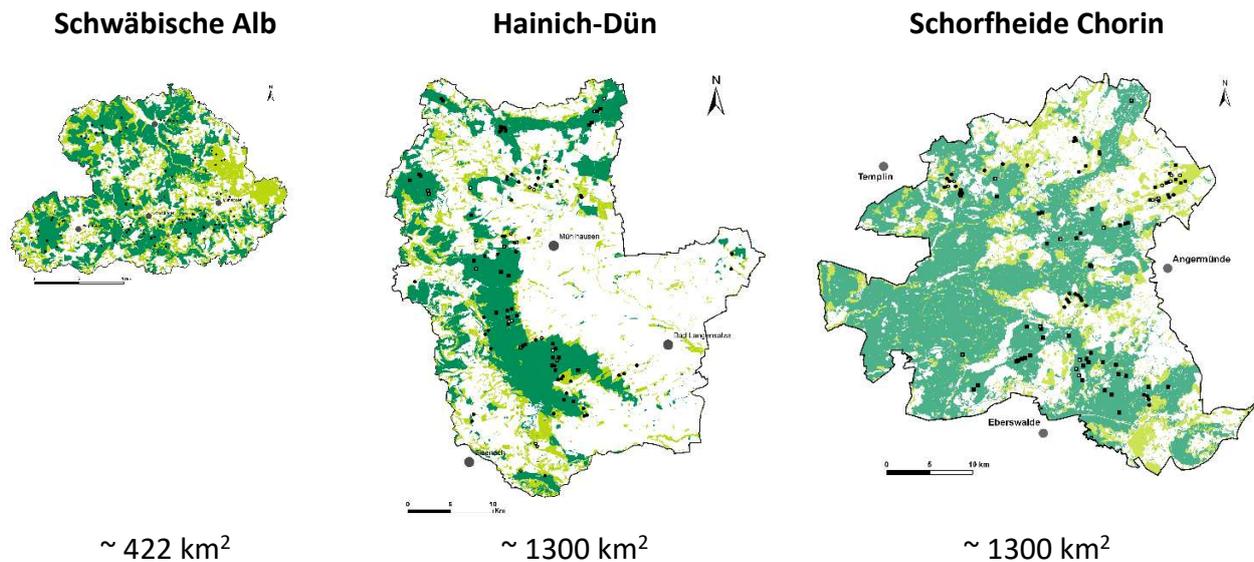


Abbildung 2: Lage der Experimentierplots (schwarze Quadrate und Kreise) innerhalb der drei Untersuchungsregionen. Dunkelgrüne Flächen: Wald, hellgrüne: Grünland, weiß: übrige landwirtschaftlich genutzte Flächen (Quelle: BEO & LMTs, Stand 27.04.2020).

Im Jahr 2020 wurden ausgewählte Experimentierplots um weitere Plots für neue langfristige Experimente ergänzt (Abbildung 3). Im Grünland sind dies das „Experiment zur reduzierten Landnutzung“ (kurz **REX**, *Reduced land-use intensity experiment*), und das „Landnutzungsexperiment“ (kurz **LUX**, *Land-use experiment*), welche in unmittelbarer Nachbarschaft von 15 bzw. 4-6 Experimentierplots je Region durchgeführt werden. Die neuen Plots werden mit den Kürzeln RP (*Reduced land-use intensity plot*) und UP (*Unfertilized plot*) bezeichnet. Im Wald wurden für ein „Lückensexperiment“ (kurz **FOX**, *Forest gap experiment*) 8 bis 12 Experimentierplots je Region um jeweils 3 weitere Plots ergänzt. Die Bezeichnung dieser Plots ist ebenfalls an die experimentelle Behandlung angelehnt (G (Lücke), GD (Lücke und Totholz), D (Totholz)).

Zum Verständnis des Flächendesigns sei noch erwähnt, dass die Auswahl aller Plots anhand von rund 3000 Inventurflächen erfolgte, die in einem Raster von 100 x 100 m über die drei Untersuchungsgebiete verteilt waren. Auf diesen Inventurflächen, auch Gridplots (**GP**) genannt, wurde zu Beginn der Biodiversitäts-Exploratorien (2006-2009) die Art und Intensität der Bewirtschaftung bestimmt und eine Boden- und Vegetationsinventur durchgeführt.

Tabelle 1: Übersicht über die Standorteigenschaften und Nutzungsgradienten der Experimentierplots (EPs) der drei Exploratorienregionen (je 50 Plots im Grünland und 50 Plots im Wald).

Eigenschaften	Schwäbische Alb	Hainich-Dün	Schorfheide-Chorin
Klima			
Mittlere Jahreslufttemperatur (°C)	6-7	6,5-8	8-8,8
Mittlerer Jahresniederschlag (mm/Jahr)	700-1000	500-800	500-600
Geologie	Kalkstein des Jura	Muschelkalk (vereinzelt Buntsandstein) mit pleistozäner Lößüberlagerung	Glaziale Sander, Grund- und Endmöränen
Höhenlage (m ü.N.N.)	690-820	290-500	50-100
Grünland			
Böden	<i>(folgt)</i>	<i>(folgt)</i>	<i>(folgt)</i>
Bewirtschaftungsvarianten	<i>Intensiv bewirtschaftete Wiesen bis extensive Weiden</i>	<i>Intensiv bewirtschaftete Wiesen bis extensive Schafsweiden</i>	<i>Intensiv bewirtschaftete Wiesen bis extensive Weiden</i>
Nutzungsintensitätsindex 2018 LUI ⁽¹⁾	0,49-3,14	0,19-3,47	0,73-4,16
Wald			
Böden	Rendzina, Braunerde	Parabraunerde, Pseudogley	Braunerde (vereinzelt Fahlerde, Treposol, Regosol, Podsol)
Bestandestypen	Buchen-Altersklassenwald	Buchen-Altersklassenwald Plenterwaldartig bewirtschaftete, ungleichaltrige Buchenwälder	Buchen-Altersklassenwald Eichen-Altersklassenwald
	Fichten-Altersklassenwald Unbewirtschaftete Buchen- und Buchenmischwälder unterschiedlicher Altersstruktur	Fichten-Altersklassenwald Unbewirtschaftete Buchen- und Buchenlaubmischwälder unterschiedlicher Altersstruktur	Kiefern-Buchen-Altersklassenwald (zweischichtig) Kiefern-Altersklassenwald Unbewirtschaftete Buchenwälder unterschiedlicher Altersstruktur
Nutzungsintensitätsindex SMI ⁽²⁾	0,03-0,65	0,00-0,48	0,03-0,39

(1) LUI, Landnutzungsindex basierend auf Stickstoffdüngung (D ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$)), Häufigkeit der Mahd (M (Anzahl Jahr^{-1}) und Beweidungsintensität (Großvieheinheiten-Tage ($\text{GV} \cdot \text{Tage ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$): $\text{LUI}_{\text{Plot}} = D_{\text{Plot}}/D_{\text{Region}} + M_{\text{Plot}}/M_{\text{Region}} + \text{GV-Tage}_{\text{Plot}}/\text{GV-Tage}_{\text{Region}}$). Blüthgen et al. 2012, Basic & Applied Ecology 13: 207-220; Vogt et al. 2019, Biodiversity Data Journal 7: e36387.

(2) SMI, waldbaulicher Bewirtschaftungsintensitätsindex (Peter Schall, BEXIS Data base, Data file 25046; Stand 2015). Der Index basiert auf den Eingangsvariablen Baumart, Bestandesalter und oberirdische Holzbiomasse (lebend und tot), aus denen eine Risikokomponente (Risiko des Bestandesverlustes) und eine Dichtekomponente errechnet werden. Beide Komponenten werden zu einem Mittelwert (SMI) aggregiert, der Werte zwischen 0 (unbewirtschaftet) und 1 (maximale Bewirtschaftungsintensität) annehmen kann. Unbewirtschaftete Bestände können aufgrund früherer Bewirtschaftung auch Werte etwas über Null annehmen. Der SMI kann für einzelne Bestände und für ganze Bewirtschaftungssysteme berechnet werden. Nach der Fichten-Ertragstafel von Wiedemann 1936/42 ergibt sich beispielsweise für einen 100-jährigen Fichtenbestand unter mäßiger Niederdurchforstung ein mittlerer SMI von 0,57 (Schall und Ammer 2013, Eur J Forest Res 132:379-396).

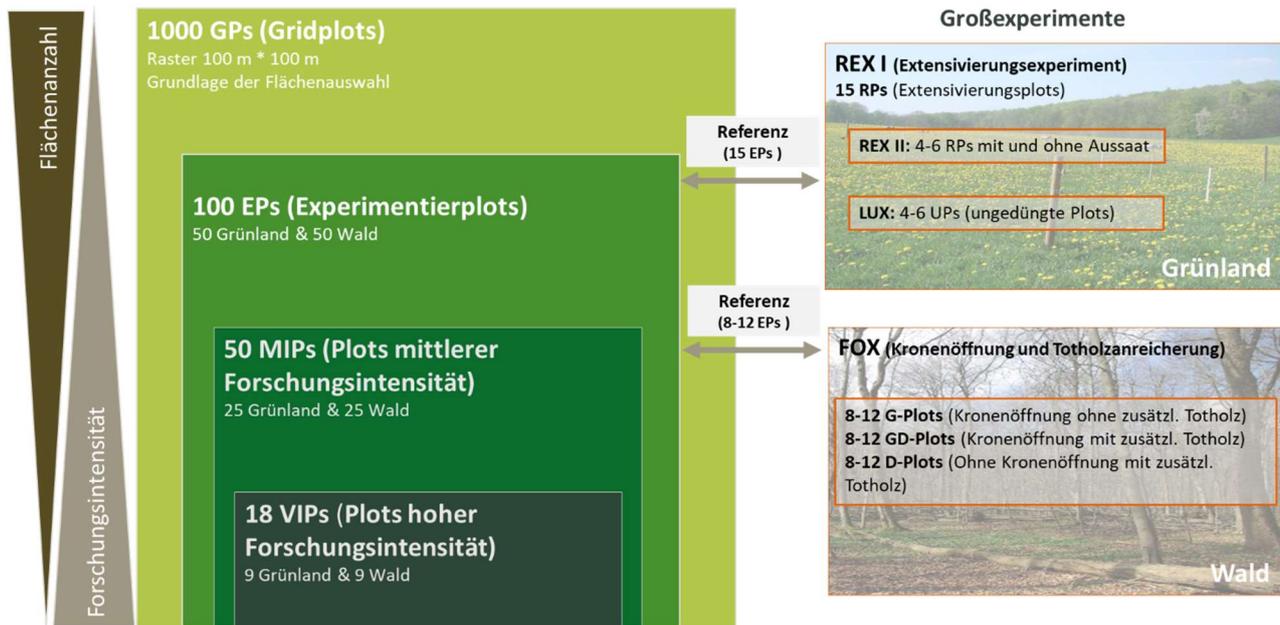


Abbildung 3: Übersicht über das hierarchische Plotdesign, welches in jeder der drei Untersuchungsregionen (Exploratorien) umgesetzt ist. Abkürzungen aus dem Englischen: REX, reduced land-use intensity experiment; LUX, land-use experiment; RP, reduced land-use intensity plot; UP, unfertilized plot; FOX, forest gap experiment; G, only Gap; D, only with dead wood, GD: gap with dead wood.

Die Interdisziplinarität und Langfristigkeit der Forschung wird durch die Organisation der Biodiversitäts-Exploratorien als offene **Forschungsplattform** in Kombination mit einer projekteigenen, auf biologische Daten spezialisierten **Datenbank (Biodiversity Exploratories Information System, BExIS)** gewährleistet und gefördert. Alle drei Jahre können Wissenschaftler*innen bei der DFG eine Förderung für neue, dreijährige Forschungsprojekte oder eine dreijährige Fortsetzung ihres bereits laufenden Projektes beantragen.

Grenzen der Biodiversitäts-Exploratorien

Die bislang einzigartigen Untersuchungen zur Beziehung zwischen Biodiversität und Landnutzung in Deutschland haben aber auch Grenzen, die bei der Übertragung der Ergebnisse in die Praxis beachtet werden sollten:

- **Die Untersuchungsflächen der Biodiversitäts-Exploratorien repräsentieren innerhalb der drei Exploratorienregionen häufig vorkommende Standortverhältnisse, Baumartenmischungen und Pflanzengesellschaften sowie übliche Bewirtschaftungsformen und -intensitäten** (Tabelle 1). Im Grünland repräsentiert der Nutzungsgradient extensiv genutzte, ungedüngte Wiesen (1 - 3 Mahden pro Jahr) und Weiden (5 Großvieheinheiten-Tage pro Hektar und Jahr) bis hin zu Wiesen und Weiden, die maximal 4 mal im Jahr gemäht, mit maximal 400 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr gedüngt oder mit 1644 Großvieheinheiten -Tage pro Hektar und Jahr beweidet werden. Wald stellt auf der weit überwiegenden Fläche die natürliche Vegetationsform in Deutschland dar, die sich auch ohne Einfluss des Menschen entwickeln und fortbestehen würde. Dem tragen die Biodiversitäts-Exploratorien durch die Bewirtschaftungsvariante „Unbewirtschafteter Wald“

Rechnung. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Wälder erst seit einigen Jahrzehnten nicht mehr genutzt werden und damit nach wie vor in unterschiedlichem Maße von der früheren Bewirtschaftung beeinflusst sind. Von Menschen vollkommen unberührte Wälder (Primärwälder) wären eine bessere Referenz für die natürliche Entwicklung von Wäldern ohne Einfluss des Menschen, sie sind in Deutschland aber aufgrund der Jahrtausende umfassenden Siedlungsgeschichte nicht mehr vorhanden.

Extreme oder seltene Standorte und in der aktuellen land- und forstwirtschaftlichen Praxis nicht übliche Bewirtschaftungsmethoden werden nicht erfasst. Nicht untersucht werden beispielsweise Standorte wie Steilhänge, Schluchten, Bachtäler, Seeufer und Moore, oder waldbauliche Maßnahmen wie Kahlhiebe, das Abschieben der Humusaufgabe und Düngung im Wald, oder Extremnutzungen im Grünland mit bis zu siebenfacher Mahd. Die Biodiversitäts-Exploratorien bilden also nicht alle Grünland- und Waldgesellschaften bzw. Baumartenmischungen ab, die in Deutschland vorkommen können, und nicht alle theoretisch möglichen Nutzungsformen und -intensitäten.

- **Durch die langjährige Aufzeichnung von Wetterdaten an den insges. 300 Klimastationen der Biodiversitäts-Exploratorien kann der Einfluss des Wetters als sogenannte Kovariable berücksichtigt werden, Analysen zum Einfluss des Klimawandels oder Prognosen zur Entwicklung der Biodiversität als Folge des Klimawandels sind anhand der bisherigen Zeitreihen und Daten jedoch noch nicht möglich.**

Viele Ergebnisse der Biodiversitäts-Exploratorien, insbesondere jene, die grundlegende Ökosystemprozesse und -mechanismen sowie Interaktionen zwischen Artengruppen und trophischen Ebenen aufzeigen, lassen sich auf andere Regionen, Standorte und Wald- bzw. Grünlandgesellschaften übertragen. Einzelne Messwerte oder Ergebnisse, die eng mit spezifischen Eigenschaften einzelner Arten verbunden sind, können dagegen nicht ohne weiteres oder nur unter bestimmten, genau zu prüfenden Bedingungen verallgemeinert werden. So sollten beispielsweise Interaktionen zwischen Buche und Fichte und die Wirkung dieser Baumartenmischung auf die Insektenvielfalt nicht auf Interaktionen zwischen Buche und Douglasie und deren Wirkung auf die Insektenvielfalt übertragen werden.