

Finanzierung einer klimafreundlichen Bodennutzung – Zentrale Aspekte

Auswirkungen auf die Biodiversität¹

1 Hintergrund

Definition: Bodenbewirtschaftungspraktiken können die Bodenstruktur und die Bodenfruchtbarkeit verbessern, die Wasserspeicherkapazität erhöhen, das Verdichtungsrisiko und die Bodenerosion verringern, was letztlich zur Verbesserung der Biodiversität über (Säugetiere, Vögel, Amphibien, Gefäßpflanzen) und unter der Erde (Bakterien, Pilze, Makrofauna) führen kann. Unter Biodiversität versteht man die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, einschließlich terrestrischer Ökosysteme. Dazu gehört die Vielfalt innerhalb der Arten, zwischen den Arten und in den Ökosystemen.²

Bedeutung: Böden sind ein Produkt der biologischen Vielfalt, und die biologische Vielfalt ist ein Produkt des Bodens, mit direkten und wechselseitigen Auswirkungen auf Klimaregulierung und Kohlenstoffbindung (Daba und Dejene 2018).

Relevanz: Die Auswirkungen auf die Biodiversität sind für alle Arten von Bodenprojekten zum Klimaschutz relevant, wie die Beseitigung und die Reduzierung von Emissionen. Alle Finanzierungsarten können zu Klimaschutzaktivitäten führen, die sich auf die Biodiversität auswirken (einschließlich ergebnis- und handlungsbasierter Mechanismen³). Es müssen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, um sicherzustellen, dass die Ziele der biologischen Vielfalt im Einklang mit dem Vorsichtsprinzip berücksichtigt werden.

2 Zentrale Themen

Böden sind ein Produkt der biologischen Vielfalt, wobei Böden eine größere Artenvielfalt aufweisen als oberirdische Ökosysteme. Darüber hinaus sind zahlreiche unter- und oberirdisch lebende Arten wie Termiten, Ameisen, Spinnen und Insektenlarven an der Zersetzung organischen Materials beteiligt, was letztlich zum Kreislauf der organischen Stoffe im Boden und zur Sequestrierung von Kohlenstoff im Boden im Hinblick auf den Klimaschutz führt. Nach Decaëns et al. (2006) gehört mindestens ein Viertel aller lebenden Arten zu den reinen Boden- oder Streubewohnern, wobei Bakterien und Pilze in diesen Schätzungen nicht berücksichtigt sind. Daher beeinflusst der Boden alle terrestrischen Ökosysteme in entscheidendem Maße und ist ein Schlüsselfaktor, der sowohl die ober- als auch die unterirdische Artenvielfalt reguliert. Bodenbewirtschaftungspraktiken können den Grad der Biodiversität in Ökosystemen beeinflussen. Dementsprechend ist es wichtig zu berücksichtigen, wie sich Bodenbewirtschaftungspraktiken auf die biologische Vielfalt auswirken können und umgekehrt, wobei die Messung und Überwachung dieser Auswirkungen auf allen taxonomischen Ebenen

¹ Dieses Factsheet wurde auch im Rahmen des UBA-Berichts "Funding climate-friendly soil management" veröffentlicht, der in englischer Sprache unter <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/Funding-climate-friendly-soil-management> abrufbar ist.

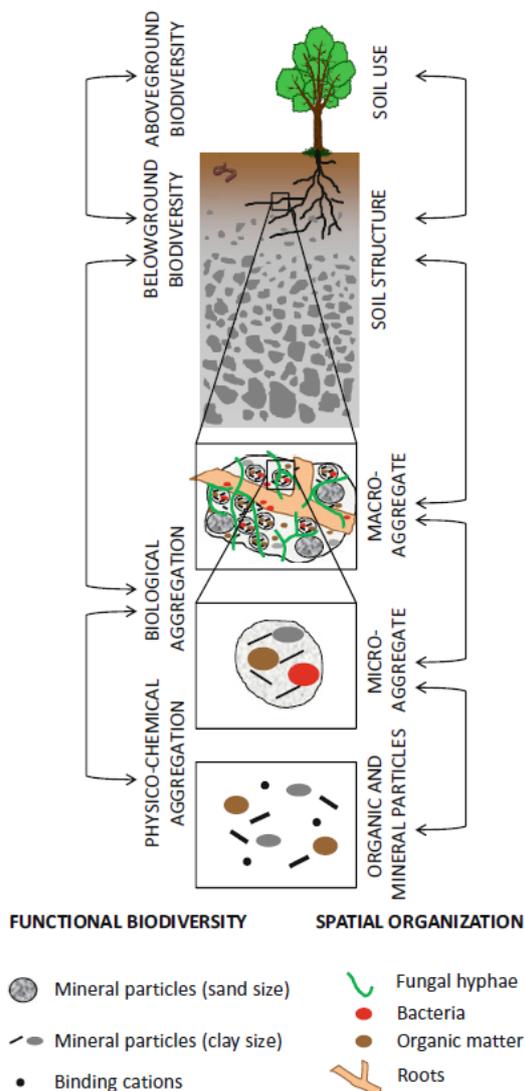
² Übereinkommen über die biologische Vielfalt, abrufbar unter <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>.

³ Bei ergebnisorientierten Zahlungskonzepten hängt die Zahlung von der Erreichung und Überprüfung eines Minderungsergebnisses (oder eines anderen Umweltergebnisses) ab. Bei handlungsbasierten Ansätzen/Direktzahlungen hängt die Zahlung davon ab, dass bestimmte Maßnahmen ergriffen oder Praktiken vermieden werden, und sie kann ex ante erfolgen.

wichtig, aber schwierig ist (Anderson 2018). Die ökosystemsspezifische Biodiversität muss Teil der Überlegungen sein, da es Ökosysteme mit spezifisch angepasster Biodiversität gibt, wie z. B. Moore und Sumpfgebiete.

Böden sind nichtlineare und komplexe Systeme, die durch eine große Anzahl miteinander verbundener Komponenten gekennzeichnet sind. Diese Interaktion von Bodenökosystemen findet von der Mikroebene über die Makroebene bis zur Landschaftsebene statt mit Auswirkungen in jeweils zwei Richtungen (siehe Abbildung 1). Aufgrund dieser Komplexität ist die Bewertung der Auswirkungen von Bodenbewirtschaftungspraktiken schwierig und nicht immer gut quantifizierbar (de Graaff 2019), so dass weitere Forschung hinsichtlich der direkten Auswirkungen zwischen Bodenbewirtschaftungsaktivitäten und Biodiversität erforderlich ist. Um diese Komplexität zu vereinfachen, können wir uns den Boden als ein Produkt der biologischen Vielfalt und die biologische Vielfalt als ein Produkt des Bodens vorstellen, wie unten dargestellt.

Abbildung 1 Verknüpfung zwischen makroskopischer Oberfläche und mikroskopischer Bodenoberfläche



Quelle: Havlicek und Mitchell (2014).

Erläuterung: Die linke Seite zeigt die Beziehungen zwischen der biologischen Vielfalt in den verschiedenen Schichten bis hin zu den physikalisch-chemischen Prozessen auf der mikrobiellen Ebene; die rechte Seite veranschaulicht die Bodennutzung und die Organisation der organischen und mineralischen Bodenbestandteile.

Auswirkungen der Bodenbewirtschaftung auf die Biodiversität

Bodenbewirtschaftungsmaßnahmen wie Bodenbearbeitung, Entwässerung, Fruchtfolge, Agroforstwirtschaft, Landnutzungsänderungen, Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln können sich direkt und in hohem Maße auf die ober- und unterirdische biologische Vielfalt auswirken:

- ▶ **Positive Auswirkungen:** Eine globale Meta-Analyse zeigt, dass die Diversifizierung von Kulturen wie Deckfrüchte, Fruchtfolge, Zwischenfruchtanbau, Agroforstwirtschaft und Sortenmischungen die biologische Vielfalt um 24 % erhöhen kann⁴ (nicht kultivierte Pflanzen und Tiere) (Beillouin et al., 2021). Auch andere Methoden der Bodenbewirtschaftung, wie z. B. das Gülle-Management, können die biologische Vielfalt im Boden erhöhen, wobei allerdings darauf geachtet werden muss, dass die verwendete Gülle eine gute Qualität aufweist (Köninger et al. 2021).
- ▶ **Negative Auswirkungen:** Landwirtschaft und Bodenbewirtschaftung haben einen immensen Einfluss auf terrestrische Ökosysteme einschließlich der ober- und unterirdischen Biodiversität (IPBES 2019; de Graff 2019). Insbesondere die Intensivierung der Landwirtschaft hat in den letzten Jahrzehnten zu einem dramatischen Verlust der Artenvielfalt geführt (Thiele-Bruhn et al. 2012). Laut einer Meta-Analyse von de Graff et al. (2019) hat die Düngung mit synthetischem Stickstoff negative Auswirkungen auf die arbuskuläre Mykorrhizapilz- und Faunadiversität, und die Bodenbearbeitung wirkt sich negativ auf die Vielfalt der Bodenfauna und -bakterien aus.

Auswirkungen der Biodiversität auf die Eindämmung des Klimawandels

Die biologische Vielfalt spielt eine wichtige Rolle bei der Klimaregulierung und Kohlenstoffsequestrierung (Daba und Dejene 2018). Eine Literaturschau von Daba und Dejene (2018) ergab, dass die biologische Vielfalt eine große Rolle bei der Kohlenstoffbindung und der Minderung von Treibhausgasen spielt. Die Sequestrierung und Speicherung von Kohlenstoff ist eine der vielen Ökosystemleistungen, die von der Biodiversität unterstützt werden. Die Fähigkeit zur Anpassung an den Klimawandel hängt in hohem Maße von der Artenvielfalt ab, während die Artenvielfalt die Wirksamkeit der oberirdischen Sequestrierung erhöht (Daba und Dejene 2018). Die Vegetation und gut bewirtschaftete Böden können der Atmosphäre Kohlenstoff entziehen (Daba und Dejene 2018). Natürliche Ökosysteme sind im Allgemeinen sowohl reich an biologischer Vielfalt als auch an Kohlenstoff. Der Schutz eines der beiden Elemente kann letztlich zum Schutz beider führen (Campbell et al. 2008).

3 Beispiele

Bei der **silvoarablen Agroforstwirtschaft**⁵ handelt es sich um ein System, in dem mehrjährige Gehölze wie Bäume oder Hecken und landwirtschaftliche, in der Regel einjährige Kulturen auf

⁴ Diese Studie fasst andere Meta-Analysen zusammen; die 24%ige Verbesserung bezieht sich auf die Nicht-Intervention, wie sie in jeder Studie definiert ist.

⁵ Siehe Factsheets über silvoarable Agroforstwirtschaft und silvopastorale Agroforstwirtschaft unter www.umweltbundesamt.de/publikationen/Role-of-soils-in-climate-change-mitigation.

derselben Anbaufläche angebaut werden. Die Förderung von Baumstrukturen auf Ackerflächen wie in Agroforstsystemen bedeutet, dass biodiversitätsfreundliche Landschaften unterstützt werden, indem ein großflächiges Mosaik natürlicherer Lebensräume geschaffen wird (Tschardt et al. 2021). Einer Studie von Beillouin et al. (2021) zufolge hat die Agroforstwirtschaft das größte Potenzial zur Steigerung der Biodiversität mit einem Zuwachs von rund 61 % im Vergleich zu anderen betrachteten Bewirtschaftungsmethoden⁶.

Fruchtfolge⁷ bedeutet, dass auf ein und derselben Fläche verschiedene Kulturen in zeitlicher Abfolge angebaut werden, im Gegensatz zu Monokulturen, in denen fortwährend die gleiche Kultur angebaut wird (Sommer 2001). Die Diversifizierung der Fruchtfolge verbessert auch die Agrobiodiversität auf betrieblicher und landschaftlicher Ebene in Raum und Zeit und vergrößert die Lebensraumnischen für die biologische Vielfalt von Wildtieren. Nach Beillouin et al. (2021) hat die Fruchtfolge das zweithöchste Potenzial zur Verbesserung der Biodiversität mit einer Zunahme von 37 %⁶.

Kritische externe Einträge⁸ umfassen die Ausbringung von organischen Nährstoffen aus pflanzlicher Biomasse und organischen Abfallstoffen (pflanzliche und tierische Abfälle) von außerhalb des landwirtschaftlichen Betriebs zum Zwecke der Bodenverbesserung. Dies kann sich je nach Ausbringungsmenge und spezifischem Kontext positiv oder negativ auf die Biodiversität auswirken, wobei weitere Untersuchungen erforderlich sind.

4 Relevanz für die EU

Eine Reihe von EU-Strategien mit direktem Bezug zur biologischen Vielfalt erkennt die Auswirkungen der Biodiversität auf den Klimaschutz an. Dazu gehören die **EU-Biodiversitätsstrategie für 2030**, deren Ziel es ist, den Einsatz und das Risiko von Pestiziden um 50 % zu reduzieren und die Zahl der Landschaftselemente mit hoher biologischer Vielfalt bis 2030 um 10 % zu erhöhen, sowie die **Gemeinsame Agrarpolitik (GAP)**, die eine Reihe von Maßnahmen vorsieht, die auf die Biodiversität und den Klimaschutz auf landwirtschaftlichen Flächen abzielen, einschließlich der Cross-Compliance-Verpflichtungen (Standards für einen guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand, GLÖZ). Zusätzliche GAP-Maßnahmen (wie Ökoregelungen oder Agrarumweltmaßnahmen) werden von den Mitgliedstaaten festgelegt und haben das Potenzial, gleichzeitig die Biodiversität zu verbessern und zum Klimaschutz beizutragen.

Einige freiwillige Kohlenstoffmärkte, die in der EU tätig sind, erkennen auch die Verbindung zwischen Klimaschutz und Verbesserung der Biodiversität an, wie z. B. MoorFutures⁹, das eine Methode zur Wiedervernässung von Mooren im Gegenzug für Minderungszertifikate entwickelt hat, die auch die Verbesserung der biologischen Vielfalt überwacht.

Die Finanzierung von klimafreundlichen Bodenbewirtschaftungspraktiken kann die biologische Vielfalt fördern oder verringern, was sowohl ein Risiko als auch eine Chance für Finanzierungsmechanismen darstellt. Bestehende Mechanismen verfügen über unterschiedliche Methoden zur Quantifizierung und zur Handhabung weitergehender Nachhaltigkeitsauswirkungen (siehe nächster Abschnitt).

⁶ Die Studie untersuchte die Anbaudiversifizierungspraktiken Deckfrüchte, Fruchtfolge, Zwischenfruchtanbau, Agroforstwirtschaft und Sortenmischungen.

⁷ Siehe Factsheet zur Fruchtfolge, verfügbar unter www.umweltbundesamt.de/publikationen/Role-of-soils-in-climate-change-mitigation.

⁸ Siehe Factsheet zu kritischen externen Inputs, verfügbar unter www.umweltbundesamt.de/publikationen/Role-of-soils-in-climate-change-mitigation.

⁹ Siehe <https://www.moorfutures.de/>.

5 Umgang mit Herausforderungen

Schutzmaßnahmen für die Biodiversität sind von entscheidender Bedeutung, um sicherzustellen, dass die Finanzierung von klimafreundlichen Bodenbewirtschaftungsmethoden keine negativen Auswirkungen auf die ober- und unterirdische biologische Vielfalt hat. Mögliche Schutzmaßnahmen umfassen:

- ▶ **Negativ-/Positivlisten:** Finanzierungsmechanismen für eine klimafreundliche Bodennutzung können nur solche Maßnahmen zulassen, die ein geringes Risiko der Beeinträchtigung oder eine hohe Chance der Verbesserung der Biodiversität haben.
- ▶ **Quantitative oder qualitative Überwachung der Biodiversität:** Die Überwachung der Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und die anschließende Kommunikation dieser Informationen, z. B. in Kompensationszertifikaten, kann Anreize schaffen, neben Emissionsminderungen auch auf die Verbesserung der biologischen Vielfalt abzielen.
- ▶ **Standards zur Vermeidung signifikanter Schäden** können sicherstellen, dass die biologische Vielfalt nicht durch Minderungsmaßnahmen beeinträchtigt wird.

Konsultation von Interessengruppen: Die Einbeziehung von Interessengruppen in die Entwicklung von Methoden und Projekten sowie in die Umsetzung und Überwachung kann zum Schutz der Biodiversität beitragen.

6 Literatur

Anderson, C. (2018): Biodiversity monitoring, earth observations and the ecology of scale. In: *Ecology Letters* 21, p 1572-1585. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1111/ele.13106>.

Beillouin, D.; Ben-Ari, T., Malézieux, T.; Seufert, V.; and Makowski, D. (2021): Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. In: *Global Change Biology*, 27, p. 4697– 4710. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1111/gcb.15747>.

Campbell A.; Chenery, A.; Coad, L.; Kapos, V.; Kershaw, F.; Scharlemann, J.; Dickson, B. (2008): The linkages between biodiversity and climate change mitigation. A review of the recent scientific literature. UNEP World Conservation Monitoring Centre.

Decaëns, T.; Jiménez, B.; Gioia, C.; Measey, J.; Lavelle, P. (2006): The values of soil animals for conservation biology. In: *European Journal of Soil Biology*, 42, p. 23-38. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.07.001>.

Daba, M. and Dejene, S. (2018): The Role of Biodiversity and Ecosystem Services in Carbon Sequestration and its Implication for Climate Change Mitigation. In: *Int J Environ Sci Nat Res.* 11(2): 555810. Verfügbar unter DOI: 10.19080/IJESNR.2018.11.555810.

de Graaff, M. A.; Hornslein, N.; Throop, H.L.; Kardol, P.; van Diepen, L.T.A. (2019): Chapter One - Effects of agricultural intensification on soil biodiversity and implications for ecosystem functioning: A meta-analysis. Donald L. Sparks (ed.), *Advances in Agronomy*, Academic Press, 155, 1-44. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.01.001>.

Havlicek, E. and Mitchell, E. (2014): Soils Supporting Biodiversity. In: Dighton, J., Krumins, J. (eds.) *Interactions in Soil: Promoting Plant Growth. Biodiversity, Community and Ecosystems*, vol 1. Springer, Dordrecht. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-94-017-8890-8_2.

IPBES (2019): Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Edited by: Brondizio, E. S. ; Settele, J.; Díaz, S.; Ngo, H. T. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. Online verfügbar unter: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>, last accessed 05.07.2022.

Köninger, J.; Lugato, E.; Panagos, P.; Kochupillai, M.; Orgiazzi, A.; Briones, M. (2021): Manure management and soil biodiversity: Towards more sustainable food systems in the EU. In: *Agricultural System*, 194. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103251>.

Thiele-Bruhn, S.; Bloem, J.; de Vries, F.T.; Kalbitz, K.; Wagg, C. (2012): Linking soil biodiversity and agricultural soil management. In: *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4 (5), 523-528. Online verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.06.004>, letzter Zugriff 05.07.2022.

Tscharntke, T.; Grass, I.; Wanger, T.; Westphal, C.; Batáry, P. (2021): Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes. In: *Trends in Ecology & Evolution*, 36(10), 919–930. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.06.010>.

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de
 [/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)
 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Autorenschaft, Institution

Aaron Scheid, Hugh McDonald, Ecologic
Institut
Anne Siemons, Judith Reise, Öko-Institut

Stand: Juni 2022