

# 10

## Must-Knows aus der Biodiversitätsforschung **2024**



**1** Klima- und Biodiversitätsschutz gemeinsam verwirklichen **6**

Unentdeckte Artenvielfalt beachten **14**

**3**

**5**

Vielfältige Nutzung von Waldökosystemen und Biodiversitätsschutz in Einklang bringen **22**

**2** Ein gesundes Leben auf einem gesunden Planeten ermöglichen **10**

**4** Sprachliche, kulturelle und biologische Vielfalt verknüpfen **18**

4 Vorwort **6-45 10MustKnows24**  
 46 Danksagung und Ausblick 47 Übersichtsgrafik  
 48 Projektleitung und Partner 49 Leitautorinnen und Leitautoren  
 50 Weitere Autorinnen und Autoren 52 Gutachterinnen und Gutachter  
 55 Beteiligte Einrichtungen 56 Glossar 62 Gesetze, Richtlinien, Strategien,  
 Kommissionen, Institutionen 64 Referenzen 71 Impressum

**6** Agrar- und Ernährungssysteme transformieren **26**

**8** Transformativen Wandel durch internationale Zusammenarbeit und Bildung für nachhaltige Entwicklung bewirken **34**

**7** Land und Ressourcen schützen **30**

**9** Freien Zugang und offene Nutzung von biodiversitätsbezogenen Daten sicherstellen **38**

**10** Auswirkungen des Lebensmittelkonsums auf die Biodiversität verringern **42**

# Die Menschen in Deutschland halten einen gesellschaftlichen Wandel zu Nachhaltigkeit und Naturverträglichkeit mehrheitlich für notwendig, und viele würden ihn aktiv unterstützen<sup>1</sup>.

Wir leben über unsere Verhältnisse. Drei Erden bräuchten wir, wenn die gesamte Menschheit so leben würde, wie die Europäer\*innen<sup>2</sup>.

Tief greifen wir in die Netzwerke des Lebens ein und durchbrechen bereits jetzt *planetare Grenzen* – das trifft auch und ganz besonders die Biodiversität<sup>3</sup>.

## Wir können das ändern.

Das *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF)* vom Dezember 2022, das völkerrechtlich bindend ist, legt 23 klare Ziele zum Schutz der Biodiversität fest. Diese sollen bis 2030 erreicht werden. Erstmals haben sich die 196 Vertragsstaaten des *Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD)* der Vereinten Nationen auf konkrete Wege verständigt, um diese Ziele zu erreichen, ihre Einhaltung zu kontrollieren und dafür nötige Prozesse zu finanzieren. Denn entscheidend für den Erhalt der Biodiversität – der Grundlage menschlichen Lebens<sup>4,5</sup> – ist es, diese Ziele in den kommenden sechs Jahren umzusetzen.

Dafür bedarf es einer verstärkten Zusammenarbeit auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene – zwischen unterschiedlichen Politikbereichen, der Zivilgesellschaft und der Wirtschaft, und auch zwischen unterschiedlichen Wissenskulturen<sup>4</sup>. Diese Zusammenarbeit muss auf das Ziel ausgerichtet sein, die Gesundheit des Planeten und seiner Lebewesen zu bewahren und allen Menschen ein

gutes Leben zu ermöglichen<sup>6,7</sup>.

Die Autor\*innen der *10 Must-Knows aus der Biodiversitätsforschung 2024 (10MustKnows24)* möchten zum Ziel einer ökologischen und sozial gerechten Transformation beitragen. Aufbauend auf den wissenschaftlichen Erkenntnissen der *10MustKnows22* haben sie die Texte aktualisiert und um neue relevante Erkenntnisse der zehn Schlüsselbereiche ergänzt. Die Erkenntnisse wie auch daraus abgeleiteten Empfehlungen sollen die Umsetzung der 23 globalen Ziele des GBF in die *Nationale Biodiversitätsstrategie 2030 (NBS2030)* Deutschlands voranbringen sowie die Ziele der *EU-Biodiversitätsstrategie 2030* und die *globalen Nachhaltigkeitsziele (SDGs)* unterstützen.

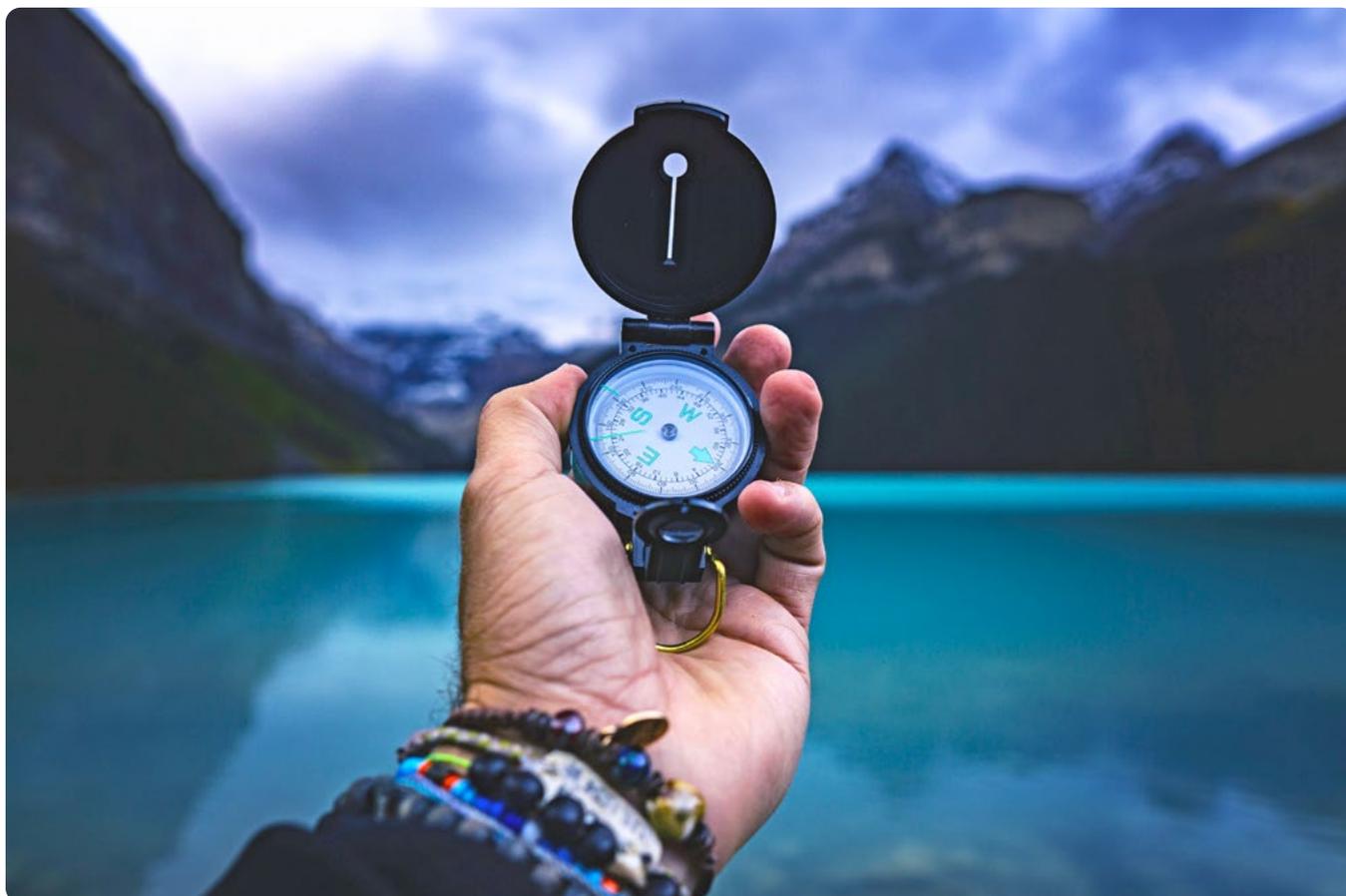
Es gibt wissenschaftlich keine begründeten Hindernisse, die Biodiversität in ihrer Schönheit und Vielfalt zu schützen. Widerstände sind kultureller, sozialer, struktureller und politischer Natur. Gemeinsam handelnd können wir sie in den kommenden sechs Jahren auflösen – dafür müssen wir jetzt anpacken. Es ist höchste Zeit.

Vor fünf Jahren (2019) hatte der Weltbiodiversitätsrat (IPBES) in seinem wissenschaftlichen Bericht geschätzt, dass weltweit etwa eine von acht Millionen Arten vom Aussterben bedroht sind<sup>4</sup>. Eine aktuelle Studie, die auf Daten der *Roten Liste der IUCN* basiert, deutet darauf hin, dass sogar doppelt so viele Arten (zwei Millionen) bedroht

sein könnten<sup>8</sup>. In Europa könnte ein Fünftel der untersuchten Arten vom Aussterben bedroht sein, wobei Pflanzen (27 Prozent) und Wirbellose (24 Prozent) stärker betroffen seien als Wirbeltiere (18 Prozent)<sup>8</sup>.

Klimawandel und Biodiversitätskrise betreffen uns alle. Doch global gesehen werden Arme, Kinder und Frauen von den Folgen stärker getroffen. Laut *UN Women* sei etwa Kinderheirat in trockenen Gebieten und in Gegenden mit häufigen Dürreperioden verbreiteter – ein Weg für Familien, mit sinkenden landwirtschaftlichen Erträgen und höheren Lebensmittelpreisen umzugehen<sup>9</sup>. Auch in Deutschland treffen ökologische, kulturelle und soziale Krisen die schwächsten Mitglieder der Gesellschaft am stärksten.

Um diesen Krisen vorzubeugen, bedarf es global wie national einer transformativen Neuausrichtung, die ökologisch nachhaltig und sozial gerecht sein muss. Das belegen zahlreiche wissenschaftliche Veröffentlichungen<sup>10</sup>. Im *Faktencheck Artenvielfalt 2024 der BMBF-Forschungsinitiative zum Erhalt der Artenvielfalt (FEa)* – wissenschaftliche Kooperationspartnerin der *10MustKnows24* – wird etwa die Notwendigkeit der ökologischen Neuausrichtung durch eine umfassende Bestandsaufnahme der Biodiversität und deren Änderung in Deutschland unterstrichen. Die Menschen in Deutschland, das zeigt die aktuelle Naturbewusstseinsstudie, halten mehrheitlich (86 Prozent)



einen gesellschaftlichen Wandel für notwendig, und viele würden ihn aktiv unterstützen<sup>1</sup>. Aktuelle soziologische Erkenntnisse verweisen darauf, dass bei einem Teil der Gesellschaft zwar eine Veränderungserschöpfung zu verzeichnen ist, eine gesplante Gesellschaft lässt sich bei existenziellen Fragen wie etwa dem Klimawandel jedoch nicht erkennen<sup>11</sup>.

Der sozial-ökologische Wandel braucht intensive Debatten zwischen Multiplikator\*innen und Engagierten aus Politik, Wissenschaft, Wirtschaft, Medien und Zivilgesellschaft, um gemeinsame Lösungswege auszuloten und im Miteinander die Chance der Veränderung zu ergreifen und zum Wohle aller zu erwirken. Der notwendige Wandel bedarf einer

lebendigen Demokratie, in der breit diskutiert und die gemeinsamen Ziele in einem Fortschrittsbündnis vorangetrieben werden.

Die Autor\*innen tragen mit den 10MustKnow24 zu diesem Diskurs bei. Sie alle freuen sich darauf, zu lösungsorientierten (Streit-)Gesprächen eingeladen zu werden – bitte fordern Sie uns heraus!

*Es gibt wissenschaftlich keine begründeten Hindernisse, die Biodiversität in ihrer Schönheit und Vielfalt zu schützen. Es bleiben nur noch sechs Jahre, um die Biodiversitätsziele bis 2030 zu erreichen. Dafür müssen wir jetzt gemeinsam anpacken.*

# 1 Klima- und Biodiversitätsschutz gemeinsam verwirklichen

- 1** Um die Doppelkrise Biodiversitätsverlust und Klimawandel wirksam zu bewältigen, können Zielkonflikte zwischen Biodiversitäts- und Klimaschutz minimiert werden, wenn Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität den Ausgangspunkt bilden.
- 2** Unter den terrestrischen Ökosystemen sind Moore hervorragend geeignet, Biodiversitäts- und Klimaschutz zu vereinen. Viele der derzeit entwässerten, landwirtschaftlich genutzten Moore in Deutschland können wiedervernässt werden und gleichzeitig eine nachhaltige Landwirtschaft (*Paludikultur*) ermöglichen. Während die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Wiedervernässung abnehmen und Moore langfristig wieder CO<sub>2</sub> speichern, stellen sich die natürlichen Methanemissionen wieder ein. Die Wiederherstellung der Artenvielfalt in den Mooren kann jedoch mehrere Jahrzehnte dauern. Sie erfordert daher eine kontinuierliche und nachhaltige Landnutzung.
- 3** Meeresschutzgebiete sind für den Biodiversitätsschutz und die Kohlenstoffspeicherung von zentraler Bedeutung, aktuell sind jedoch zu viele Nutzungen in den Gebieten erlaubt. Werden zerstörerische Nutzungen ausgeschlossen (z. B. Grundschieppnetzfisherei), erhöht das die Wirkung der Meeresschutzgebiete. Bei der Wiederanpflanzung von Seegras, einer marinen Renaturierungsmaßnahme, erholt sich die biologische Vielfalt schneller als die Kohlenstoffspeicherung, wenn sie mit Schutz und Erhalt kombiniert wird.
- 4** Energiepflanzen und Biomasse aus Wäldern sollten angesichts effizienterer erneuerbarer Energiequellen wie Sonne und Wind vorrangig für langlebige Materialien und nicht als Energiequelle genutzt werden (z. B. Bioenergie mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Speicherung (*BECCS*)). Das EU-Ziel für die Bioenergieerzeugung birgt, sofern es umgesetzt wird, das Risiko, dass weitere Konflikte in der Landnutzung entstehen und Biodiversitätsverluste außerhalb der EU entstehen (>*MustKnows*6, 7, 10).
- 5** *Biodiversitäts-Offsets* sind nur dann wirksam, wenn eine gute Governance, Überwachung und Durchsetzung gewährleistet ist, sodass die Biodiversität an anderer Stelle wirksam geschützt wird. Wenn Genehmigungsverfahren beschleunigt werden sollen, wie in der aktuellen Beschleunigungsgesetzgebung in Deutschland vorgesehen (>*MustKnow*7), ist es entscheidend, die Grundprinzipien der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung beizubehalten: Vorrang hat ein Ausgleich oder Ersatz, eine Zahlung sollte nur bei unvermeidbaren und nicht kompensierbaren Maßnahmen in Betracht kommen.

Zahlreiche Maßnahmen zum Erhalt der Biodiversität schwächen den Klimawandel ab und fördern Anpassungen an den Klimawandel, während wesentlich weniger Maßnahmen zum Schutz des Klimas auch vorteilhaft für die Biodiversität sind.

In *MustKnow*1 von 2022 haben wir uns mit den Gründen für die Zwillingenkrise von Biodiversitätsverlust und Klimawandel befasst. Diesmal diskutieren wir die Vorteile, die biodi-

versitätszentrierte Lösungsansätze gegenüber klimazentrierten haben.

Biologisch vielfältige Landschaften und Meeresgebiete erhalten oder verbessern häufig die Speicherfähig-

keit für Kohlenstoff in Ökosystemen, während sie gleichzeitig die Widerstandsfähigkeit der Ökosysteme erhöhen und einen natürlichen Schutz gegen Klimarisiken (z. B. Dürren,

# 3

Die Erholung von Seegräsern dauert eine Vegetationsperiode (3 Monate), die Wiederherstellung der Faunengemeinschaft in der Ostsee dauert zwei Vegetationsperioden (15 Monate)<sup>11</sup>.

# -400 Mio

Das Kohlenstoffhandelsdefizit der EU beträgt etwa 400 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e pro Jahr. Wenn jeder EU-Bürger 17% weniger Fleisch und Milch konsumieren würde, könnten bis zu 30% der Anbauflächen für den Schutz der Biodiversität und des Klimas genutzt werden<sup>15</sup>

# 30 ha

Mit einer Reduzierung der neu versiegelten Flächen für Verkehr und Siedlungen auf < 30 ha pro Tag kann die Flächenfragmentierung in der EU erheblich verringert werden.

Überschwemmungen) bieten. Der Schutz natürlicher und vielfältiger Wälder vor Zerstörung und Degradierung ist eine Win-Win-Situation: 0,4 bis 5,8 Gigatonnen (Gt) CO<sub>2</sub>e können weltweit pro Jahr eingespart werden, während die biologische Vielfalt der Vegetation und Böden erhalten bleibt<sup>1</sup>. Die Wiederherstellung von Wäldern, wo sie einst vorkamen, bringt weltweit weitere 1,5 bis 10,1 Gt CO<sub>2</sub>e Einsparungen pro Jahr (>Must-Know5)<sup>1</sup>. Im Gegensatz dazu kann der ausschließliche Fokus auf CO<sub>2</sub>-wirksame Maßnahmen, wie der Anbau von Bioenergiepflanzen auf großen Flächen oder das Aufforsten durch Monokulturen, negative Auswirkungen auf die Biodiversität haben und sollte vermieden werden<sup>1</sup>. Technische Maßnahmen für erneuerbare Energien (z. B. Wasserkraft, Photovoltaik) sollten so gestaltet sein, dass Biodiversitätsverluste vermieden werden<sup>1</sup> (GBF-Ziele 8, 11; SDG 7).

Während wir weltweit gesunde Moore (Torfgebiete) schützen und wiederherstellen sollten, um das Klima und den Wasserkreislauf zu schützen, vernichten wir sie immer noch mit alarmierender Geschwin-

digkeit (500.000 ha jährlich<sup>2</sup>). Umgekehrt würde die Wiederherstellung von Mooren weltweit die Kohlenstoffaufnahme von 0,15 bis 0,81 Gt CO<sub>2</sub>e pro Jahr bis 2050 verbessern (GBF-Ziel 2)<sup>1</sup>. Während die CO<sub>2</sub>-Emissionen im gemäßigten Europa nach der Wiedervernässung sehr schnell auf das natürliche Niveau zurückgehen, erholt sich die zugehörige Biodiversität erst nach Jahrzehnten und erreicht ihr natürliches Niveau vielleicht nicht mehr<sup>3</sup>. Mit der Wiederherstellung stellen sich zwar die natürlichen Methanemissionen wieder ein, aber die vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen überwiegen und ermöglichen lang anhaltende positive Klimaschutzeffekte<sup>4</sup>. Die Wiedervernässung aller entwässerten Moorgebiete, d. h. 7 Prozent der landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland, würde die Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft um bis zu 40 Prozent verringern<sup>5-7</sup>. Im Rahmen der Paludikultur halten nasse Moore das Wasser in der Region, zum Wohl der Biodiversität und des regionalen Klimas.

Der Schutz und das Wiederherstellen mariner Kohlenstoff-

speicher (blaue Kohlenstoffspeicher: z. B. Seegraswiesen, Salzwiesen, Kelpwälder, Mangroven)<sup>8</sup> kommen der Biodiversität der Meere und der Nahrungsmittelversorgung zugute. Ungestörte Meeressedimente stellen den größten langfristigen organischen Kohlenstoffspeicher dar<sup>9</sup> und sind reich an biologischer Vielfalt, sie werden aber durch die Grundschleppnetzfisherei<sup>10</sup>, Infrastrukturprojekte in Küstengebieten und Stoffeinträge aus Flüssen gefährdet. Marine Lebensräume lassen sich nur mit wirksamen Schutzmaßnahmen erfolgreich wiederherstellen. Beim Aufforsten mit Seegras wird die Artenvielfalt lokal viel schneller wiederhergestellt als die unterirdische Biomasse<sup>11</sup>. Die Gestaltung und Durchsetzung von Meeresschutzgebieten ist derzeit unzureichend, um die Schutzziele zu erreichen<sup>12</sup>. Auch wenn Meeresschutzgebiete 29 Prozent der EU-Hoheitsgewässer abdecken, stehen die meisten Gebiete stark unter dem Druck der industriellen Fischerei, der sogar den von nicht geschützten Gebieten übersteigt<sup>13</sup>. Um die GBF-Ziele 3, 8 und 10 für die Meeresgebiete zu erreichen,

Die Wiedervernässung aller entwässerten Moorgebiete, d. h. 7 Prozent der landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland, würde die Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft um bis zu 40 Prozent verringern.

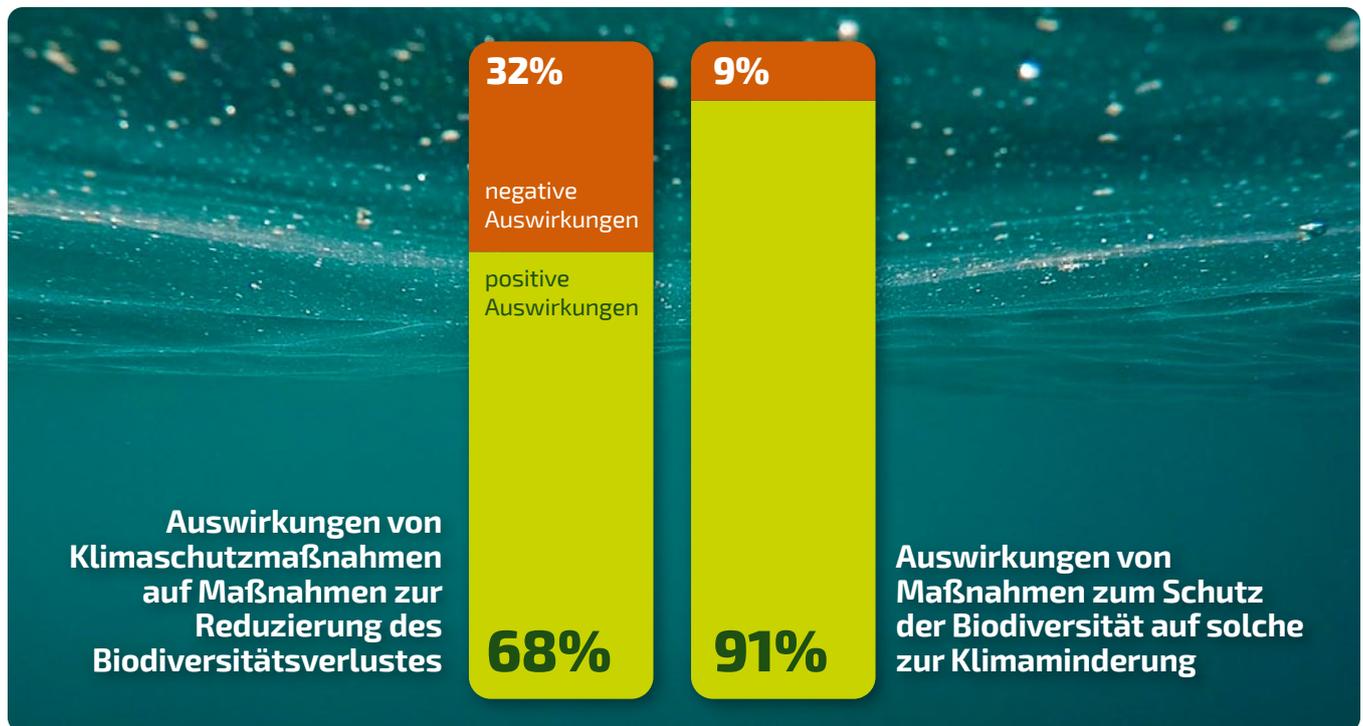
müssen enorme Fortschritte bei der Gesetzgebung und der praktischen Umsetzung erzielt und Kompromisse mit allen Interessengruppen im Rahmen eines ganzheitlichen Ansatzes gefunden werden<sup>14</sup>.

Die Einfuhr von Waren aus Ländern mit biologisch vielfältigen und kohlenstoffreichen Ökosystemen in die EU hat zu einem Handelsdefizit in Bezug auf Biodiversität und Kohlenstoff geführt. Der Plan der EU, 22 Millionen Hektar für die Produktion von Bioenergie zu nutzen, externalisiert CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Biodiversitätsverlust (>MustKnow10) und erhöht den Druck auf Land und Meer, anstatt ihn zu verringern (>MustKnow6; GBF-Ziel 10)<sup>15</sup>. Da es effiziente alternative Energiequellen aus Windkraft und Sonnenenergie gibt und Biomasse vordringlich für *biobasierte Materialien* verwendet werden sollte<sup>1</sup>, wird davon abgeraten, den Anbau von Bioenergiepflanzen auszuweiten.

Land- und Meeresflächen sind knappe Ressourcen, d. h. neue Umwandlungen sollten auf die wichtigsten Nutzungen im Transformationsprozess beschränkt werden (>MustKnow7; GBF-Ziel 1; SDG 11), und es sind quantifizierbare Ziele zur Reduzierung neu versiegelter Flächen für Verkehr und Siedlungen (z. B. < 30 ha pro Tag und Netto-null bis 2050<sup>16</sup>) erforderlich. Ausgleichszahlungen sind nur dann wirksam, wenn sie durch eine gute Governance überwacht und kontrolliert<sup>17</sup> und in der nationalen Gesetzgebung sowie den nationalen Biodiversitätsstrategien verbindlich geregelt werden. Gewinne in einem Handlungsbereich (Klima oder Biodiversität) können Verluste in anderen Bereichen nicht ersetzen, unbeabsichtigte Substitutionen (z. B. Ausgleich von Meeresnutzungen an Land<sup>14,18</sup>) müssen vermieden werden<sup>1,19</sup>.

### Hintergrund

Das Aufforsten von Flächen, die seit Jahrtausenden nicht bewaldet waren (eine Maßnahme zur Vergrößerung der natürlichen Kohlenstoffspeicher), birgt das Risiko von weiterem Biodiversitätsverlust. Dagegen sind natürliches oder extensiv genutztes Grünland in Kulturlandschaften vielfältige Ökosysteme mit einem großen Kohlenstoffspeicher in Grünlandböden<sup>1</sup>. Wenn alle ehemals entwässerten Torfgebiete sofort wiedervernässt werden könnten, würde der biophysikalische Erwärmungseffekt der Methan-, CO<sub>2</sub>- und Lachgas-Emissionen Mitte des Jahrhunderts seinen Höhepunkt erreichen und sich bei anhaltendem Klimawandel in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts auf einem niedrigen Niveau stabilisieren<sup>4</sup>. Eine zu späte Wiedervernässung oder die Wiedervernässung nur einer Hälfte der entwässerten Torfgebiete bedeutet, dass die Erwärmung länger anhalten



Klimamaßnahmen sind auf den Schutz der Ökosysteme, Ernährung und Energie konzentriert, Biodiversitätsmaßnahmen auf den Schutz, die Renaturierung, das nachhaltige Management und die Transformation. Untersucht man die Effekte der Klimamaßnahmen auf die Auswirkungen, den Biodiversitätsverlust zu reduzieren, haben 25 der 78 diskutierten Maßnahmen (32%) negative Effekte (Balken links). Untersucht man die Effekte der Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität auf solche zur Klimaanpassung, dann haben nur 7 der 74 (9%) Maßnahmen negative Effekte (Balken rechts; Daten basierend auf Referenz 1).

wird und die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus den sich weiter zersetzenden entwässerten Torfgebieten voranschreiten<sup>4</sup>.

Angesichts der anhaltenden Verschmutzung durch terrestrische Quellen, der Erwärmung der Ozeane (durch Aufnahme von Wärme aus der Atmosphäre, die zu Hitzewellen im Meer und so zu Sauerstoffmangel führt) und der Aufnahme von 29 Prozent des vom Menschen verursachten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes<sup>20</sup>, muss die Wirksamkeit von Meeresschutzgebieten dringend gesteigert werden<sup>20</sup>.

**Naturbasierte Lösungen** für Meere, wie z. B. die Wiederbepflanzung mit Seegras, sind eine notwendige Grundlage für die Lösung der Zwillingskrise und gewährleisten, dass diese gerecht, ausgewogen und nachhaltig ist<sup>21</sup>.

Durch Photovoltaik-Anlagen auf den Dächern bestehender Gebäude oder durch kombinierte **Agri-Photovoltaik-Anlagen** mit Weidetierhaltung<sup>1</sup> kann der Druck auf die Landökosysteme verringert werden (*SDGs 2, 7 und 12*).

Wo der Verlust von Land- und Meeresflächen nicht vermieden werden kann, sollten Ausgleichsflächen genau überwacht und kontrolliert werden<sup>6</sup>, um sicherzustellen, dass die Biodiversität im Lauf der Zeit zunimmt und mit klaren Erhaltungszielen verbunden ist, um weitere Verluste zu vermeiden<sup>22</sup>. Der Ausgleich sollte einen ähnlichen ökologischen Wert und eine ähnliche biologische Vielfalt aufweisen<sup>23</sup>, um effektiv zum *GBF-Ziel 19(d)* beizutragen (*>Must-Know7*).

## Empfehlungen für die Politik

- 1.** Das Zeitfenster, um die Zwillingskrise zu bewältigen, ist eng, und die verfügbaren Ressourcen sind begrenzt. Daher ist das Festlegen von Gebieten und Ökosystemen (insbesondere Seegraswiesen, Feuchtgebiete und Wälder), die sowohl als Rückzugsgebiete, *Hotspots der Biodiversität* und Kohlenstoffsinken dienen und im Klimawandel relativ stabil bleiben, zentral. Daher empfehlen wir, naturbasierte Maßnahmen in diesen Gebieten über politische Programme wie das deutsche *Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK)* und das *EU-Gesetz zur Wiederherstellung der Natur* zu priorisieren und deren kontinuierliche Finanzierung sicherzustellen.
- 2.** Die Wiedervernässung von Mooren hat eindeutige Vorteile für das Klima, den Wasserkreislauf und die Biodiversität und vermeidet CO<sub>2</sub>-Emissionen. Es gilt daher, Anreize für neue Wertschöpfungsketten aus feuchten Mooren zu schaffen und die Umsetzung gemeinsam mit allen am Übergangsprozess beteiligten Akteuren zu gestalten. Um den Wandel zu erleichtern, empfehlen wir, im *Bundesnaturschutzgesetz* klare Ziele für die Wiedervernässung festzulegen und mit angemessenen Finanzmitteln auszustatten.
- 3.** Damit Meeresschutzgebiete ihre Schutzziele für die marine Biodiversität und ihre Funktion als blaue Kohlenstoffsinke erreichen können, bedarf es verbindlicher Regelungen, die beständig überwacht und kontrolliert werden. Es gilt, quantifizierbare Ziele im jeweiligen Handlungsfeld der *Nationalen Biodiversitätsstrategie 2030 (NBS2030)* sowie in Programmen wie dem ANK weiter zu konkretisieren.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

- 1.** Der Erhalt der Biodiversität unterstützt die Widerstandsfähigkeit und Anpassung von Ökosystemen und damit den Klimaschutz. Bedenken, die im Rahmen der Transformation zum Schutz, zur Wiederherstellung und zur nachhaltigen Nutzung von Landschaften sowie Meeres- und Feuchtgebieten aufkommen, müssen ernst genommen und Lösungen mit allen gesellschaftlichen Akteuren erarbeitet werden (*>MustKnow8*). Nutzen Sie dafür auch bestehende Informationskanäle wie [www.undekade-restoration.de](http://www.undekade-restoration.de)
- 2.** Die Energieeffizienz muss konsequent verbessert und der gesellschaftliche Dialog dazu intensiv fortgesetzt werden, um die Ziele für einen biodiversitätsfreundlichen Ausbau der Solar- und Windenergie zu erreichen und so den Druck auf Landökosysteme und ihre Biodiversität zu verringern (*>MustKnow7*).
- 3.** Es ist wichtig, das Bewusstsein weiter zu schärfen, dass Land- und Meeresflächen eine knappe Ressource sind. Die Fragmentierung der Landschaft und die Neuversiegelung von Flächen für Verkehr und Siedlungen müssen reduziert werden.

# 2 Ein gesundes Leben auf einem gesunden Planeten ermöglichen

- 1** Der Biodiversitätsverlust wirkt sich negativ auf die menschliche Gesundheit aus. Dieser Zusammenhang ist eindeutig und seit langem bekannt<sup>1,2</sup>. Es ist unbedingt notwendig, im Bereich Biodiversitätsschutz und Gesundheit *multilateral* und sektorübergreifend zusammenzuarbeiten. Diese Zusammenarbeit wird insbesondere in Verbindung mit dem Klimawandel und dem sozialen Wohlergehen (>MustKnow1) immer wichtiger. Sie wird in zahlreichen Zielen des *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF)* aufgegriffen, die als Instrument der Gesundheitspolitik angesehen werden können. Die effektive Umsetzung der Ziele des GBF erfordert, dass Umwelt- und Gesundheitssektor und andere verwandte Sektoren zusammenarbeiten.
- 2** Die Bedeutung der Biodiversität für die Dynamik *vektorübertragener Krankheiten* und der Eindämmung ihrer Ausbreitung wird im öffentlichen und politischen Diskurs immer noch weitgehend ignoriert. Es besteht ein begrenztes öffentliches Bewusstsein für die Zusammenhänge<sup>3</sup>, und es gibt zu wenig Anreize für die Entwicklung integrierter politischer Maßnahmen, Leitlinien für Entscheidungsträger\*innen, wie Zusammenhänge erkannt und angegangen werden können, und Strukturen, die die sektorübergreifende Zusammenarbeit erleichtern (>MustKnows3, 7, 8).
- 3** Das *One-Health-Konzept*, das die Gesundheit des Menschen, anderer lebender Organismen und der Ökosysteme umfassend integriert, hat sich auf globaler Ebene als einer der wichtigsten Ansätze zum Verständnis und zur Verhütung menschlicher Gesundheitsrisiken etabliert. Der Schutz der Biodiversität kann eine wichtige Rolle darin spielen, das Risiko von *Zoonosen* zu verringern und die Ausbreitung von Krankheiten bereits am Ursprung zu unterbinden – Biodiversitätsschutz trägt damit zur Pandemieprävention bei<sup>4,5</sup>. Die Möglichkeiten zur Umsetzung des One-Health-Ansatzes müssen in Forschung, Politik und Praxis vorrangig behandelt werden, wie z. B. *Quadripartite One Health Alliance*. Dies ermöglicht auch eine Kosteneffizienz (>MustKnows1, 3–5, 7, 10)<sup>6,7</sup>.
- 4** *Naturbasierte Lösungen* für gesundheitliche Probleme, insbesondere in städtischen Umgebungen (wie z. B. in Kanada erprobt), könnten eine wichtige Rolle bei präventiven Strategien für die öffentliche Gesundheit spielen und sollten weiter untersucht werden. Die Umweltausstattung in städtischen Gebieten sollte einen gleichberechtigten Zugang zu Grünflächen und Gewässern ermöglichen, damit alle Menschen ihre regelmäßige Dosis an Natur erhalten. Gleichzeitig sollten bei der Gestaltung Krankheitsrisiken (z. B. durch Mücken) minimiert und vermieden werden (>MustKnow1, 4)<sup>8–10</sup>.
- 5** Die moderne intensive Lebensmittelproduktion kann sich durch Umweltverschmutzung, Beschleunigung des Klimawandels und den Verlust von Biodiversität negativ auf die Gesundheit auswirken. Gleichzeitig bedroht sie die Gesundheit von Böden und Ozeanen und trägt zu einer weiteren Überschreitung mehrerer *planetarer Grenzen* bei (vgl. die Debatten über das *EU-Gesetz zur Wiederherstellung der Natur*; >MustKnows1, 3, 6, 7, 10)<sup>11–15</sup>.

In *MustKnow2* von 2022 haben wir uns mit den Zusammenhängen zwischen Biodiversität und Gesundheit im Allgemeinen befasst und uns auf ausgewählte Beispiele wie psychische Gesundheit und neu

auf tretende Infektionskrankheiten konzentriert. In diesem Update gehen wir auf Beispiele ein, die für aktuelle politische Prozesse (z. B. EU-Gesetz zur Wiederherstellung der Natur) oder jüngste Entwicklungen aufgrund

des Klimawandels oder durch Kriege von besonderer Bedeutung sind. *MustKnow2* deckt nicht das gesamte Spektrum der Zusammenhänge zwischen Biodiversität und Gesundheit ab – die Erkenntnisse sind nicht

**500** Rund 100 Bio.  
Darmbakterien von mehr als  
500 Arten halten uns gesund<sup>34</sup>.

**4%** Nutztiere  
machen mittlerweile 62%  
der Biomasse aus, Menschen  
34%, wildlebende Säugetiere  
nur 4%<sup>33</sup>. Dies verringert die  
Resilienzfunktion der Biodiver-  
sität und erhöht das Risiko  
für Zoonosen.

**20** Minuten Auf-  
enthalt im Wald tun gut, können  
Stress senken und positive  
Emotionen stärken.

Der Verlust der Biodiversität und der Klimawandel sind untrennbar miteinander verknüpft. Die Doppelkrise ist inzwischen so gravierend, dass sie einen globalen Gesundheitsnotstand darstellt: Der Verlust der Biodiversität wirkt sich vielfältig direkt und indirekt auf die Gesundheit von allem Leben auf der Erde aus und verschärft die bestehenden gesundheitlichen Ungleichheiten weltweit.

grundsätzlich neu, sondern werden durch neuere Evidenz gestärkt.

Die Gesundheit hängt von einer gut funktionierenden natürlichen Umwelt ab, wie von mehreren aktuellen Berichten beschrieben<sup>16,17</sup>. Die *Budapester Erklärung*<sup>18</sup>, die im Juli 2023 von den Ländern der Europäischen Region der Weltgesundheitsorganisation (WHO) angenommen wurde, priorisiert dringende und weitreichende Maßnahmen zur Bewältigung der gesundheitlichen Herausforderungen durch Klimawandel, Biodiversitätsverlust, *Bodendegradation* und Umweltverschmutzung (>*Must-Knows* 1, 3–7). Die Bedrohungen von Biodiversität und Gesundheit und die Notwendigkeit, diese auf integrierte Weise anzugehen, betont auch das *Globale Rahmenwerk für Chemikalien* (GFC, für einen Planeten ohne schädigende Chemikalien und Abfälle) sowie der *Zwischenstaatliche Verhandlungsausschuss* (INC, gegen Plastikverschmutzung). Er arbeitet bis Ende 2024 ein internationales, rechtsverbindliches Instrument zur Bekämpfung der Verschmutzung durch Kunststoffe (auch in der Meeresum-

welt) aus. Die Dringlichkeit wird durch die erste Krankheit verdeutlicht, die durch aufgenommenes Plastik bei Seevögeln verursacht wird (sog. Plastikose)<sup>19</sup>. Eine integrierte Governance für Biodiversität und Gesundheit ist erforderlich, um Gesundheitsvorteile zu maximieren und die versteckten Kosten des Biodiversitätsverlusts anzugehen<sup>20,21</sup>. Wenn der Biodiversitätsschutz in Strategien der öffentlichen Gesundheitsvorsorge in den One-Health-Ansatz integriert wird (und vice versa), hat er das Potenzial, wichtige Gesundheitsbedrohungen präventiv anzugehen: Der One-Health-Ansatz bietet kosteneffektive Lösungen für den gleichzeitigen Schutz der Gesundheit von Menschen, Tieren, Pflanzen und Umwelt.

Durch *Vektoren* übertragene Krankheiten treten in Europa aufgrund globaler Umweltveränderungen und menschlicher Faktoren (z. B. Reisen und Handel) neu oder erneut auf. Einige Trends hängen mit dem Klimawandel zusammen. Ökologische Faktoren wie die Wirtsdichte, die Rolle von Freßfeinden, *invasive Arten* sowie *Verdünnungs- und Verstär-*

*kungseffekte* werden jedoch für die meisten durch Vektoren übertragenen Krankheiten und die betroffenen Ökosysteme zu wenig untersucht<sup>22</sup>. In Deutschland beispielsweise verringerte eine intensivere Waldbewirtschaftung die Zahl der Vektoren für bestimmte Vogelparasiten, aber die Parasiteninfektionen bei den Vektoren nahm zu (>*MustKnow* 5)<sup>23</sup>. Die Rolle ökologischer Faktoren muss weiterhin erforscht werden, um den Nutzen eines synergetischen Natur- und Gesundheitsschutzes zu erhöhen. Zugleich kann der One-Health-Ansatz dazu beitragen, unerwünschte gesundheitliche Folgen, wie ein potenziell erhöhtes Krankheitsrisiko durch spezifische Biodiversitätsmaßnahmen (z. B. Wiedervernässung von Feuchtgebieten) zu erkennen und anzugehen (>*MustKnow* 1, 7).

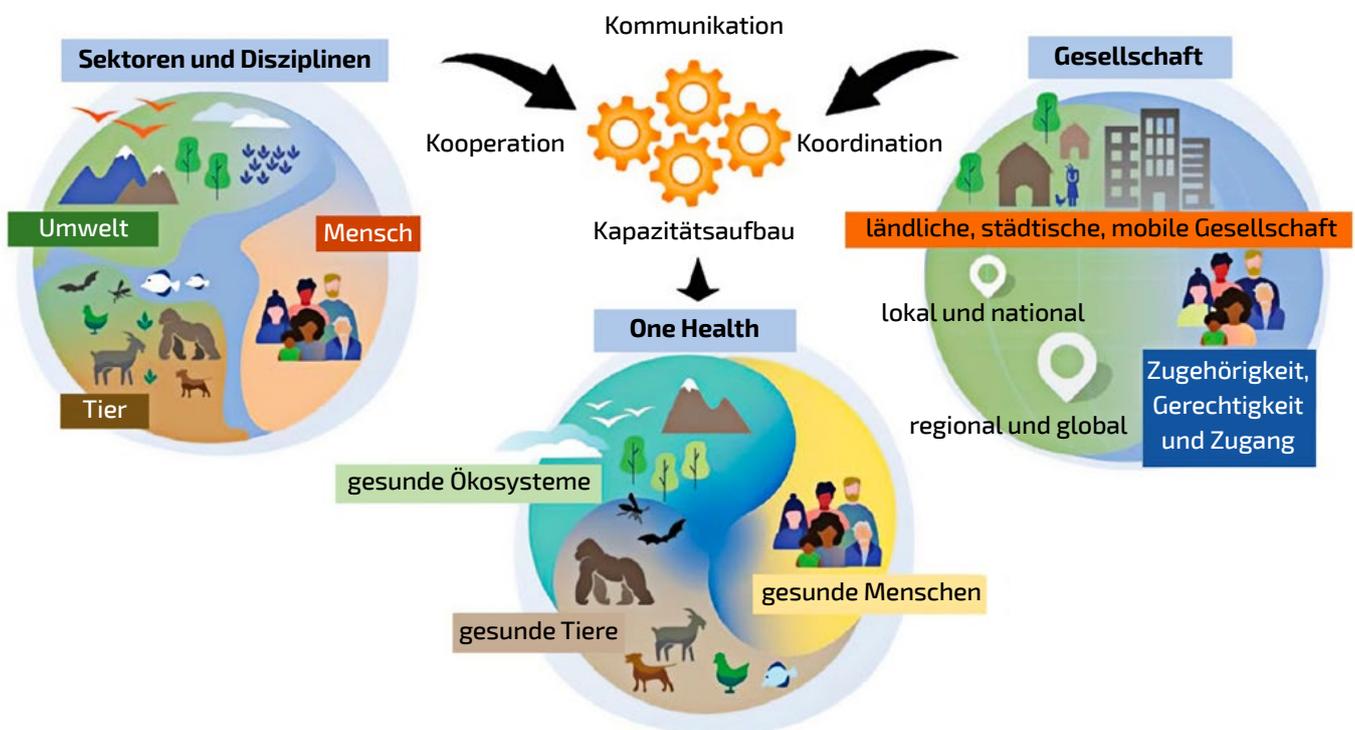
Das neue Pandemie-Instrument der Weltgesundheitsorganisation, das von den Mitgliedstaaten der WHO im Mai 2024 angenommen werden soll, könnte nützlich sein, um One-Health-Konzepte in nationale und globale Gesundheitsstrategien und -maßnahmen einzubeziehen<sup>5</sup>.

Damit dies erfolgreich ist, müssen die Treiber für *Spillover-Effekte* und das Auftreten neuer Krankheiten beachtet werden, einschließlich des Potenzials für den Erhalt *pathogen*regulierender Ökosystemfunktionen. Diese Regulierung wird durch sich ändernde Umweltfaktoren beeinflusst und modifiziert. Sie geht häufig mit einer sich verändernden sozioökonomischen Dynamik einher, die wiederum das Risiko für Spillover-Effekte und die Anfälligkeit für deren Auswirkungen erhöhen kann<sup>4</sup>. Auch wenn Vorhersagen zu konkreten Veränderungen bei Erregern und deren Auswirkungen nur eingeschränkt möglich sind, verlangt das Vorsorgeprinzip angesichts dramatischer Ökosystemveränderungen und des Verlusts von Lebensräumen, diese zu berücksichtigen<sup>24</sup>. Darüber hinaus ist eine gemeinsame Definition (wie sie vom hochrangigen One-Health-Expertengremium, OHHLEP, vorgeschlagen wurde) und eine einheitliche Verwendung des Begriffs "Prävention" von entscheidender Bedeutung, um Verwirrung auch im politischen Raum zu vermeiden<sup>25</sup>.

Nationale One-Health-Strategien, wie sie von der Quadripartite One Health Alliance skizziert werden<sup>7</sup>, sind notwendig, um wichtige Impulse für eine biodiversitätsfreundliche, klimaverträgliche und sozial gerechte Zivilisation zu geben. Die Gesundheitssysteme in Europa sollten sich daher stärker auf präventive Maßnahmen im Bereich der öffentlichen Gesundheit konzentrieren und kosteneffiziente naturbasierte Lösungen für gesundheitliche Herausforderungen einbeziehen, die auch der Zunahme nichtübertragbarer Krankheiten (z. B. Herz-Kreislauf-Erkrankungen, psychische Erkrankungen) entgegenwirken<sup>26</sup>. Naturbasierte Gesundheitslösungen und soziale Interventionsprogramme, wie verschriebene Aktivitäten in *blau-grünen Infrastrukturen* (z. B. Gewässer, Grünflächen) sind eine vielversprechende Intervention, die potenziell sowohl die Gesundheitsausgaben als auch die Verordnungen auf Gemeindeebene reduzieren und gleichzeitig zum Schutz der Biodiversität beitragen kann<sup>9,10</sup>. Sie sind vielversprechend

in Bezug auf Stressabbau, Senkung des Blutdrucks sowie Verringerung von Depression und Angstzuständen<sup>8</sup>. Solche Programme können so ausgerichtet werden, dass sie auch Fragen der städtischen Umwelt- und Sozialgerechtigkeit sowie das wachsende Problem der gesundheitlichen Ungleichheit in den Städten der EU behandeln.

Einige Agrarsysteme, insbesondere die intensive Tierproduktion, sind eine der Hauptursachen für den Verlust der Biodiversität<sup>12,14</sup>. Das Ersetzen, Verringern und Verbessern (*3R*)<sup>27</sup> der Tierhaltung in Bezug auf die intensive und schädliche Überproduktion und des Konsums tierischer Lebensmittel (insbesondere in Industrieländern) ist wichtig. Zusammen mit der Verbesserung der Biosicherheit ist es einer der wichtigsten Hebel, um Ernährungssicherheit zu gewährleisten und die menschliche Gesundheit vor schädlichen Auswirkungen der Landwirtschaft sowie ungesunder Ernährung zu schützen. So wird ein Ernährungssystem geschaffen, das innerhalb planetarer Grenzen bleibt



Um den *One Health-Ansatz* realisieren zu können, bedarf es der Kommunikation, Koordination und Kooperation zwischen allen in der Grafik genannten Sektoren, Disziplinen und Bereichen der Gesellschaft(en) auf lokaler, regionaler, nationaler und globaler Ebene (Abbildung: OHHLEP One Health Definition, Quelle: WHO, FAO, OIE, UNEP).

(>MustKnows6, 10)<sup>11,13,24</sup>. Eine integrierte Biodiversitäts- und Gesundheitspolitik kann dazu beitragen, die Probleme der Ernährungssicherheit und des versteckten Hungers in Europa anzugehen<sup>28</sup>.

### Hintergrund

Das GBF erkennt das Menschenrecht auf eine saubere, gesunde und nachhaltige Umwelt und die Zusammenhänge zwischen Biodiversität und Gesundheit an<sup>2</sup>. Es heißt darin, dass das GBF unter Berücksichtigung des One-Health-Ansatzes umgesetzt werden muss, der die untrennbare Verbindung zwischen der Gesundheit von Menschen, Tieren und einer gesunden, widerstandsfähigen Natur anerkennt. Dies ist notwendig, um unterschiedliche Sektoren, Disziplinen und Gemeinschaften zur Zusammenarbeit zu mobilisieren, um die Gesundheit des gesamten

Systems nachhaltig in Balance zu bringen und zu optimieren. Unsere Erkenntnisse werden insbesondere in den GBF-Zielen 5-7, 9-12 und 14-16 adressiert.

Auch in der *EU-Biodiversitätsstrategie 2030* heißt es, dass die EU ihre Unterstützung für die globalen Bemühungen um die Anwendung des One-Health-Ansatzes verstärken wird. In der aktuellen Diskussion um Deutschlands *Nationale Biodiversitätsstrategie* (NBS2030) zielen unsere Ergebnisse insbesondere auf die Handlungsfelder 12 und 18.

Ein weiteres Beispiel für die vielfältigen Verbindungen zwischen Biodiversität und Gesundheit, das erst in jüngster Zeit mehr Aufmerksamkeit erlangt hat, ist das breite Spektrum an Mikroorganismen, das unserer Gesundheit zugrunde liegt (>MustKnow3): Eine Fülle neuerer Studien hat gezeigt, dass mikro-

bielle Symbionten und Kommensalen (gutartige Mikroorganismen, die das Darmmikrobiom bilden) Eckpfeiler der Gesundheit sind<sup>29,30</sup>. Umweltstörungen und globaler Wandel führen zu Veränderungen in der Zusammensetzung des *Mikrobioms*, die schwerwiegende Auswirkungen auf die Widerstandsfähigkeit des Wirts gegenüber externen Stressfaktoren, seine Anpassungsfähigkeit an veränderte Umweltbedingungen, seine Anfälligkeit für Krankheitserreger und damit die Gesundheit haben<sup>31,32</sup>. Dies zu beachten ist wichtig, da ein ausschließlicher Fokus auf Infektionskrankheiten und psychische Gesundheit im politischen Dialog eine breitere Zusammenarbeit im Bereich Gesundheit und Biodiversität behindert, was wiederum dazu führt, dass Chancen für eine bessere Ausrichtung der Politik verpasst werden.

## Empfehlungen für die Politik

1. Anreize schaffen für die bessere Nutzung des Gesundheitspotenzials der Biodiversität durch eine sektorübergreifende Verknüpfung von Biodiversitätsschutz und Gesundheitspolitik.
2. Schaffung einer EU-Koalition für One-Health-Prinzipien, um die *Quadripartite One Health Alliance*, das *Global Biodiversity Framework (GBF)* und die 17 *globalen Nachhaltigkeitsziele (SDGs)* zu unterstützen. Diese Koalition soll naturbasierte Gesundheitslösungen fördern und stärken sowie die Zusammenarbeit zwischen nationalen wie internationalen Biodiversitäts- und Gesundheitsbehörden und einen neuen *Globalen Aktionsplan Biodiversität und Gesundheit* voranbringen (>MustKnows4, 8).
3. Unterstützung von Gemeinden bei lokalen Initiativen zum Schutz und Management von Biodiversität und Ökosystemen im Rahmen des *EU-Gesetzes zur Wiederherstellung der Natur*, um Gesundheit und soziale Gerechtigkeit in Zusammenarbeit mit lokalen Unternehmen, Schulen und Organisationen der Zivilgesellschaft zu verbessern (>MustKnow7).

## Empfehlungen für die Gesellschaft

1. Unterstützung bei der Etablierung lokaler nachhaltiger Unternehmen durch Bildung, Öffentlichkeitsarbeit und Engagement (>MustKnow8).
2. Erkundung abwechslungsreicher, schmackhafter, gesunder und nachhaltiger Ernährungsvarianten mit stärker pflanzlich orientierter Ernährung und einem geringeren Konsum von Fleischprodukten (>MustKnows6, 10).
3. Beteiligung an der Wiederherstellung und dem Schutz der Natur, an der Gestaltung und Entwicklung städtischer Grünflächen und Gewässer, die sich in mehrfacher Hinsicht positiv auf die Gesundheit und das soziale Wohlbefinden auswirken (>MustKnows3, 7, 8).

# 3 Unentdeckte Artenvielfalt beachten

- 1** Der Umfang der verborgenen Biodiversität ist viel größer als bislang geschätzt. Sie zu ignorieren bedeutet, mehr als die Hälfte der Artenvielfalt zu ignorieren, was mit den Zielen der *Nationalen Biodiversitätsstrategie 2030 (NBS2030)* unvereinbar ist.
- 2** Die Funktionen der verborgenen Biodiversität werden unterschätzt. Der angenommene Rückgang dieser Funktionen kann zur Instabilität der Ökosysteme beitragen und dadurch auch zu einem wirtschaftlichen Verlust für die Gesellschaft (>MustKnows1, 5–7, 10).
- 3** Das Bewusstsein und Verständnis der Entscheidungsträger\*innen und der Bevölkerung für verborgene Biodiversität kann dazu beitragen, den Schutz der *Ökosystemleistungen* und damit verbundener *naturbasierter Lösungen* zu stärken, z. B. die Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen (>MustKnows1, 6, 7).
- 4** Derzeit sind Studien zur Biodiversität in Bezug auf den Artenfokus sowie räumliche und zeitliche Aspekte nicht repräsentativ für alle Arten. Wissenslücken, z. B. über das transformative Potenzial von naturbasierten Lösungen in urbanen Räumen und nachhaltigen Praktiken der Flächennutzung und -verwaltung, müssen geschlossen werden (>MustKnows7, 8).
- 5** Monitoring und Erkenntnisgewinne sind die Schlüssel. Moderne Überwachungsinstrumente, die durch künstliche Intelligenz (KI) unterstützt werden, können Maßnahmen zur Schadensbegrenzung unterstützen, wenn die Daten den *FAIR*-Grundsätzen entsprechen (>MustKnows8, 9).

Die verborgene Biodiversität ist komplex. Sie umfasst Organismen, die entweder sehr klein sind, oder in Lebensräumen, Gebieten und Zeiträumen leben, die wir wenig wahrnehmen. Ökosystembasiertes Management von Lebensräumen, standardisiertes Monitoring und *FAIR*-Datengrundsätze können die Wissenslücken schließen.

*MustKnow3* wies 2022 darauf hin, dass fehlendes Wissen über die Artenvielfalt das Risiko birgt, die Anfälligkeit oder Widerstandsfähigkeit der Biodiversität zu unterschätzen, wodurch Ausbrüche neu auftretender Krankheiten und die Invasion gebietsfremder Arten weniger vorhersehbar werden (>MustKnow2). Hier zeigen wir, dass die Zahl der unzureichend untersuchten *taxonomischen* Gruppen sogar noch größer ist als erwartet und bieten Lösungen für eine

bessere Überwachung an.

Der Mensch neigt dazu, sich stärker mit charismatischen, makroskopischen Arten zu beschäftigen und dadurch diese stärker zu beachten. Es gibt jedoch eine verborgene Biodiversität in vernachlässigten räumlichen und zeitlichen Kontexten. Dazu zählen Organismen, die für das bloße Auge unsichtbar sind, die unter der Oberfläche im Boden, im Sediment bzw. in Süß- oder Meeresgewässern leben sowie viele Wirbellose, die in

der Nacht aktiv sind. Der Rückgang dieser verborgenen Artenvielfalt ist wahrscheinlich erheblich, aber oft fehlen Daten oder stehen nicht zur Verfügung. Zahlreiche verborgene *Taxa* tragen insbesondere in megadiversen Gruppen zur enormen biologischen Vielfalt der Insekten bei, sind aber aufgrund *entomologischer* Wissenslücken noch unentdeckt<sup>1–3</sup>.

Jüngste Schätzungen der gesamten globalen Biodiversität reichen von wenigen Millionen bis zu Billionen.

**40%** Kanada verfügt über eines der größten regenerierbaren Süßwasservorkommen der Welt. 12% der kanadischen Süßwasserarten gelten als bedroht oder gefährdet. Für etwa 40% fehlen ausreichende Daten, um ihren Zustand zu beurteilen<sup>7</sup>.

**50%** der Vielfalt der Fluginsekten gehören zu nur 20 Familien, unabhängig von Kontinent, Klimaregion und Lebensraumtyp. Dieselben Familien enthalten viele verborgene Arten, da die taxonomischen Wissenslücken zunehmen<sup>2</sup>.

**59%** Eine kürzlich durchgeführte Überprüfung der Literatur zur Biodiversität zeigt, dass der Boden etwa 59% der Arten auf der Erde beherbergt, wobei die Organismen von Mikroben bis zu Säugetieren reichen. Das ist etwa das Doppelte der bisher geschätzten Menge<sup>5</sup>.

Insekten machen etwa die Hälfte der derzeit beschriebenen Arten aus, ihr **Mikrobiom** beherbergt noch mehr unentdeckte Mikroorganismenarten<sup>4</sup>. Boden ist der artenreichste Lebensraum der Erde<sup>5</sup>, aber nur ein kleiner Teil der Arten in Böden und Sedimenten (Süßwasser und Meer) ist bisher bekannt<sup>6</sup>. Auch im Süßwasser ist ein Großteil der Artenvielfalt kaum zugänglich<sup>7</sup>. Die Bewertung des Zustands und der Trends der Biodiversität ist sehr komplex, aber notwendig, um die (Veränderungen der) Ökosystemfunktionen, die von der Biodiversität in diesen Lebensräumen bereitgestellt werden, abzuschätzen (>MustKnows1, 2, 5-10; GBF-Ziele 2-4, 12)<sup>2,8</sup>.

Wenn man anerkennt, dass ein großer Teil der Biodiversität im Verborgenen liegt, müssen Schutzmaßnahmen schwerpunktmäßig auf die Funktionsweise von Ökosystemen zielen, um der Multidimensionalität der Biodiversität und der Ökosystemleistungen Rechnung zu tragen<sup>9,10</sup>. Zu berücksichtigen sind dabei die Artenzusammensetzung und -häufigkeit, **Symbiosen**<sup>11</sup> und **funktionelle Merkmale** (die **phänologische oder morphologische Anpassung** der Organismen an die Umwelt<sup>12</sup>), das Verständnis der Rolle des Lebens-

raums, der Konnektivität und der Übergangsbereiche, in denen verschiedene Lebensgemeinschaften zusammentreffen, sowie die Integration zwischen verschiedenen Lebensräumen<sup>13,14</sup> und die Wechselwirkungen mit Stressfaktoren (>MustKnows1, 2, 4, 5, 7, 8)<sup>15,16</sup>. Wir brauchen eine integrative Perspektive und den Fokus auf ein ökosystemorientiertes Management von Lebensräumen anstelle von Praktiken, die auf einzelne Arten und Lebensräume ausgerichtet sind (GBF-Ziele 2, 11, 14)<sup>14</sup>.

Das Monitoring muss die Gefahren für verborgene Biodiversität und die Widerstandsfähigkeit der Ökosysteme abschätzen (z. B. das Überdauern von Pestiziden im Boden oder die Wiederherstellung von **Biomen** nach Stresseinwirkung<sup>1,17-19</sup>), und es muss die Einhaltung bestehender Vorschriften (z. B. Düngemittelverordnung und Nitratrichtlinie) einschließen<sup>20</sup>. Für den Naturschutz sind Kenntnisse über die Wechselwirkungen der Organismen untereinander und mit ihrer Umwelt erforderlich<sup>9,11</sup> sowie die Entwicklung valider Indikatorsysteme<sup>21,22</sup>. So reicht es beispielsweise nicht mehr aus, sich nur auf die Wasserqualität als Indikator für Süßwasser zu konzentrieren. Vielmehr sind Managementmaßnahmen erforder-

lich, um die Wiederherstellung der Biodiversität in Risiko-Gebieten anzukurbeln und gleichzeitig die am wenigsten beeinträchtigten Systeme als Refugien für die biologische Vielfalt zu schützen<sup>23</sup>. Anzumerken ist, dass die zunehmende Verstädterung<sup>24</sup> ein wichtiger Faktor für den Verlust von Lebensräumen und Biodiversität ist, der jedoch weniger gut untersucht ist, als die Auswirkungen der Land- und Forstwirtschaft (>MustKnows5-7). Darüber hinaus sind Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität oft tageszeitabhängig<sup>25</sup>, und vernachlässigen die Auswirkungen von Lärm<sup>26,27</sup> und Lichtverschmutzung, die Naturschutzgebiete<sup>28</sup>, Gewässerökosysteme<sup>29</sup> sowie deren verborgene und nicht verborgene Biodiversität stark beeinträchtigen (>MustKnows2, 7, 8). Die Entwicklung von Rückzugsgebieten für die Biodiversität in urbanen Räumen<sup>30</sup> und ein standardisiertes Monitoring von Stressfaktoren wie künstliches Licht in der Nacht<sup>31</sup> und Lärm müssen stärker in den Fokus genommen werden (GBF-Ziele 2-4, 7, 12).

Ein standardisiertes Monitoring, das eine kosteneffiziente **Hochdurchsatz-DNA-Sequenzierung** und KI-Identifizierungstools umfasst, kann das Erfassen verborgener Biodiversi-

Der Mensch neigt dazu, sich stärker mit charismatischen, makroskopischen Arten zu beschäftigen und dadurch diese stärker zu beachten.

tät grundlegend verändern. Diese Werkzeuge können die Kosten für das Biomonitoring senken und dadurch große Monitoringkampagnen ermöglichen sowie Interessengruppen (z. B. Bürgerwissenschaftler\*innen) einbeziehen, deren Einsatz derzeit oft unberücksichtigt bleibt (>MustKnows8, 9). Entscheidend sind die FAIR-Datenverwaltungsprinzipien, auch um verborgene Arten zu berücksichtigen, deren Daten nicht zugänglich sind (>MustKnow9; GBF-Ziel 21).

### Hintergrund

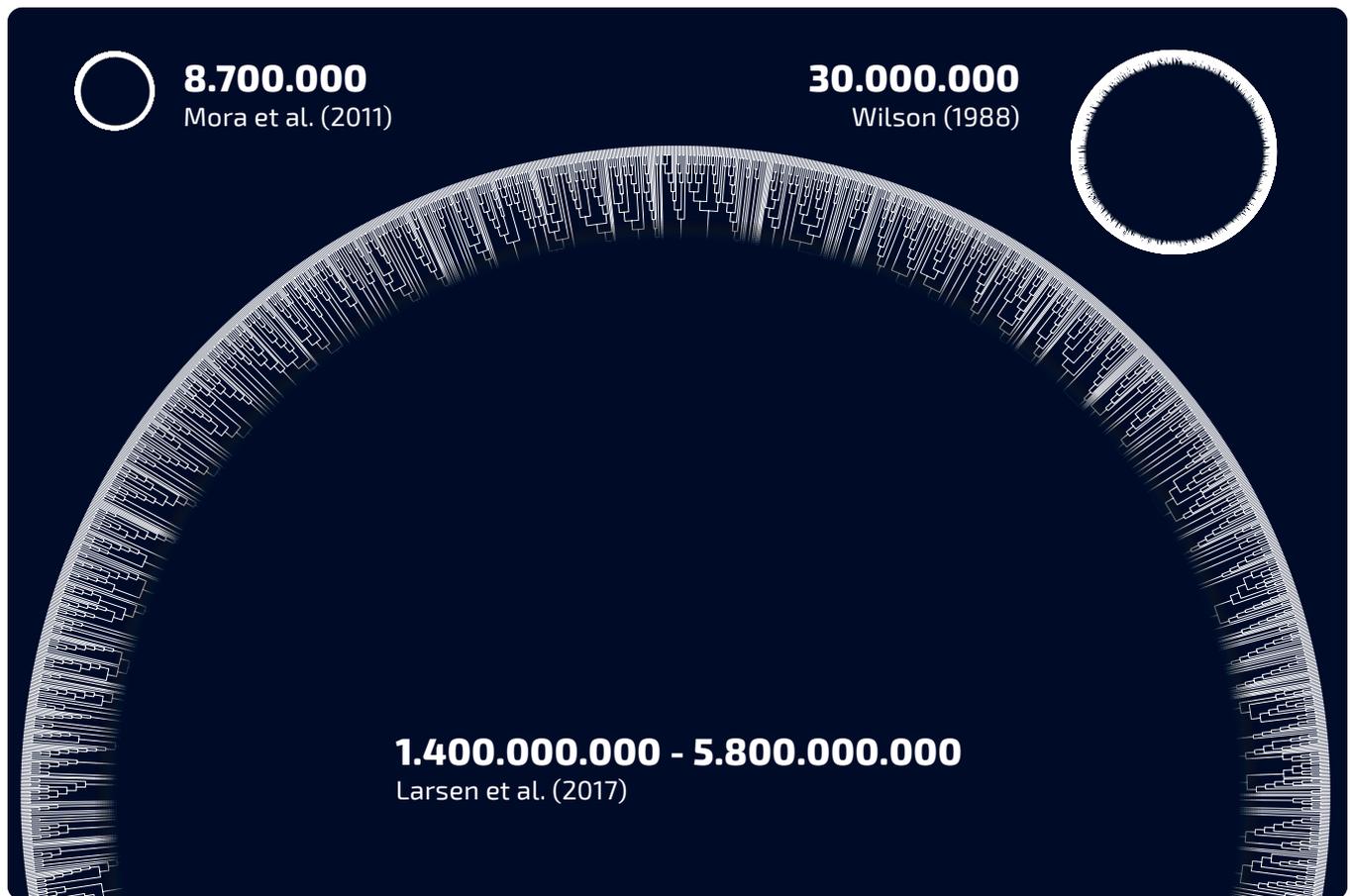
Die Nationale Biodiversitätsstrategie 2030 (NBS2030) ist auch für die heute noch verborgene Biodiversität nützlich, aber der Mangel an FAIR-Monitoringdaten in Deutschland kann ein

großes Hindernis für ihre Umsetzung darstellen. Außerdem sind die heutigen NBS2030-Indikatoren oft zu sehr auf Lebensräume und Arten bezogen, es fehlen Indikatoren für verborgene Biodiversität in Sedimenten, Boden, Süßwasser oder in Biomen<sup>9,21</sup>. Für den Boden könnten sich Indikatoren beispielsweise auf die *Europäische Rahmenerhebung über die Bodennutzung und -bedeckung* (LUCAS) stützen, die heute auch die Biodiversität des Bodens<sup>32</sup> und Pestizide<sup>33</sup> umfasst, oder auf das neue *EU-Bodenüberwachungsgesetz* (GBF-Ziele 2, 3, 7, 11).

Böden und Binnengewässer stehen in einer besonders engen Austauschbeziehung und haben direkten Einfluss auf das Klima. Daher sind die vorgeschlagenen Bundesmittel für die

inter- und transdisziplinäre wissenschaftliche Koordination zu Biodiversität und natürlichem Klimaschutz zentral, um Indikatoren für den guten ökologischen Zustand interagierender Lebensräume zu entwickeln (>Must-Knows1, 7)<sup>34,35</sup>. Darüber hinaus ist es erforderlich, Indikatoren für den Schutz vor Lichtemissionen und Lärm zu entwickeln, die Durchsetzung bestehender Indikatoren konsequent zu erwirken und städtische Gebiete in die Gebietsschutz-Ziele einzubeziehen (GBF-Ziele 6-11, 14, 20).

Um verborgene Biodiversität aufzuspüren, können Hochdurchsatz-DNA-Sequenzierung, der Ausbau des *Anwendungslabors für Künstliche Intelligenz und Big Data* und die Ideenentwicklung und -um-



Nach dem Zitat "das schwarze Loch der *Taxonomie*" (Edward O. Wilson) illustrieren wir verschiedene Schätzungen der Artenanzahl auf der Erde, die zwischen 8,7 Millionen und 5,8 Milliarden variieren<sup>36-38</sup>. Die Differenzen ergeben sich durch unterschiedliche Abgrenzungen zwischen Arten und das angenommene Vorkommen sehr kleiner, unentdeckter Insekten- und Mikroorganismenarten. Die weißen Ränder symbolisieren die Menge bisher bestimmter Arten (ca. 1,7 Millionen) im Vergleich zu den noch unbeschriebenen (ca. 90%).

setzung des *Kompetenzzentrums für Erdbeobachtung* Lösungen bieten, da die Entwicklung hin zum praktischen Einsatz von KI-Techniken dazu beitragen kann, mehr Akteur\*innen in die Überwachung der Biodiversität einzubeziehen. Es müssen jedoch Regeln eingehalten werden, um sicherzustellen, dass die von privaten oder öffentlichen Akteur\*innen gesammelten Daten offen zugänglich und wiederverwendbar sind (>Must-Know9; GBF-Ziele 14, 20, 21).

Zusammenfassend ist die Einsicht, dass wir bisher nur einen sehr kleinen Teil der Biodiversität verstehen, ein erster Schritt zu besseren Umweltschutzmaßnahmen. Forschung und bessere Monitoring-Maßnahmen sind erforderlich, um die verborgene Biodiversität zu entdecken, zu schützen und die Einhaltung bestehender Rechtsvorschriften (z. B. Wasserrahmenrichtlinie, *Habitat-Richtlinien*) konsequent zu überprüfen. Um Veränderungen der Wider-

standsfähigkeit von Ökosystemen zu erkennen und eine nachhaltige Landnutzung zu bewirken, muss das Monitoring verstärkt und mit modernen Instrumenten wie KI-Identifizierung für Fernerkundung, phänologische oder genetische Datenanalyse ergänzt werden (>MustKnow9). Die Voraussetzung für alle Bemühungen, die Kurve des Biodiversitätsrückgangs umzukehren, ist, vor allem eine FAIRe Datenhandhabung.

## Empfehlungen für die Politik

1. Bisher liegen nur marginal vorhandene Erkenntnisse über Biodiversität vor, das sollte für künftige politische Entscheidungen berücksichtigt werden. Der Fokus sollte auf einem ökosystembasierten Lebensraummanagement anstelle auf einzelnen Arten- und Lebensraumpraktiken liegen, um den großen verborgenen Teil der Organismen und ihren Beitrag zu naturbasierten Lösungen für den Menschen anzuerkennen (GBF-Ziele 3, 11).
2. Das Monitoring muss verbessert werden. Dafür ist die Einführung eines landesweiten standardisierten Biodiversitätsmonitorings (z. B. *Darwin Core Standard*) unter Anwendung der FAIR-Prinzipien nötig, um Daten dauerhaft und zukunftssicher verfügbar zu machen und neue Erkenntnisse über heute noch verborgene Biodiversität integrieren zu können (GBF-Ziele 14, 20, 21).
3. Die inter- und transdisziplinäre Forschung muss gefördert und die Ergebnisse zur Anwendung gebracht werden. Für den Gebietsschutz sollten die Indikatoren auch städtische Räume und Stressfaktoren wie Lärm und künstliches Licht in der Nacht umfassen. Werkzeuge wie DNA-Sequenzierung und KI-Instrumente werden notwendig sein, um heute noch verborgene Biodiversität zu erfassen (GBF-Ziele 7, 14, 20, 21).

## Empfehlungen für die Gesellschaft

1. Werden Sie aktiv, und fordern Sie Daten ein. Wer sich am Monitoring und anderen *Citizen Science*-Aktivitäten beteiligt, kann dazu beitragen, weitgehend unbekannte Arten zu erforschen, oder ermöglicht, große Kampagnen an mehreren Standorten durchzuführen. Helfen Sie mit, damit gesammelte Daten vergleichbar und offen zugänglich werden (GBF-Ziele 14, 20, 21).
2. Lassen Sie Wildnis zu. Die Natur, die in Teilen sich selbst überlassen wird, kann die verborgene Biodiversität am besten fördern. Schärfen Sie Ihr Bewusstsein für den Erhalt der verborgenen Biodiversität auf Ihrem Grundstück und in Bereichen, in denen Sie wirksam werden können, z. B. bei der Gestaltung von öffentlichen Freiflächen oder den Gewerbeflächen Ihres Arbeitgebers (GBF-Ziele 9, 11, 12, 16).
3. Warten Sie nicht auf Vorschriften. Verringern Sie Stressoren, wo es Ihnen möglich ist, z. B. Pestizide, Lärm und Licht in der Nacht. Das hilft Organismen, die wir normalerweise nicht wahrnehmen. Wenn diese Entscheidungen ohne politischen Druck getroffen werden, können die Lösungen als *Bottom-Up Best-Practice* das Verhalten der Gesellschaft verändern (GBF-Ziel 7).

# 4 Sprachliche, kulturelle und biologische Vielfalt verknüpfen

- 1** *Indigene Völker und lokale Gemeinschaften (IPLCs)* spielen eine entscheidende Rolle bei der nachhaltigen Nutzung und dem Erhalt der Biodiversität und der Ökosysteme. Die Rechte von IPLCs auf ihre Gebiete und Ressourcen zu sichern, ist für den Erhalt der *biokulturellen Vielfalt* von entscheidender Bedeutung<sup>1</sup>.
- 2** Die meisten Indigenen und lokalen Sprachen sowie ein Großteil des in ihnen kodierten *Indigenen und lokalen Wissens (ILK)* sind stark bedroht. Jeder Sprachverlust führt zu einer Erosion der *Ökokompetenz*. Letztlich bedeutet dies den Verlust von Wissen und Werten über lokale Ökosysteme und die Umwelt, die wiederum die Biodiversität und die Beiträge der Natur für die Menschen rund um den Globus erhalten.
- 3** Die Wiederbelebung der Sprachen ist wichtig und sollte rechtzeitig sowie den tatsächlichen Bedürfnissen der IPLCs entsprechend erfolgen. Das fördert eine positive Haltung gegenüber dem gefährdeten kulturellen Erbe. Die Mitglieder der Gemeinschaft sollten für Dokumentations- und Wiederbelebungsinitiativen geschult werden. Die freie, vorab erfolgte und informierte Zustimmung (FPIC-Prinzip) ist entscheidend, um die Beteiligung und Konsultation von IPLCs vor Projektbeginn sicherzustellen.
- 4** Die Kopplung und Entkopplung zwischen der Biodiversität und der sprachlichen und soziokulturellen Vielfalt müssen besser verstanden und wertgeschätzt werden. Zudem muss unser Verständnis der zugrundeliegenden Prozesse, die diese wechselseitige Beziehung bestimmen, vertieft werden.
- 5** Es besteht immer noch ein Handlungsdefizit in Wissenschaft und Politik, wenn es darum geht, linguistische Studien und Maßnahmen zur Wiederbelebung von Sprachen in Studien, Bestandsaufnahmen und Managementpläne zur Biodiversität einzubinden<sup>2,3</sup>.

Programme zur Pflege und Wiederbelebung der Sprachen von *Indigenen und lokalen Gemeinschaften* sowie deren Dokumentation und Analyse sind fundamental, um das darin eingeschriebene Wissen über die Biodiversität zu erhalten und zu ihrem Schutz zu erschließen.

Im Rahmen der *Internationalen Dekade für Indigene Sprachen 2022–32*<sup>4</sup> wurde in *MustKnow4* von 2022 das Konzept der biokulturellen Vielfalt hervorgehoben, das die Vielfalt des Lebens in seiner Mensch-Umwelt-Dimension berücksichtigt. Diese umfasst die biologische, soziokulturelle und sprachliche Vielfalt, die miteinander verbunden ist und sich im Laufe der Zeit durch gegenseitige Anpassung und möglicher-

weise in *Koevolution* als sozioökologische Systeme entwickelt haben<sup>5,6</sup>. Diesen Aspekt vertieft die vorliegende Fassung des *MustKnow4*.

In den Gebieten der IPLCs, in denen die meisten der auf der Erde lebenden Arten vorkommen, ist diese biokulturelle Vielfalt stark ausgeprägt<sup>7,8</sup>. Die Indigenen Völker und lokalen Gemeinschaften spielen eine entscheidende Rolle bei der nachhaltigen Nutzung und dem

Erhalt der Biodiversität. Das *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF)* hebt ihre Rolle als Hüter\*innen der Natur und als Partner\*innen bei Schutzbemühungen hervor. Dieses geschieht insbesondere im Abschnitt C des GBF, in dem die Rolle, die Rechte und die Beiträge von IPLCs anerkannt werden sowie in acht Zielvorgaben, in denen IPLCs ausdrücklich erwähnt werden (*GBF-Ziele 1, 3, 5, 9, 13, 19, 21, 22*).

# 6

Die in Finnland gesprochene Sprache Inari Sámi hat 6 verschiedene Wörter für die Fischgattung Felchen (*Coregonus lavaretus*). Mündliche Erzählungen bilden die Grundlage für das (ökologische) Wissen über die Bewirtschaftung und Wiederherstellung von Naturweiden.

# 50

In Deutschland gibt es vergleichsweise wenige Sprachen: 8 aus 1 Sprachfamilie (die germanischen Sprachen Dänisch, Nord- und Saterfriesisch, Deutsch, die slawischen Sprachen Ober- und Niedersorbisch, die indoarische Sprache Romani) und die Deutsche Gebärdensprache (DGS). Einige von ihnen sind regional stark diversifiziert, was die Dialekte betrifft. Im Vergleich dazu ist das südwestliche Amazonasgebiet etwa gleich groß, hat aber über 50 Sprachen, die 7 Sprachfamilien und 10 Isolate repräsentieren.

# 7.000

Ungefähr 7.000 Sprachen sind bekannt. 1.500 könnten wir bis Ende dieses Jahrhunderts verlieren, wenn wir nicht eingreifen. Das wäre mindestens eine Sprache pro Monat.

Die gleichen Faktoren, die die Biodiversität bedrohen, bedrohen auch die soziokulturelle Vielfalt. Von den etwa 7.000 dokumentierten Sprachen weltweit gilt fast die Hälfte als gefährdet<sup>9</sup>. Wird nicht eingegriffen, könnten in 40 Jahren sogar dreimal so viele Sprachen aussterben, das entspricht dem Verlust von einer Sprache monatlich für den Rest dieses Jahrhunderts<sup>10</sup>.

Eng verknüpft mit dem Verlust an Sprachen und dem damit verbundenen Indigenen und lokalen Wissen ist die Erosion der Ökokompetenz, da sich die Menschen immer weiter von der Natur entfernen und die Biodiversität in einem noch nie dagewesenen Ausmaß verloren geht<sup>11</sup>. Grundlegende Veränderungen der Lebensweise werden durch Prozesse ausgelöst, die zu Sesshaftigkeit und Verstädterung führen. Sie können sich in weniger als zwei Generationen vollziehen,

falls wirtschaftliche Anreize aufgrund eines drastischen Rückgangs der Beschäftigung in der Land- und Forstwirtschaft, der Fischerei und in weiteren, auf natürlichen Ressourcen basierenden Wirtschaftstätigkeiten fehlen. Sie führen in der Regel zum Verlust von Lebensräumen und zu gesellschaftlichen Veränderungen<sup>12,13</sup>. Lebensgrundlagen verschwinden und Indigene und lokale Sprachen sowie Kulturen werden durch nationale Sprachen und Kulturen verdrängt. Es folgt eine weit verbreitete Homogenisierung, die die Voraussetzungen für eine sinnvolle Nutzung der Sprachen und Kulturen der IPLCs untergräbt<sup>14,15</sup>. Diese Erosionsprozesse beeinträchtigen die generationsübergreifende Weitergabe und Bildung naturbezogener Werte, Einstellungen und Handlungen erheblich und begünstigen die weitere Zerstörung der biokulturellen Vielfalt insgesamt<sup>12,16-18</sup>.

Der Erhalt und die Wiederbelebung von Sprachen sind auch in Regionen mit wenigen Sprachen aber vielen Dialekten von Bedeutung, wie in Deutschland und im *Globalen Norden* insgesamt. Bei den Anstrengungen, aus Kulturlandschaften ursprüngliche Landschaften und Biodiversität wiederaufzubauen (rewilding), wird traditionelles Wissen benötigt, wie es in lokalen Dialekten verankert ist. Werden Kulturlandschaften hingegen ihrem Schicksal überlassen (cultural severance), damit sie ohne Zutun verwildern, wirkt sich das vergleichsweise nachteilig auf die Biodiversität und den ökologischen Reichtum insgesamt aus<sup>19</sup>. Traditionelles lokales Wissen ist gefährdet und sollte dokumentiert werden, damit es nicht verschwindet. Das sollte vorzugsweise durch Mitglieder der Gemeinschaft erfolgen, die für Dokumentationsinitiativen geschult werden sollten.

Eng verknüpft mit dem Verlust an Sprachen und dem damit verbundenen *Indigenen und lokalen Wissen* ist die Erosion der *Ökokompetenz*, da sich die Menschen immer weiter von der Natur entfernen, und die Biodiversität in einem noch nie dagewesenen Ausmaß verloren geht<sup>11</sup>.

Es wird angenommen, dass wir bei einem „Weiter wie bisher“ bis Ende des Jahrhunderts eine Sprache pro Monat verlieren, d. h.: ca. 1.500 Sprachen von insgesamt rund 7.000.



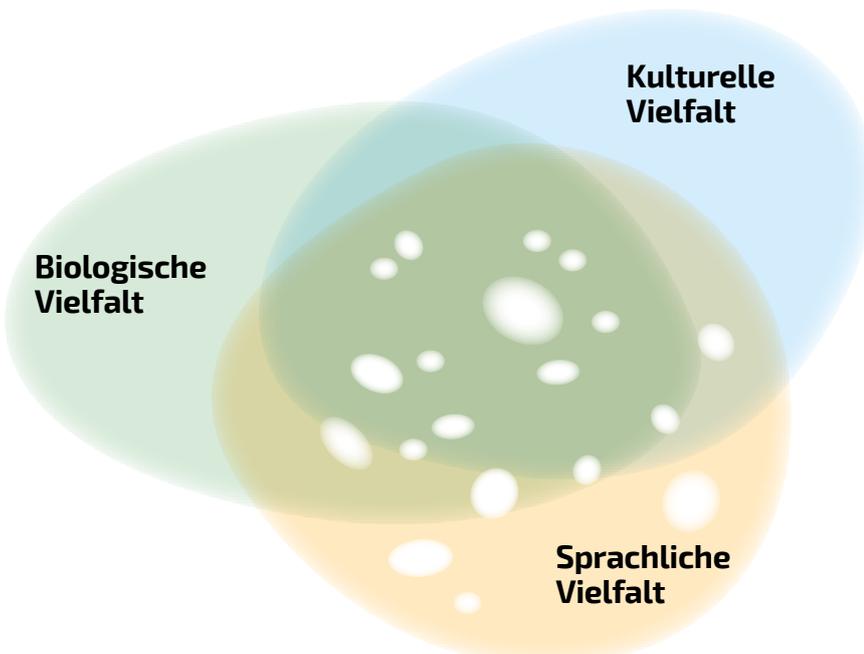
Obwohl es wissenschaftliche Erkenntnisse und ein Bewusstsein für die biokulturelle Vielfalt gibt<sup>2</sup>, muss dieses Wissen noch in konkrete politische Maßnahmen umgesetzt werden, die ihren Erhalt wirksam unterstützen<sup>3,20</sup>. Indem wir die Verbindungen zwischen Menschen

und allen anderen Teilen der Natur erkennen und dieses direkt in die Entscheidungsfindung einbeziehen, hoffen wir, dass die biokulturelle Herangehensweise wirksamere Maßnahmen ermöglicht, um das Ziel des GBF, bis 2050 *im Einklang mit der Natur zu leben*, zu erreichen<sup>21</sup>.

### Hintergrund

Das Thema Ökokompetenz sollte ganz oben auf der Agenda der Biodiversitätsforschung stehen<sup>22-24</sup>. Vieles von dem, was wir über die natürliche Welt wissen, liegt außerhalb des akademischen Wissens und ist meist in ungeschriebener Sprache in den Vorstellungen und Erinnerungen der Menschen gespeichert<sup>14,15</sup>. Aus der Literatur geht hervor, wie ILK und Umweltbildung sowohl bei den IPLCs als auch in der Gesellschaft insgesamt durch den Verlust kultureller Werte erodieren<sup>3,25,26</sup>.

Naturphänomene können nicht ohne die Sprachen verstanden werden, in denen sie kodiert sind – und andersherum. Daher ist die Sprachenvielfalt von entscheidender Bedeutung für den Erhalt der Biodiversität und einer ausgewogenen Beziehung zwischen Mensch und Natur. Ein Beispiel aus Vanuatu verdeutlicht, wie wichtig das Zusammenspiel mehrerer Faktoren ist, damit viele traditionelle Sprachen lebendig bleiben: tolerierte Mehrsprachigkeit, begrenzte Stadtflucht und staatliche Anerkennung traditioneller Landrechte<sup>27</sup>.



Durch den Verlust an sprachlicher Vielfalt geht auch das darin eingeschriebene Wissen über die biologische Vielfalt und kulturelle Praktiken unwiderruflich verloren, was in dieser Grafik durch weiße Flecken symbolisiert wird.

Die biokulturelle Vielfalt gerät auch in Krisen wie Landkonflikten unter Druck. Landkonflikte entstehen vor allem infolge des ungleichen Zugangs zu Wissen und Machtstrukturen. Diese Konflikte werden durch die zunehmenden negativen Auswirkungen von Landnutzungsarten wie Land- und Forstwirtschaft verschärft wer-

den<sup>28</sup>, wenn sie nicht von weiteren Maßnahmen zur Umstellung der menschlichen Ernährung oder dem Übergang zu entwaldungsfreien Produktketten in Europa begleitet werden (*EU-Verordnung 2023/1115*; >MustKnows5–7, 10). Landrechte für IPLCs sind eine Voraussetzung, um einen gerechten und gleichberechtigten Übergang zu gewährleisten

(*GBF-Ziele 18, 22; SDG 10*)<sup>29,30</sup>. Indigene und traditionelle Lebensgrundlagen und Produktionssysteme müssen erhalten werden, da sie sich im Allgemeinen positiv auf den Erhalt und die Wiederherstellung der Natur und die nachhaltige Entwicklung auswirken (>MustKnows7, 8, 10)<sup>31</sup>.

## Empfehlungen für die Politik

1. Setzen Sie sich dafür ein, dass das Übereinkommen *Indigenous and Tribal Peoples Convention* (ILO 169)<sup>32</sup> von so vielen Ländern wie möglich ratifiziert und angewandt wird. Es ist weltweit das einzige Abkommen, das rechtsverbindlich die Rechte und Kulturen der Indigenen Völker schützt und somit die biokulturelle Vielfalt.
2. Setzen Sie sich dafür ein, dass alle Maßnahmen zur Wiederherstellung und zum Schutz der Natur, die sich auf Indigenes Land und traditionelle Territorien auswirken, gemeinsam mit IPLCs in einem partizipativen Ansatz, der ihre Perspektiven, ihr unschätzbares und unersetzliches Wissen respektiert und integriert, geplant und durchgeführt werden. Diese Maßnahmen sollten sich auch auf Bereiche konzentrieren, die für den Erhalt der biokulturellen Vielfalt von entscheidender Bedeutung sind, d. h. Biodiversität, Sprache, Kultur und Wissenssysteme. Dies sollte bei der Überarbeitung nationaler Strategien und Aktionspläne zur Biodiversität ausdrücklich berücksichtigt werden.
3. Politische Maßnahmen zur Aufwertung der Natur oder zum Erhalt der Biodiversität sollten durch eine bessere Integration mit wissens-, kultur- und sprachenorientierter Forschung und Politik (einschließlich interkultureller und mehrsprachiger Spracherziehung und Wiederbelebung) verstärkt werden.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

1. Die von Indigenen Völkern und lokalen Gemeinschaften entwickelten Philosophien des guten Lebens (*Buen Vivir*) stehen in der Regel im Gegensatz zu rein wirtschaftlichen Indikatoren für eine gute Lebensqualität, da diese Philosophien nicht in erster Linie auf einer materialistischen oder individuellen Ebene konzipiert sind. Es ist daher notwendig, die Gemeinschaft und ihre Beziehung zur Natur als sozioökologisches System zu betrachten. Dies erfordert von der Gesellschaft neue Formen des Denkens, Praktizierens und Erlebens alternativer Zukünfte auf der Grundlage biokultureller Ethik.
2. Die Wiederbelebung von Sprachen ist eine Gemeinschaftsanstrengung, an der alle Akteursgruppen mitwirken und alle Stimmen gehört werden müssen. Professionelle Forscher\*innen sollten an der linguistischen Dokumentation von Sprachen beteiligt werden, jedoch in Absprache und im Einvernehmen mit den Sprachgemeinschaften. Die Maßnahmen sollten von der Gemeinschaft überprüft und die aktive Ausübung der Sprache von der Gemeinschaft getragen werden.
3. Nationalstaaten versuchen oft, Einsprachigkeit durchzusetzen. Mehrsprachigkeit ist jedoch die ursprüngliche Konstellation in menschlichen Gesellschaften<sup>33,34</sup>. Die Förderung der Mehrsprachigkeit ist eine der wichtigsten Strategien, um Indigene und lokale Sprachen zu erhalten. Sie eröffnet Wege, um neue Beschreibungen und Ansichten über die Natur zu entdecken und historische Geschichten zu erzählen, um gemeinsame Erfahrungen zu machen und traditionelle Praktiken zu beschreiben. Das fördert die Ökokompetenz.

# 5 Vielfältige Nutzung von Wald- ökosystemen und Biodiversitäts- schutz in Einklang bringen

- 1** In der Vergangenheit orientierte sich die Waldbewirtschaftung oft nicht an natürlicher Walddynamik und schuf so Waldstrukturen und -zusammensetzungen, die Wälder anfälliger für klimabedingte *Störungen* und daraus resultierende wirtschaftliche Schäden machen. Doch die jüngsten Störungen bieten auch eine Chance, (baum-)artenreiche und vielfältig strukturierte Wälder zu fördern.
- 2** Verschiedene Politiksektoren und -ebenen stellen oft konkurrierende Anforderungen an Wälder. Diese können zu einer unbeabsichtigten Priorisierung einzelner *Ökosystemleistungen* führen und Zielkonflikte zwischen der Bereitstellung von Waldressourcen, Klimaschutz, dem Erhalt der Biodiversität und anderen Leistungen auslösen.
- 3** Eine Kombination verschiedener Bewirtschaftungsintensitäten und -ansätze auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen (einschließlich keiner Bewirtschaftung) kann konkurrierende politische Ziele miteinander in Einklang bringen.
- 4** Nachhaltige Bewirtschaftungspraktiken, die sich auf die Verbesserung der Vielfalt von Waldstruktur und -zusammensetzung von der *Bestands-* bis zur Landschaftsebene konzentrieren, haben oft synergetische Vorteile: Sie stärken die Biodiversität, tragen zum Klimaschutz bei und verbessern die Widerstandsfähigkeit des Waldes gegenüber einem sich ändernden Klima und *Störungsregimen*.
- 5** Die wachsende Nachfrage nach Holzprodukten hat das Potenzial, den Erntedruck und damit verbundene negative Auswirkungen auf die Biodiversität in in- und ausländischen Wäldern zu verstärken. Die inländische Nachfrage nach Holzprodukten, das Holzangebot sowie die Holzeinfuhr und -ausfuhr müssen zusammenhängend betrachtet werden, um Biodiversitätsverluste zu vermeiden, die durch rückläufige Ernten an einem Ort zu einem Anstieg der Ernten an einem anderen Ort führen können.

Die zunehmenden negativen Auswirkungen des Klimawandels und Zielkonflikte zwischen konkurrierenden waldbezogenen Politikzielen erfordern Bewirtschaftungspraktiken und eine Raumplanung, die die Biodiversität der Wälder schützen und die Bereitstellung von *Ökosystemleistungen* sicherstellen.

*MustKnow5* aus dem Jahr 2022 befasste sich mit der nachhaltigen Waldbewirtschaftung und den Auswirkungen klimabedingter Störungen in Wäldern. Diese Ausgabe greift diese Überlegungen auf und stellt Lösungen vor, die der Biodiversität zugutekommen, indem sie Konflikte

zwischen konkurrierenden politischen Zielen lösen.

Um die Holzproduktion zu optimieren, wurde in Deutschland die *natürliche Walddynamik* unterdrückt und durch natürliche Störungen ausgelöste Prozesse (z. B. die natürliche Baumverjüngung) durch Bewirt-

schaftung ersetzt. Die Auswirkungen der Bewirtschaftung sind jedoch in Bezug auf Waldstruktur, Mikroklima und Lebensraum nicht identisch zu denen natürlicher Störungen<sup>1</sup>. Durch die Waldbewirtschaftung sind Wälder entstanden, die anfälliger für klimabedingte großflächige Störungen

# 62%

In den vergangenen 5 Jahren (2018-22) stammten 62% des durchschnittlich 75,1 Mio. m<sup>3</sup> jährlich geernteten Holzes in Deutschland aus störungsbedingtem ungeplantem Holzeinschlag<sup>33</sup>.



Die durchschnittliche Lebensdauer verschiedener Holzprodukte ist sehr unterschiedlich: Sie reicht von etwa einem Jahr und weniger für Holz, das zur Energiegewinnung genutzt wird, bis zu einem Jahrzehnt für Holz, das für die Papierherstellung verwendet wird, bis zu mehreren Jahrzehnten und mehr für Holz, das im Bauwesen verwendet wird<sup>35-37</sup>.

# 47

unterschiedliche Arten von Baummikrohabitaten wie Höhlen, Baumverletzungen oder Kronentotholz bieten wertvolle Lebensräume für die biologische Vielfalt, ein Teil von ihnen wird in der deutschen Bundeswaldinventur systematisch erfasst<sup>14,34</sup>.

sind, z. B. Fichten in gleichaltrigen Monokulturen außerhalb ihres natürlichen Wuchsgebiets. Großflächige Störungen verändern die Struktur und Funktionsweise von Wäldern, was einigen Arten zugutekommt, während andere darunter leiden<sup>2</sup>. Kleinräumige Störungen wirken sich oft positiv auf die Biodiversität aus, während großräumige Störungen schädlich wirken können, indem sie z. B. zu einem großflächigen Waldsterben führen. Die jüngsten großflächigen Störungen bieten jedoch auch die Möglichkeit, Baumarten und die Waldbewirtschaftung zu ändern, um die Bedingungen für die biologische Vielfalt zu verbessern (GBF-Ziel 2).

Die europäischen Wälder liefern der Gesellschaft in Form von Holz und Nicht-Holzprodukten eine Reihe von Ökosystemleistungen<sup>3</sup>. Unterschiedliche Politiksektoren und -ebenen stellen mitunter konkurrierende Anforderungen an die Bewirtschaftung und die Bereitstellung von Ökosystemleistungen, was zu Konflikten zwischen politischen Zielen wie Klimaschutz und Anpassung (>MustKnow1, GBF-Ziel 8), Biomasseproduktion und Biodiversitätsschutz führen kann<sup>4</sup>.

Wenn diese Zielkonflikte nicht berücksichtigt werden, kann sich die Priorisierung einzelner Ökosystemleistungen negativ auf zahlreiche andere Ökosystemleistungen und die Biodiversität auswirken<sup>5</sup>. Daher sind eine multifunktionale Bewirtschaftung zur Bündelung mehrerer Ökosystemleistungen, eine partizipative Entscheidungsfindung für die Gestaltung öffentlicher Wälder und Anreize für private Waldbesitzer erforderlich<sup>6,7</sup>, und die Strategien müssen sektorübergreifend koordiniert werden (GBF-Ziel 14).

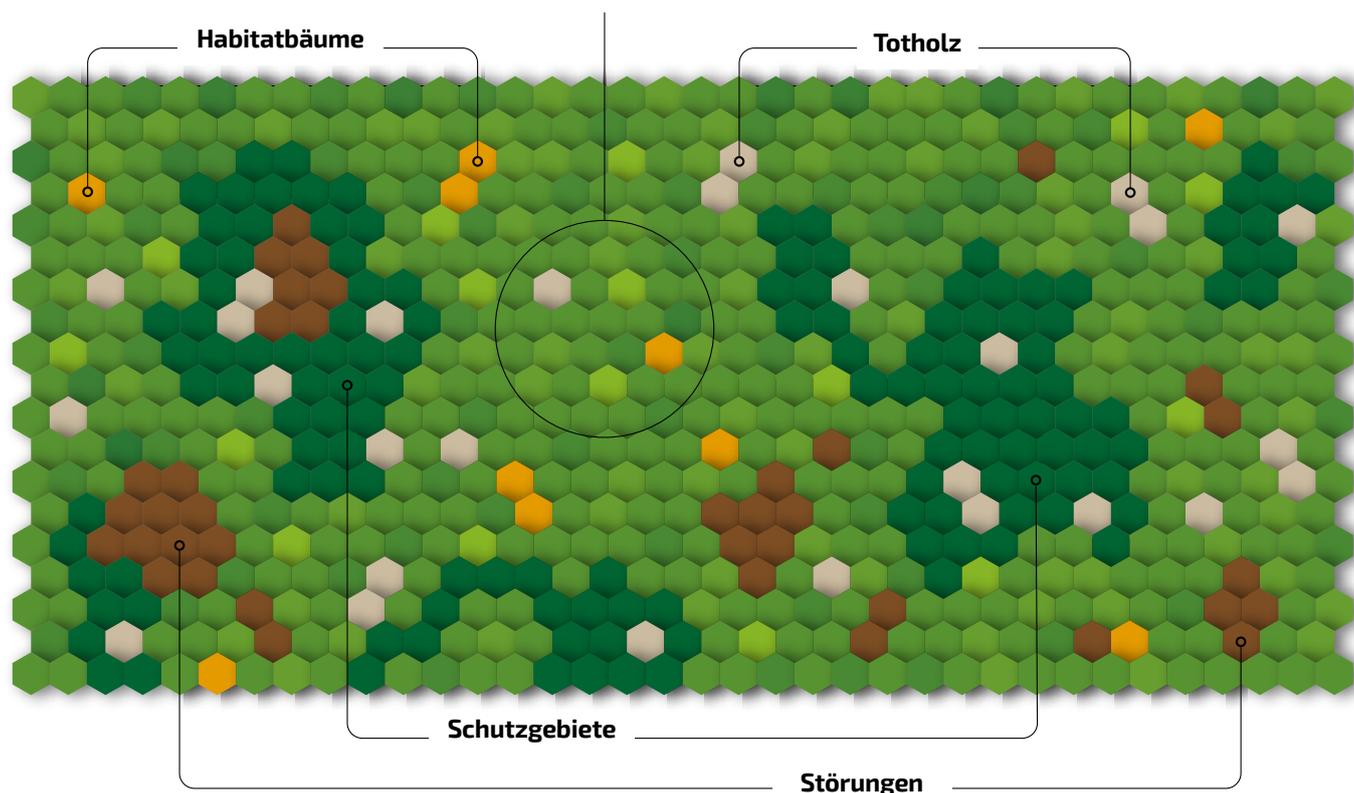
**Primärwälder sind Hotspots der Biodiversität** und müssen vor großflächiger Holzentnahme und Landnutzungsänderungen geschützt werden (>MustKnow7, GBF-Ziele 1, 3, 4). Bewirtschaftete **Sekundärwälder** weisen in der Regel eine geringere Biodiversität auf. In Regionen, in denen es keine Primärwälder mehr gibt, führt eine Mischung aus unterschiedlichen Bewirtschaftungsintensitäten und -ansätzen zu vielfältigen Lebensräumen<sup>8</sup>. Daher kann die räumliche Integration verschiedener Bewirtschaftungsansätze dazu beitragen, das Holzangebot, die Bereitstellung anderer Ökosystem-

leistungen sowie die Stärkung der Biodiversität zu kombinieren<sup>9</sup>. Studien aus Kanada und Nordeuropa deuten darauf hin, dass Landschaften, in denen einige Gebiete nicht und andere auf unterschiedliche Weise bewirtschaftet werden, in der Lage sein können, konkurrierende politische Ziele miteinander in Einklang zu bringen (>MustKnow7)<sup>10,11</sup>. Bei der Anpassung dieses Konzepts an Mitteleuropa sollte die unterschiedliche Eigentumsstruktur im Wald berücksichtigt werden, die eine Vielfalt von Bewirtschaftungsintensitäten und -ansätzen fördert (GBF-Ziel 22)<sup>12</sup>.

In bewirtschafteten Wäldern nutzen nachhaltige Bewirtschaftungsmethoden, die sich auf die strukturelle und kompositionelle Vielfalt von der Bestands- bis zur Landschaftsebene<sup>13</sup> sowie auf die Förderung von **Baummikrohabitaten** konzentrieren<sup>14</sup>, oft der Biodiversität und zugleich dem Klimaschutz und sie erhöhen zudem die Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel (>MustKnow1, GBF-Ziel 8)<sup>15-18</sup>. Der Erhalt von Totholz, alten **Habitatbäumen** und anderen Wald-elementen sichert die Kontinuität der strukturellen und kompositionellen

*Primärwälder sind Hotspots der Biodiversität und müssen vor großflächiger Holzentnahme und Landnutzungsänderungen geschützt werden.*

## Nachhaltige multifunktionale Waldbewirtschaftung



Modellwaldlandschaft mit wichtigen Elementen, um die Bereitstellung von **Ökosystemleistungen** mit dem Erhalt der Biodiversität in Einklang zu bringen. Kleine und große Schutzgebiete (dunkelgrün), wie Natura2000 und Nationalparks, sind in eine Matrix aus nachhaltig und multifunktional bewirtschafteten Wäldern mit unterschiedlichen Bewirtschaftungsintensitäten und -ansätzen eingebettet (verschiedene Grünschattierungen). Totholz (hellbraun), **Habitatbäume** (orange) und andere **baumbezogene Mikrohabitate** spielen in bewirtschafteten Wäldern eine wichtige Rolle, da sie Lebensraum für viele Arten bieten. Kleine und große gestörte Flächen (braun), die sich aus der **natürlichen Walddynamik** und klimabedingten Einflüssen wie Trockenheit, Borkenkäferausbrüchen und Stürmen ergeben, bieten die Möglichkeit, Artenvielfalt und Bewirtschaftungsansätze in bewirtschafteten Wäldern zu verändern, treten aber auch in Schutzgebieten auf, wo sie Teil der natürlichen Prozesse sind, die geschützt werden sollen (Grafik basierend auf Referenz 38).

Vielfalt und damit den Lebensraum für eine Vielzahl von Arten (GBF-Ziel 10)<sup>19,20</sup>.

Die steigende Nachfrage nach Holzprodukten und die Notwendigkeit, Sektoren mit hohem Anteil an fossilen Brennstoffen auf CO<sub>2</sub>-neutrale Brennstoffe umzustellen, könnten die Holzeinschläge und die negativen Auswirkungen auf die Biodiversität in in- und ausländischen Wäldern erhöhen. Schon jetzt stammen nicht alle deutschen Holzimporte aus nachhaltiger Forstwirtschaft<sup>21,22</sup>. Gleichzeitig wurden in Deutschland viele der jüngsten großflächigen Störungen mit Kahlschlägen beseitigt, die mit negativen Auswirkungen auf die Biodiversität einhergingen, und das Holz ins Aus-

land exportiert<sup>23</sup>. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, das derzeitige und prognostizierte inländische Holzangebot sowie die Holzimporte und -exporte gemeinsam zu berücksichtigen, um zu vermeiden, dass die deutsche Holznachfrage zu einem zunehmenden Erntedruck im Inland sowie zur Abholzung und Schädigung der Wälder in anderen Ländern führt (GBF-Ziele 1, 5)<sup>24</sup>. Das Lieferkettengesetz<sup>25</sup> und ähnliche Maßnahmen können dazu beitragen, dass nur nachhaltig geerntetes Holz in heimische Wertschöpfungsketten gelangt. Die Bevorzugung langlebiger Holzprodukte, die Förderung von Innovationen, die die Langlebigkeit und das Recycling von Holzprodukten erhöhen sowie die Verringerung des

Verbrauchs von Gütern und Dienstleistungen, die Holz nur kurz- oder mittelfristig nutzen, können dazu beitragen, den Verlust der Biodiversität durch die Zunahme der Holzernte zu verhindern (GBF-Ziel 16).

### Hintergrund

Es wird erwartet, dass auf EU-Ebene unter derzeitigen Bewirtschaftungspraktiken Wälder zukünftig weniger Kohlenstoff speichern können<sup>26</sup>. Das weist auf die Notwendigkeit hin, Bewirtschaftungsmethoden zu ändern. Diese Veränderungen müssen die Rolle der Wälder für den Schutz der biologischen Vielfalt berücksichtigen und vorhandene synergetische Effekte für eine verstärkte Kohlenstoffspeicherung in den Wäldern

durch eine geringere Ernte nutzen<sup>27</sup>. Es muss jedoch auch beachtet werden, dass im 21. Jahrhundert unter prognostizierten Klima- und Störungsentwicklungen mehr Wälder zu einer Kohlenstoffquelle werden könnten<sup>28</sup>.

Die Diskussion, wie Störungen in Wäldern zu bewältigen sind, insbesondere die von Großereignissen wie sie den deutschen Wald seit 2018 betreffen, ist zu einer emotionalen Debatte geworden<sup>29</sup>. Das Belassen von abgestorbenen Bäumen und nicht gerodeten Flächen in großflächig gestörten Gebieten hat Vorteile für die Biodiversität, die Verjüngung und das Mikroklima, kann sich aber ohne entsprechende Informationskampagnen über die Vorteile solcher Maßnahmen nachteilig auf das Ortsgefühl der ansässigen Bevölkerung auswirken. Gleichzeitig können

großflächige Störungen in schlecht angepassten Waldbeständen als Chance für eine beschleunigte Waldumwandlung in klimaangepasste und biodiversitätsreiche Waldgesellschaften gesehen werden.

Die natürliche, unterstützte oder künstliche Waldverjüngung ist ein Schlüsselprozess für die Widerstandsfähigkeit der Wälder. Der Verbiss junger Bäume durch große Populationen natürlich vorkommender Wildtiere wie Rehe und Rothirsche kann jedoch starke Auswirkungen auf die nächste Waldgeneration haben<sup>30</sup>. Insbesondere selektiver Verbiss kann die Baumartenvielfalt reduzieren<sup>31</sup>, sofern keine Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Hinzu kommt, dass natürlich vorkommende Raubtiere ausgerottet wurden und die Jagd durch den Menschen nicht ausreicht. Eine Studie

aus Polen deutet darauf hin, dass die Anwesenheit großer Raubtiere wie Wölfe einen starken Einfluss auf die natürliche Waldverjüngung haben kann, wenn sie Hirsche von Flächen mit jungen Bäumen fernhalten und so den Verbissdruck regulieren<sup>32</sup>.

Darüber hinaus ist eine aktive Wiederherstellung von Gebieten erforderlich, die von großflächigen Störungen betroffen sind, z. B. große Monokulturen von Nadelbaumarten. Maßnahmen zur Wiederherstellung, bei denen die natürliche Dynamik (z. B. die *Sukzession*) mit dem Pflanzen von vielfältigen, an die voraussichtlichen Umweltbedingungen angepassten Baumarten aus geeigneten genetischen Herkünften kombiniert wird, können sowohl positive ökologische als auch positive ökonomische Auswirkungen haben.

## Empfehlungen für die Politik

1. **Koordinierung von Wald-, Klima-, Biodiversitäts-, Bioökonomie- und anderen Politiken, um die politische Integration und Kohärenz auf verschiedenen räumlichen Ebenen zu fördern und dadurch die Bereitstellung von Ökosystemleistungen des Waldes, das Management von Störungsrisiken und den Erhalt der Biodiversität aufeinander abzustimmen.**
2. **Partizipative Entscheidungsfindung über die Gestaltung von öffentlichen Wäldern und Anreize für private Waldbesitzer, um weitere Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität in die forstwirtschaftliche Praxis zu integrieren.**
3. **Inländischen Verbrauch von Holzprodukten, das Holzangebot, sowie Holzimporte und -exporte gemeinsam betrachten, um Verluste der Biodiversität durch verstärkte Holzentnahme im In- und Ausland zu vermeiden.**

## Empfehlungen für die Gesellschaft

1. **Erhöhung der Akzeptanz und des Bewusstseins, z. B. durch Informationskampagnen, dass vorübergehend baumlose Wälder, abgestorbene Bäume und nicht gerodete Flächen in Gebieten mit großflächigen Störungen Teil der natürlichen Walddynamik und für den Lebenszyklus vieler Arten entscheidend sind.**
2. **Sensibilisierung dafür, dass der Erhalt von Totholzhabitaten, alten Habitatbäumen und weiteren Waldelementen bei Bewirtschaftungseingriffen die strukturelle und kompositionelle Vielfalt und damit die Kontinuität des Lebensraums für eine Vielzahl von Arten auf Landschaftsebene sichert und verbessert.**
3. **Langlebige Holzprodukte bevorzugen, das Recycling von Holzprodukten unterstützen und Waren und Dienstleistungen meiden, die Holz nur kurz- oder mittelfristig nutzen, um einen Verlust der Biodiversität durch vermehrten Holzeinschlag zu verhindern.**

# 6 Agrar- und Ernährungssysteme transformieren

- 1** Die Biodiversität und ihre *Ökosystemleistungen* sind entscheidende Voraussetzungen und Produktionsfaktoren für alle Agrar- und Ernährungssysteme.
- 2** Landwirtschaftliche Praktiken müssen sich stärker an den Mechanismen natürlicher Ökosysteme orientieren und regenerative Praktiken integrieren (>MustKnow7).
- 3** Landwirtschaft kann die Biodiversität fördern und zusätzliche Räume für Natur- und Artenschutz schaffen sowie die Ökosystemleistungen stärken, indem sie zur Verbesserung der Bodenqualität, zur nachhaltigen Wasserwirtschaft und zum Erhalt von Lebensräumen für Tiere und Pflanzen beiträgt (>MustKnows3, 5, 7).
- 4** Transparenz der wahren ökonomischen Effekte von Biodiversität in Gesamtsystemen fördert Änderung von Verhalten und Wirtschaften der Gesellschaft (>MustKnow10).
- 5** Landwirt\*innen sind Schlüsselakteure beim Schutz von Biodiversität und Klima (>MustKnow1).

Nachhaltige Agrarsysteme leisten einen Beitrag zum Erhalt und zur Förderung der Biodiversität, das stärkt die Resilienz entsprechender Anbausysteme und verbessert die Ernährungssicherheit.

MustKnow6 aus 2022 konzentrierte sich auf die Transformation der Landwirtschaft, betonte die Biodiversität als wesentlichen Produktionsfaktor und stellte die Landwirt\*innen als Schlüsselakteure für den Erhalt der Biodiversität heraus. Dieser Grundgedanke wird zu einer gemeinsamen Betrachtung von Agrar- und Ernährungssystemen weiterentwickelt und hat das Ziel, einen umfassenden gesellschaftlichen Wandel zu befördern.

Der Erhalt der biologischen Vielfalt ist nicht nur eine Frage des Umweltschutzes, sondern er ist auch ein entscheidender Faktor für die Funktionsfähigkeit und die Produktivität von Agrarökosystemen<sup>1-3</sup>. Natürliche Ökosysteme haben sich über lange Zeiträume entwickelt. Das Wissen über die komplexen Wechselwirkungen in natürlichen Systemen bildet die Grundlage für

landwirtschaftliche Praktiken, die nachhaltige und widerstandsfähige Agrarökosysteme unterstützen<sup>4,5</sup>, welche optimal auf Herausforderungen wie den Klimawandel oder das anhaltende Wachstum der Weltbevölkerung reagieren (>MustKnows1, 4)<sup>6,7</sup>. Eine höhere genetische Vielfalt führt langfristig zu stabileren Erträgen, reduziert den Schädlings- und Krankheitsdruck und wirkt sich positiv auf das Bodenleben aus, was indirekt die Gesundheit und die Kapazität der Böden, Kohlenstoff und Wasser zu speichern, erhöht (>MustKnows2, 3)<sup>8,9</sup>. Biodiversität kann so entscheidend dazu beitragen, den Einsatz von Agrochemikalien zu reduzieren. Als natürliche Ressource ist Biodiversität außerdem ein wesentlicher Baustein, um unterschiedliche Ökosystemleistungen zu sichern und muss daher zu einem unverzichtbaren Produk-

tionsfaktor landwirtschaftlicher Systeme werden<sup>10,11</sup>. Dazu gehört beispielsweise das Wissen über die Wechselwirkung von verschiedenen Organismenarten in Kombination mit der genetischen Vielfalt innerhalb einer Art. Die Umstellung auf nachhaltigere landwirtschaftliche Praktiken fördert Produktivität und langfristige Wirtschaftlichkeit und trägt dazu bei, Lebensräume für eine Vielzahl an Organismen zu erhalten oder wiederherzustellen<sup>12,13</sup>. Vielfalt stabilisiert Agrarökosysteme und senkt die Produktionskosten<sup>14</sup>. Durch die Förderung von Mischkulturen als Beispiel für eine agrarökologische Intensivierung können nicht nur lokal, sondern auch global Räume für den Naturschutz geschaffen werden. Diese tragen zum Erhalt der globalen Biodiversität bei<sup>11</sup>. Unabhängig von den kontrovers diskutierten



Preise müssen die realen Kosten berücksichtigen und die Wahrheit sagen.

**40%** Durch eine Kombination aus pflanzenbetonterer Ernährung, der Schließung von Ertragslücken und der Halbierung von Verlusten auf/nach dem Feld könnte der Flächenbedarf für die Landwirtschaft bis 2050 um mindestens 40% reduziert werden.

**2/3** Die weltweiten Agrarbeihilfen für Erzeuger belaufen sich derzeit auf fast 540 Mrd. USD pro Jahr. Mehr als 2/3 dieser Beihilfen gelten als preisverzerrend und in hohem Maße umweltschädlich.

Möglichkeiten neuer Produktionsansätze, z. B. *vertikaler oder zellulärer Landwirtschaft*, könnte durch einen kombinierten Ansatz aus einer stärker pflanzenbetonten Ernährung (>MustKnow10), der Schließung von Ertragslücken sowie der Halbierung von Verlusten auf und nach dem Feld der Flächenbedarf für die Landwirtschaft bis 2050 um mindestens 40 Prozent reduziert werden<sup>15-17</sup>. Die ökologische Transformation der Agrar- und Ernährungssysteme hat somit das Potenzial, zusätzliche Räume für den Natur- und Artenschutz zu schaffen. Damit werden insbesondere die Ziele 1-3 und 10 sowie 7, 8, 12 und 16 des *Kunming-Montreal Global Biodiversity Frameworks (GBF)* unterstützt.

Die wissenschaftsbasierte Erfassung und die Einbeziehung bisher ausgelagerter Kosten in die Preisgestaltung schafft die notwendige Transparenz für Entscheidungen und steuert den Konsum marktwirtschaftlich über den Preis. Kosten, die z. B. durch Wasserverschmutzung, *Bodendegradation* oder Treibhausgasemissionen entstehen, werden bisher nicht in den Produktkosten berücksichtigt.

Werden diese bisher vergesellschafteten Kosten transparent gemacht und in die Preisgestaltung einbezogen, wird der wahre Wert nachhaltig produzierter Lebensmittel sichtbar, und die Motivation für umweltfreundlichere Praktiken steigt<sup>18,19</sup>. Landwirt\*innen übernehmen so eine Schlüsselrolle im Kampf gegen den Klimawandel und werden Teil der Lösung zum Schutz der biologischen Vielfalt in Agrarsystemen. Eine weitere Verlagerung des Flächenbedarfs und die Umwandlung von natürlichen Lebensräumen in anderen Ländern können durch den ganzheitlichen Ansatz einer biodiversitätsfreundlichen Landwirtschaft verhindert werden (>MustKnow10)<sup>20</sup>.

Dafür bedarf es eines Masterplans, der Landwirt\*innen eine Perspektive gibt und eine konsequente Agrarwende einleitet. Die Transformation der Landwirtschaft kann nur durch eine verbesserte institutionelle Kooperation zwischen Umwelt- und Agrarpolitik und im Rahmen eines grundlegenden gesellschaftlichen (Werte-) Wandels erreicht werden. Zudem fehlt es derzeit an umfassender

interdisziplinärer und partizipativer Forschung sowie Knowhow-Transfer in die Praxis, um die Vielfalt von Lösungen zu testen, die Integration nachhaltiger Anbaukonzepte zu beschleunigen und Transformationsprozesse zu unterstützen.

### Hintergrund

Von natürlichen Ökosystemen lernen: Die Verbindung von landwirtschaftlichen Praktiken und grundlegenden Prinzipien natürlicher Ökosysteme wie Diversität, Zirkularität und Standortangepasstheit kann dazu beitragen, eine nachhaltigere landwirtschaftliche Produktion zu entwickeln. Biodiversität wird zu einem Motor für die *sozial-ökologische Transformation* der Produktion und damit zum Treiber für Innovationen – einem zentralen Element nachhaltiger, resilienter Agrarsysteme. Digitalisierung, künstliche Intelligenz und Automatisierung können das Management von biodiversen Systemen unterstützen und helfen, die Vorteile der Biodiversität zu erkennen und besser zu nutzen (>MustKnows8, 9)<sup>21-24</sup>. Landwirtschaftliche Praktiken sollten unter Berücksichtigung der genannten

Als natürliche Ressource ist Biodiversität ein wesentlicher Baustein, um unterschiedliche *Ökosystemleistungen* zu sichern, und muss daher zu einem unverzichtbaren Produktionsfaktor landwirtschaftlicher Systeme werden.

# Biodiversität wird zu einem Motor für die sozial-ökologische Transformation der Produktion und damit zum Treiber für Innovationen – einem zentralen Element nachhaltiger, resilienter Agrarsysteme.

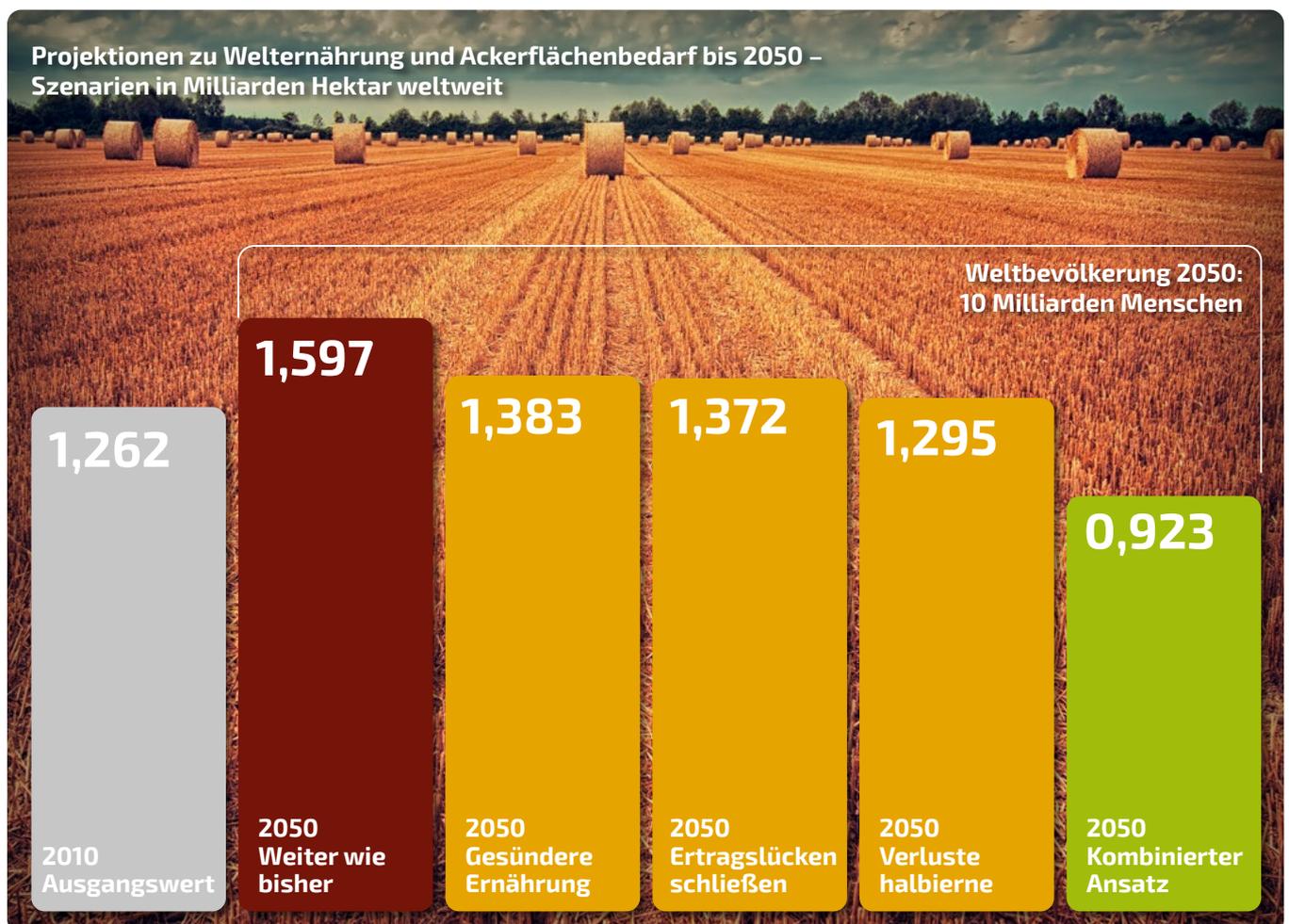
Aspekte neu gedacht und neu gestaltet werden, um eine zukunftsfähigere und nachhaltigere Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion zu ermöglichen<sup>25</sup>.

**Diversifiziertes Agrar- und Ernährungssystem:** Eine breite Palette von Kulturpflanzenarten und -sorten, Anbaumethoden und Produkten erhöht die Widerstandsfähigkeit von Agrarsystemen gegenüber externen

Einflüssen. Produktivität und Einkommen der Landwirt\*innen werden zudem gesteigert. Ein integrierter Ansatz für Gesundheit und Umwelt (>MustKnow2) ist unerlässlich und ermöglicht die Integration systemischer Prinzipien. Dies erfordert die Zusammenarbeit über unterschiedliche Disziplinen und Sektoren hinweg.

**Gesellschaftlicher Wandel:** Landwirt\*innen besitzen eine hohe

intrinsische Motivation für den Schutz von Biodiversität<sup>26</sup>. Hauptschwierigkeiten bei der Umsetzung von Maßnahmen zu deren Erhalt liegen nicht in einem mangelnden Biodiversitätsbewusstsein, sondern in Aspekten der praktischen Umsetzung: Fehlende Flexibilität von Förderprogrammen, die Sorge vor Risiken und ein hoher Mess- und Dokumentationsaufwand erschwe-



Wenn wir so weitermachen wie bisher (Säule 2), entsteht ein nicht zu deckender zusätzlicher Ackerflächenbedarf, während durch kombinierte Maßnahmen (Säule 6) aus gesünderer Ernährung, Schließung von Ertragslücken und Halbierung von Verlusten auf und nach dem Feld bzw. Stall der Ackerflächenbedarf sogar reduziert werden kann. Dadurch werden Flächen frei, die für andere Maßnahmen entsprechend der GBF-Ziele genutzt werden können (Grafik basierend auf Referenz 15).

ren den Landwirt\*innen massiv, diese Motivation zu verwirklichen. Die öffentliche Aufmerksamkeit sollte sich weniger auf die Ursachenzuschreibung an die Landwirtschaft fokussieren, sondern auf das Wollen der Landwirt\*innen und den Abbau der Hindernisse<sup>22</sup>. Um den Agrarsektor an zukünftige Aufgaben und Anforderungen anzupassen, sind innovative Ansätze und Methoden, aber auch finanzielle Anreize durch öffentliche Mittel und privatwirtschaftliche Anreize erforderlich. Des

Weiteren ist eine Veränderung des Konsumverhaltens der Gesellschaft (>MustKnow10) notwendig, die durch steuerliche Anreize gefördert werden können.

Ökosystemleistungen, die durch die Förderung der Biodiversität und die Verbesserung der Boden-, Luft- und Gewässerqualität gestärkt werden, führen letztendlich zu einer klimaresilienteren Landwirtschaft und tragen so auch wesentlich zum Wohlergehen der Gesellschaft bei (>MustKnows1, 2). Diese system-

übergreifenden Zusammenhänge werden lokal und wissenschaftlich unterfüttert bereits vermittelt. Es ist wichtig, dass Politik, Wirtschaft und Gesellschaft die Bedeutung der biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft und in der Nahrungsmittelproduktion anerkennen und entsprechend handeln. Demonstrationbetriebe, Lehrgärten und *Living Labs*, aber auch Aus- und Weiterbildung können hier unterstützend wirken und Innovationen aktiv vorantreiben (>MustKnow8).

## Empfehlungen für die Politik

1. Eine vielfältige Landwirtschaft mit biodiversitätsfördernden Maßnahmen ist resilienter gegenüber globalen Herausforderungen und Krisen. Sie sorgt für den Erhalt der Funktionsfähigkeit von Agrarökosystemen und damit für nachhaltige Produktivität und mehr Ernährungssicherheit.
2. Die Umgestaltung des Agrar- und Ernährungssektors muss durch politische und wirtschaftliche Anreize wie veränderte Steuersätze, Subventionen, aber auch eine geschickte ordnungsrechtliche Rahmensetzung begleitet werden. Das Preisdiktat von Lebensmittelkonzernen, Großmolkereien und Großschlachtereien gilt es abzuschaffen. Zudem kommt der gezielten Aus- und Weiterbildung, die auf wissenschaftlich belegbaren Fakten beruht, eine fundamentale Rolle zu.
3. Es ist nicht nur nötig, die Biodiversität in der Landwirtschaft zu erhöhen, sondern sie muss in das gesamte Ernährungssystem integriert werden. Öffentliche Gelder müssen öffentliche Leistungen fördern. Nicht der Erhalt, sondern die Transformation der Agrar- und Ernährungssysteme sollte das Ziel sein, und etablierte Praktiken wie die Prämierung von Flächen ersetzen. Konzepte wie *One Health* oder *One Planet* (>MustKnow2) dienen dabei als Orientierungshilfen.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

Zwischen Wahrnehmung und Verhalten klafft eine große Lücke. Diese Lücke muss geschlossen werden. Da nachhaltiges Handeln auch mit höheren Kosten verbunden sein kann, sind Anreize für Verhaltens- und Handlungsänderungen notwendig, verbunden mit sozialen Ausgleichsmaßnahmen, die Personen mit niedrigeren Einkommen entlasten (>MustKnow10). Daraus ergeben sich folgende Handlungsprämissen für die Gesellschaft:

1. Der Erhalt der Biodiversität ist eine grundlegende gesamtgesellschaftliche Aufgabe und erfordert ein besseres Verständnis ihrer vielfältigen Wechselwirkungen. Mit den 10MustKnows24 möchten wir dieses Verständnis stärken.
2. Das vorhandene Wissen über die schwierige Lage der Biodiversität in der Agrarlandschaft und deren Bedeutung für die Gesellschaft muss der Öffentlichkeit und der Politik wirksamer vermittelt werden (>MustKnow8).
3. Ein grundlegendes Verständnis für die Auswirkungen des eigenen Konsum- und Lebensstils auf Biodiversität und Klima (>MustKnow1), aber auch auf die eigene Gesundheit (>MustKnow2), treibt die Transformation des Agrar- und Ernährungssystems voran. Veränderte Ernährungsumwelten (>MustKnow10) unterstützen die Veränderung individuellen Handelns.

# 7 Land und Ressourcen schützen

- 1** Der Schutz, die Wiederherstellung und die Entwicklung der biologischen Vielfalt und der natürlichen Ressourcen müssen in allen Diskussionen, Entscheidungen und Raumplanungsprozessen und auf allen Ebenen berücksichtigt werden. Das gilt für die Planung von internationalen und nationalen Schutzgebieten einschließlich ihrer Verbindungen (Biotopverbund) bis hin zur regionalen und lokalen Raumplanung.
- 2** Die Wiederherstellung degradierter Gebiete muss sofort beginnen und beschleunigt werden.
- 3** Schutzgebiete und ihre Vernetzung bilden das Rückgrat, um die Biodiversität zu erhalten. Es gilt zu verhindern, dass erreichte Standards im Artenschutz (EU-Artenschutz, Landschaftsschutzgebiete) für anderweitige Nutzungen, wie z. B. Photovoltaikanlagen, aufgeweicht werden. Vielmehr müssen neue Schutzgebiete umgesetzt und durchgesetzt werden. Bestehende Schutzgebiete müssen effektiver gemanagt werden.
- 4** Ein integratives, sektorübergreifendes Biodiversitätsmanagement sollte auch außerhalb von Schutzgebieten durchgesetzt werden, z. B. in Agrarlandschaften und Wäldern (>MustKnows5, 6).
- 5** Auf allen Ebenen gilt es, Akteure zu befähigen, wirksame Beiträge zum Erhalt der biologischen Vielfalt zu leisten (>MustKnow8). Dazu müssen gesellschaftliche Diskurse initiiert und intensiviert, bestehende Politik- und Governance-Instrumente gestärkt und gezielt durch neue ergänzt werden. Das ist eine zentrale Voraussetzung für eine *sozial-ökologische Transformation*.

Seit 2022 hat sich die gesellschaftliche Debatte über die Transformation noch einmal verschärft, und Politik und Planung sehen sich mit zunehmenden, oft widersprüchlichen Handlungsoptionen konfrontiert. Der Erhalt der biologischen Vielfalt und der natürlichen Ressourcen muss bei Entscheidungen zur Landnutzung und der Raumplanung oberste Priorität haben.

*MustKnow7* reflektiert die verbindlichen Ziele des [Kunming-Montreal Global Biodiversity Frameworks \(GBF\)](#); insbesondere *GBF-Ziele 1–3, 12, 14, 19d*) und ihre Umsetzung auf regionaler und nationaler Ebene. Damit geht es über das *MustKnow7* von 2022 hinaus.

Der Schutz der biologischen Vielfalt muss sektorübergreifend in alle Entscheidungen zur Landnutzung integriert und in der Raumplanung konkretisiert sowie rechtsverbindlich

gestaltet werden. Die Vermeidung von negativen Auswirkungen auf die Biodiversität muss Vorrang vor anderen Interessen haben. Aktuelle Gesetzesvorhaben (*Beschleunigungsgesetze*), die das Artenschutzrecht in den Bereichen Verkehr, Industrie, erneuerbare Energien und Bauen aufweichen und die Eingriffsregelung auf finanzielle Kompensationen oder Ausgleichszahlungen beschränken, weisen in die falsche Richtung (vgl. Ergebnisse des Koalitionsausschusses

3/2023). Stattdessen sollte die Suche nach Synergien für eine nachhaltige Entwicklung im Vordergrund stehen. Zu diesem Zweck muss unbedingt überwacht werden, ob die GBF-Ziele erreicht werden. Jedes Projekt und die damit verbundene Flächeninanspruchnahme sollten daraufhin geprüft werden.

Das [EU-Gesetz zur Wiederherstellung der Natur](#) ist das erste dieser Art in Europa, das alle Ökosysteme umfasst. Es sieht unter

# 3x

Eine 3-fache Innenentwicklung ist notwendig, um Freiräume auch für Biodiversität in besiedelten Bereichen zu erhalten. Es geht darum, Mobilität, Grün- und Freiflächen sowie Bauen gemeinsam qualifiziert zu entwickeln<sup>17</sup>.

# 268.721

*Globale Wirksamkeit des Managements von Schutzgebieten: Weltweit gibt es 268.721 Schutzgebiete: 16,05 % der Land- und Binnengewässer stehen unter Schutz<sup>15</sup>. Aber nur 59 Gebiete sind (seit Oktober 2023) in der Grünen Liste der IUCN für geschützte oder erhaltene Gebiete aufgeführt, die zertifiziert und anerkannt sind, weil sie auf faire und effektive Weise kontinuierliche Ergebnisse für Mensch und Natur erzielen.*

# 50%

*Weniger als 50% der Gewässer in der EU befinden sich in einem guten ökologischen Zustand. In Deutschland wurden mehr als 95% der ursprünglichen Moorgebiete entwässert. Es ist daher nicht überraschend, dass die biologische Vielfalt in aquatischen Ökosystemen am stärksten bedroht ist<sup>16</sup>.*

anderem die Wiederherstellung von degradierten Feuchtgebieten und Mooren vor, die auch im deutschen Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK) gefordert wird (>MustKnows1). Am 27.2.2024 hat das Europäische Parlament das EU-Gesetz zur Wiederherstellung der Natur verabschiedet. Dieses Gesetz muss nun mit ambitionierten nationalen Standards, in Deutschland z. B. in einer Wiederherstellungsverordnung, umgesetzt werden. Potenzielle Flächen für die Renaturierung von Ökosystemen müssen identifiziert, gesichert und entwickelt werden. Auch hier ist regelmäßig zu überprüfen, ob die GBF-Ziele erreicht werden.

GBF-Ziel 3, das den wirksamen Erhalt und Management von 30 Prozent der Land- und Binnengewässer sowie der Meeres- und Küstengebiete fordert, setzt einen wirksamen Schutzstatus für Schutzgebiete voraus (>MustKnow1). Dafür reicht es nicht aus, lediglich die bestehenden

Schutzgebiete zusammenzufassen. Neben dem Erreichen des quantitativen Ziels ist es unerlässlich, einen qualitativ wirksamen Schutz der Gebiete zu fördern<sup>1</sup>.

Ein Konzept für *grüne Infrastruktur*<sup>2</sup> und ein bundesweiter Biotopverbund sollten über die bestehende Schutzgebietslandschaft hinausgehen und Schutzgebiete sowie *Hotspots der Biodiversität* großräumig und rechtsverbindlich miteinander verbinden. Dieser Verbund könnte durch ein neues Naturflächengesetz umgesetzt werden. Der Schutz der biologischen Vielfalt, des Wassers, des Bodens und des Klimas sollte verknüpft werden, um einen konsequenten und umfassenden Ressourcenschutz zu gewährleisten (>MustKnows1, 3, 8). *Naturbasierte Lösungen* sind sowohl im städtischen als auch im ländlichen Kontext erste Wahl, da sie eine Grundlage für den Wasserrückhalt, den Schutz von Frei- und Grünflächen, die Wiederherstellung

von Grundwasserreserven und den Klimaschutz, aber auch für den Erholungswert bilden<sup>3,4</sup>.

Gesellschaftlicher Diskurs und politischer Konsens über die Frage: „Wie wollen wir in Zukunft leben?“ sind wichtige Voraussetzungen für eine sozial-ökologische Transformation. Dazu gehört die Entwicklung neuer *Narrative* und die Bildung neuer Allianzen<sup>5</sup>. Land- und Forstwirtschaft\*innen spielen dabei eine zentrale Rolle. Sie sollten zu *Pfleger\*innen der Biodiversität* werden (>MustKnow6)<sup>6</sup>. Ein Ansatz ist, der Land- und Forstwirtschaft einen angemessenen finanziellen Ausgleich für die Entwicklung von *Ökosystemleistungen* und biologischer Vielfalt zu gewähren. Subventionen, die der Biodiversität schaden, sollten gestrichen werden und somit das *GBF-Ziel 18* national umgesetzt werden. Bis zum Erreichen des Gesamtziels der *Netto-null*-Flächeninanspruchnahme sollten Kommunen, deren Handlungsspielraum durch

Der Schutz von Land und natürlichen Ressourcen ist Teil der *sozial-ökologischen Transformation*. Interessenkonflikte bei der Bewertung und Nutzung natürlicher Ressourcen sollten durch integrierte Ansätze zum Klima- und Biodiversitätsschutz gelöst werden.

neue Schutzgebiete oder wiederhergestellte Ökosysteme eingeschränkt werden, einen finanziellen Ausgleich erhalten. Naturschutzbehörden und Entscheidungsgremien müssen mit ausreichenden Kapazitäten ausgestattet werden, um ihre Arbeit effektiv durchführen zu können. Darüber hinaus ist es unerlässlich, **Biodiversitäts-Offsets** als international anerkanntes Prinzip zu berücksichtigen. Das Vermeiden und Verringern von Eingriffen in die Natur sollte jedoch Vorrang haben<sup>8</sup>, um letztlich einen Nettogewinn in der Raumplanung zu erzielen<sup>9,10</sup>.

### Hintergrund

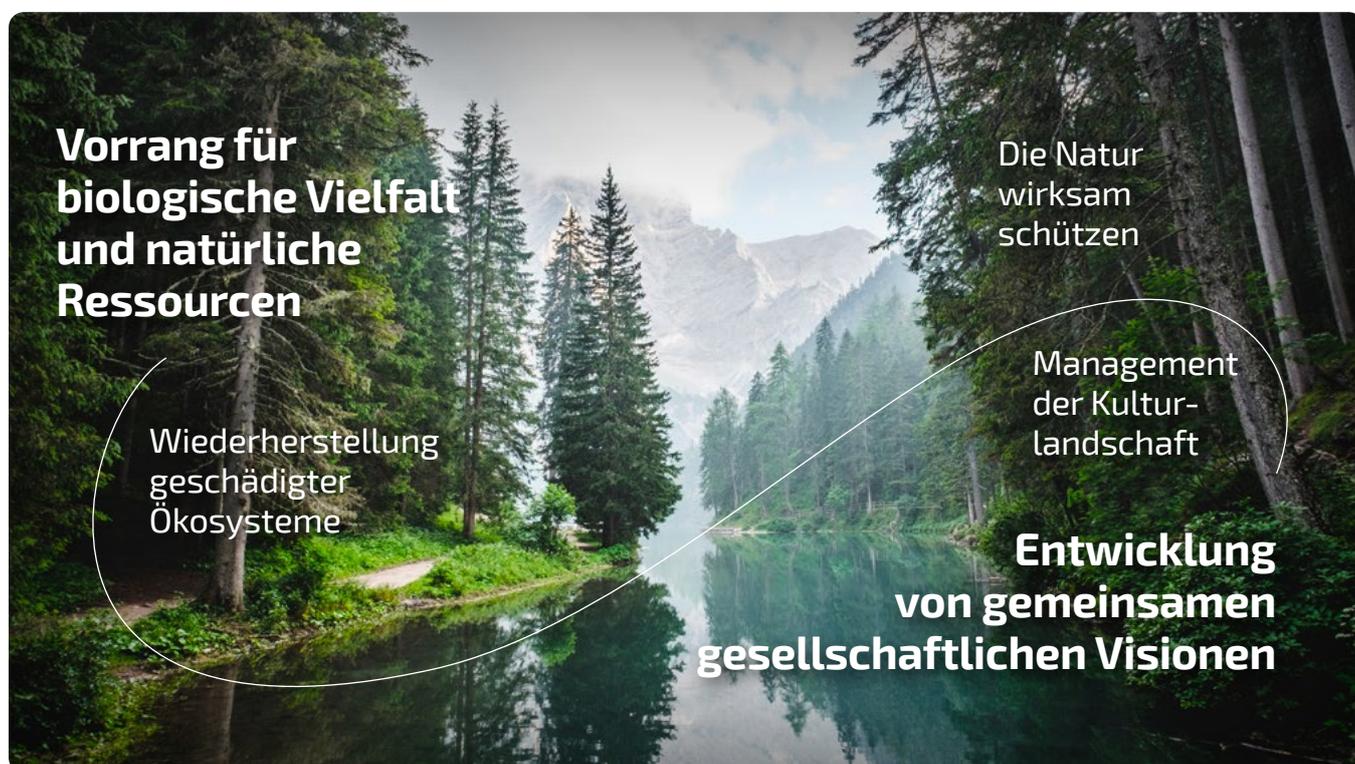
Täglich werden in Deutschland ca. 60 Hektar (ha) an neuen Siedlungs- und Verkehrsflächen ausgewiesen. Damit rückt das Flächenverbrauchsziel der Bundesregierung von 30 ha/Tag oder Netto-null in weite Ferne. Die Böden können ihre grundlegenden Funktionen nicht mehr erfüllen, ihre Ökosystemleistungen gehen verloren und Lebensräume verschwinden<sup>11</sup>.

Die Wiederherstellung von Ökosystemen ist mit dem Wettbewerb um Land verbunden. Entscheidend ist, negative Auswirkungen auf die Ökosysteme zu vermeiden. Insbesondere Feuchtgebiete, Gewässer und Moore sind für die Regulierung der Wassermenge und -qualität und die Anreicherung des Grundwassers von zentraler Bedeutung, um eine nachhaltige Landwirtschaft zu gewährleisten sowie das Klima und die Biodiversität zu schützen<sup>12</sup>. Sie stehen jedoch durch den Klimawandel und die landwirtschaftliche Nutzung zunehmend unter Druck<sup>13</sup>. Ihrer Wiederherstellung muss hohe Priorität eingeräumt werden (>MustKnows1, 6).

Viele Schutzgebiete in Deutschland erreichen nicht die angestrebten Schutzziele.<sup>14</sup> Sie sind zu klein und isoliert, werden schlecht oder gar nicht gemanagt und sind den Auswirkungen des Klimawandels ausgesetzt. Das Ziel, 30 Prozent der Land- und Meeresgebiete zu schützen, muss daher dem Umfang, der Vernetzung und der Qualität dieser Gebiete Rechnung tragen

(>MustKnow1). Zugleich gilt es, eine immer intensivere Nutzung der verbleibenden Gebiete zu verhindern. Der Schutz von Land und natürlichen Ressourcen ist Teil der sozial-ökologischen Transformation. Interessenskonflikte bei der Bewertung und Nutzung natürlicher Ressourcen sollten durch integrierte Ansätze zum Klima- und Biodiversitätsschutz gelöst werden.

Politische Akteure sollten durch geeignete Narrative und Dialogprozesse, wie sie die Umsetzung der deutschen **Nationalen Biodiversitätsstrategie 2030 (NBS2030)** begleiten, gemeinsame Visionen und Prozesse für mehr Biodiversitätsschutz schaffen. Auch das Ordnungsrecht, kombiniert mit ökonomischen Anreizen wie Steuern und Subventionen, gilt es zu nutzen. Positivbeispiele sollten sich an die institutionelle Ebene (z. B. **Zukunftskommission Landwirtschaft**) und auch an die Zivilgesellschaft sowie an Berufsvertretungen und Verbände richten.



*Biodiversität muss einen zentralen Stellenwert in Planungs- und Landnutzungsentscheidungen bekommen.*

Der Schutz der biologischen Vielfalt muss sektorübergreifend in alle Entscheidungen zur Landnutzung integriert und in der Raumplanung konkretisiert sowie rechtsverbindlich gestaltet werden.

### Empfehlungen für die Politik

- 1. Aufruf zum Handeln:** Der kleinste gemeinsame Nenner reicht nicht aus. Alle relevanten Akteure müssen im Sinne einer Biodiversitätsverantwortung politische Verantwortung für Entscheidungen zum konsequenten Schutz der Biodiversität und der Land-Wasser-Ökosysteme übernehmen. Integrative, sektorübergreifende Strategien liegen im Rahmen der *nationalen Biodiversitätsstrategie 2030 (NBS2030)*, des *europäischen Grünen Deals*, des angedachten *Naturflächengesetzes* und weiterer Gesetze(sentwürfe) vor. Diese Strategien gilt es, konsequent umzusetzen. Dafür müssen die erforderlichen rechtlichen, personellen, finanziellen und technischen Ressourcen bereitgestellt sowie klare Verantwortlichkeiten und umsetzbare Ziele definiert werden.
- 2. Synergetisches Handeln:** Ressourcenschutz funktioniert am besten, wenn es eine dauerhafte Mehrheit für den Schutz der biologischen Vielfalt gibt, die Synergien mit anderen Aspekten der nachhaltigen Entwicklung schafft. Eine zielorientierte, fundierte Debatte über den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen ist nicht möglich, wenn politische Ziele (Biodiversität und Ressourcenschutz, z. B. bei der Nutzung von Holz; >MustKnow5) gegeneinander ausgespielt werden. Die Politik sollte mögliche Konflikte bereits im Vorfeld von Programmen und Gesetzen beachten und lösen.
- 3. Biodiversitäts-Mainstreaming** in allen Sektoren: Der Schutz der natürlichen Ressourcen (Land, Wasser, Böden, Luft, Biodiversität und Landschaften) muss als Querschnittsaufgabe in allen Entscheidungsprozessen vorrangig berücksichtigt werden (die Gewichtung der Abwägungen muss zugunsten der Biodiversität und der Ökosystemleistungen verschoben werden) und sektorübergreifend für eine nachhaltige Entwicklung priorisiert werden.

### Empfehlungen für die Gesellschaft

- 1.** Wir alle profitieren von dem Erhalt der natürlichen Ressourcen und der biologischen Vielfalt. Das nachhaltige Nutzen der Natur kann z. B. zu einem synergetischen Motor für Innovation und neue Arbeitsplätze werden.
- 2.** Wir alle können dazu beitragen, die Debatte zu versachlichen. Wir alle sind verantwortlich, und wir alle können etwas tun, um Land zu schützen, natürliche Ressourcen zu erhalten und die Biodiversität zu schützen und zu entwickeln.
- 3.** Wir alle können zusammenarbeiten, um unsere natürlichen Ressourcen zu erhalten. Wir brauchen positive Narrative und Beispiele, in denen sich die Menschen mit ihren Bedürfnissen und Hoffnungen wiederfinden können. Die Gesellschaft muss bestehende Narrative überwinden, z. B. das Entgegenstellen von Naturschutz und Landwirtschaft. Wir brauchen neue Allianzen und neue Visionen für eine gemeinsame und gesunde Zukunft.

# 8 Transformativen Wandel durch internationale Zusammenarbeit und Bildung für nachhaltige Entwicklung bewirken

- 1** Obwohl Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität in den vergangenen Jahrzehnten zugenommen haben, sind ganzheitlichere Ansätze erforderlich. Sie müssen die unterschiedlichen Verantwortlichkeiten der Akteure anerkennen und Ungleichheiten wie Ungerechtigkeiten angehen<sup>1,2</sup>.
- 2** Lücken bei Indikatoren, die Politik und Öffentlichkeit verständlich über den Zustand der Biodiversität informieren (inklusive Maßnahmen zu ihrem Schutz und Erhalt), müssen durch Kapazitätsaufbau, Technologietransfer und wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen Ländern mit hohem, mittlerem und niedrigem Einkommen ermittelt und geschlossen werden. Zudem müssen Monitoringdaten zur Unterstützung der Indikatoren bereitgestellt werden. Dabei muss *Indigenes und lokales Wissen (ILK)* einbezogen werden (>MustKnow4).
- 3** *Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)* ist der Schlüssel, um umsetzungsorientierte (translationale) Zusammenarbeit sowie lösungsorientierte, transformative Maßnahmen und Verhaltensänderungen anzustoßen. Diese sind erforderlich, um die Ziele des *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF)* und die *globalen Nachhaltigkeitsziele (SDGs)* zu erreichen. Digitale und innovative Instrumente oder auch die Zusammenarbeit von Kunst und Wissenschaft tragen dazu bei, Menschen unterschiedlicher Herkunft anzusprechen. Sie helfen, das Bewusstsein dafür zu schärfen, dass eine intakte Umwelt eine Grundvoraussetzung für Gesundheit und Wohlergehen ist (>MustKnow2) und das Wissen um die Auswirkungen unserer Aktivitäten auf den Schutz und die Wiederherstellung von Biodiversität breit zu verankern.
- 4** Bürgerwissenschaft (*Citizen Science*) hat das Potenzial, das Verständnis für die Bedeutung der Biodiversität (und ihren Verlust) in der Gesellschaft zu fördern und zu vertiefen. Zugleich tragen diese Projekte zu einer lebendigen Demokratie bei (>MustKnow9).
- 5** Große Investmentgesellschaften haben die Macht, das Erdsystem zu (de)stabilisieren<sup>3</sup>, ihre Investmententscheidungen sind daher zentral für eine nachhaltige Entwicklung. Weiterhin müssen wirtschaftlich tätige Unternehmen, Industrie und Finanzinstitutionen ihre Auswirkungen auf die Biodiversität entlang der Wertschöpfungsketten und bei Investitionen konsequent verfolgen, wie es die kürzlich verabschiedete *Richtlinie zur Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen (CSRD)* fordert (>MustKnow10)<sup>1</sup>.

Angesichts weltumspannender Abhängigkeiten können nur internationale und transnationale Kooperationen und Infrastrukturen den Verlust der biologischen Vielfalt aufhalten. Die Komplexität des Biodiversitätsverlusts verlangt, Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft miteinander zu verbinden und über alle Alters- und Gesellschaftsgruppen hinweg die *Bildung für nachhaltige Entwicklung* zu stärken.

**1/3** Von 97 Citizen Science-Projekten in Deutschland befasst sich mehr als 1/3 mit Biodiversitätsforschung<sup>41</sup>.

**7%** Aufzeichnungen über das Vorkommen von Arten sind für weniger als 7% der Erdoberfläche verfügbar (11% für Landflächen und 4% für Ozeane)<sup>33</sup>.

**3,8 Mrd €** Die Bestäubung durch Insekten hat in Deutschland einen wirtschaftlichen Wert von 3,8 Mrd. € und weltweit von 1% des Bruttosozialprodukts.

Im Jahr 2022 untersuchte *Must-Know8*, wie sich Verbindungen und Verflechtungen zwischen Ländern auf die Biodiversität auswirken und wie Bürgerwissenschaft dazu beiträgt, unser Wissen über die Biodiversität zu verbessern. In dieser Ausgabe greifen wir diese Überlegungen auf und erkunden, wie internationale Kooperationen gestaltet werden können, um die Biodiversität besser zu schützen und welche Bedeutung der Bildung für nachhaltige Entwicklung zukommt.

Menschliche Aktivitäten, insbesondere in den Industrienationen, können die Biodiversität negativ beeinflussen, mit weitreichenden Folgen für das menschliche Wohlergehen<sup>4</sup>. Die Auswirkungen auf die Biodiversität sind zwar lokal, aber die Treiber des Biodiversitätswandels sind global miteinander verbunden. Diese Fernkopplung zeigt sich auch darin, dass Deutschlands *Biodiversitäts-Fußabdruck* außerhalb seiner Grenzen viel größer ist als innerhalb (>*MustKnow10*)<sup>5,6</sup>. Viele deutsche und EU-Handelsvorschriften und Ausgleichsmaßnahmen übertragen gleichwohl die Verantwortung für den Erhalt der Biodiversität auf Länder mit niedrigem und mittlerem Einkommen, die nicht nur die artenreichsten Regionen der Erde beherbergen (>*Must-Know4*)<sup>7,8</sup>, sondern auch unverhältnismäßig stark vom Klimawandel und dem Verlust der Biodiversität betroffen sind. Derartige Regelungen, die globale Ungleichheit verschärfen,

müssen überwunden werden. Der Schutz der Biodiversität erhöht die Widerstandsfähigkeit und sichert die Gesundheit von Mensch und Planet (>*MustKnows1, 2*)<sup>9,10</sup>. Die Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität haben in den vergangenen Jahrzehnten zugenommen, aber ganzheitlichere Ansätze, die den unterschiedlichen Verantwortlichkeiten der Akteure gerecht werden und Ungleichheiten wie Ungerechtigkeiten angehen<sup>12</sup>, sind unerlässlich. Dazu können erhöhte Finanzbeiträge und Entwicklungshilfen von Ländern mit hohem Einkommen für Länder mit niedrigerem Einkommen beitragen, die deren Kosten für den Schutz und die Wiederherstellung der Biodiversität ausgleichen und den Verlust der Biodiversität und Umweltschäden kompensieren (*GBF-Ziel 19*).

Kapazitätsaufbau, Technologietransfer und wissenschaftliche Zusammenarbeit (*GBF-Ziel 20*) sind entscheidend, um Wissenslücken zu schließen und zu einem offenen und gerechten Wissenstransfer beizutragen. So bietet z. B. *NFDI4Biodiversity* Zugang zu Diensten und Instrumenten für den Umgang mit und die Verwaltung von Biodiversitäts- und Umweltdaten in Forschung und Verwaltung sowie Citizen und Community Science (Bürger- und Gemeinschaftswissenschaft)<sup>18</sup>. Ein globales Beobachtungssystem für die Biodiversität (*GBiOS*)<sup>19</sup>, das Technologien, Daten und Wissen aus der ganzen Welt vereint, könnte die

Zusammenarbeit und den Datenaustausch fördern. Es ermöglicht, die erforderlichen Daten zu liefern, um die Biodiversität und deren Veränderungen umfassend zu überwachen, die Triebkräfte des Wandels zu ermitteln und die Wirksamkeit gezielter Maßnahmen zu messen (>*MustKnow9*)<sup>20</sup>.

Entscheidungsträger\*innen benötigen den Zugang zu den besten verfügbaren Daten, Informationen und Kenntnissen (>*MustKnow9*; *GBF-Ziel 21*). Bei den Indikatoren und bei zuverlässigen Daten, die den Indikatoren zugrunde liegen, gibt es Lücken. Historische Ungleichheiten bedingen zudem eine Schräglage bei der Verfügbarkeit, Sammlung und Überwachung von Biodiversitätsdaten auf globaler Ebene (>*MustKnow4*)<sup>13,14</sup>. Die Integration von Indigenem und lokalem Wissen (unter Berücksichtigung von *FAIR*- und *CARE*-Datengrundlagen<sup>15</sup> trägt dazu bei, diese Lücken zu schließen und gerechte Entscheidungen zu erleichtern<sup>16,17</sup>. Ein Mechanismus, der den offenen Zugang, die freie Nutzung und einen fairen und gerechten Ausgleich der Vorteile, die sich aus der Nutzung genetischer Ressourcen in Form von *digitalen Sequenzinformationen (DSI)* ergeben, sicherstellt, trägt ebenfalls zur Beseitigung von Ungleichheiten bei (>*MustKnow9*).

Der Bildungssektor ist ein zentraler Akteur des Wandels. Er baut die Kapazitäten auf, die den gesamtgesellschaftliche Ansatz des GBF stärken<sup>21</sup>, schärft das Bewusstsein für

Die Auswirkungen auf die biologische Vielfalt sind zwar lokal, aber die Treiber des Biodiversitätswandels sind global miteinander verbunden.



sammenarbeit ist von entscheidender Bedeutung, um die Ziele des GBFs zu erreichen. Gleich mehrere Ziele greifen globale Ungleichgewichte und Ungerechtigkeiten<sup>1,2</sup> auf und fordern, die internationale Zusammenarbeit zu transformieren und neue Governance-Ansätze und -Instrumente zu entwickeln<sup>30</sup>.

Es ist entscheidend, Fortschritte (und Kurskorrekturen) im Hinblick auf die 23 Aktionsziele des GBF zu verfolgen, um den Rückgang der Biodiversität umzukehren<sup>31</sup>. Noch mangelt es an geeigneten Indikatoren<sup>32</sup> sowie unterstützenden Daten. Das gilt insbesondere für Regionen mit hoher Biodiversität<sup>33</sup>. Selbst in Europa ist

der Zugang zu den verfügbaren Daten oft beschränkt. Dies schränkt unsere Möglichkeiten ein, z. B. die Auswirkungen auf die Biodiversität in verschiedenen Regionen zu vergleichen oder Veränderungen im Laufe der Zeit zu verfolgen (>MustKnow9)<sup>34,35</sup>.

Bildung für nachhaltige Entwicklung ist ein zentraler Faktor, um transformative Maßnahmen in Gang zu setzen, um den gesamtgesellschaftlichen Ansatz des GBF und die SDGs zu verwirklichen<sup>36,37</sup>. Sie richtet sich an alle Teile der Gesellschaft und schärft das gesellschaftliche Bewusstsein für die Bedeutung der Biodiversität. Neuartige und innovative Methoden, die eine Vielzahl

von Interessengruppen einbeziehen, zielen auf Verhaltensänderungen, um die Biodiversität zu einem politischen und gesellschaftlichen Leitgedanken im Handeln werden zu lassen. Citizen Science verändert die Einstellung der Teilnehmer\*innen zur Biodiversität und zu Erhaltungsmaßnahmen positiv<sup>38,39</sup> und kann einen transformativen Einfluss auf Wissenschaft, Gesellschaft und Politik haben<sup>25</sup>. Doch selbst wenn das Wissen und der Zugang zu Wissen ausreichend sind, reicht das nicht aus, vielmehr hängt eine (dauerhafte) Verhaltensänderung von einer Vielzahl weiterer Faktoren ab<sup>40</sup>.

## Empfehlungen für die Politik

1. Die deutsche *Nationale Biodiversitätsstrategie zur (NBS2030)* und Förderinstrumente wie das nationale *Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK)* müssen Anleitungen für die Wirtschaft und die Finanzindustrie zur Internalisierung der Kosten enthalten, um externe Kosten des Biodiversitäts-Fußabdrucks (>MustKnow10) zu internalisieren. Um die Umsetzung zu unterstützen, sind klare Regelungen erforderlich.
2. Starke internationale Kooperationen, einschließlich wissenschaftlicher Zusammenarbeit und Technologietransfer, sind die Grundlage, um die Treiber des Biodiversitätswandels zu verstehen und um zu verfolgen, wie wirksam Maßnahmen zum Erhalt der Biodiversität (z. B. bei der Bekämpfung invasiver Arten) sind.
3. Indirekte Faktoren wie schädliche Investitionen von Produktion und Handel sowie internationale Finanzströme, aber auch das generelle Konsumverhalten, tragen zum Verlust der Biodiversität und zum Klimawandel bei. Die Politik muss auch national klare Regeln aufstellen, sodass Unternehmen, Industrie und Finanzinstitutionen ihre Auswirkungen auf die Biodiversität entlang der Wertschöpfungsketten und bei Investitionen konsequent verfolgen und veröffentlichen müssen.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

1. Bildung für nachhaltige Entwicklung muss mehr Aufmerksamkeit zuteilwerden. Sie ist ein Ansatz, der von der Grundschule bis zur Hochschule – also auf allen Bildungsebenen – umgesetzt werden sollte, da er das gesellschaftliche Bewusstsein für die Bedeutung der Biodiversität und intakter Ökosysteme für das menschliche Wohlergehen schärft und durch anschauliche Beispiele zu Verhaltensänderungen führen kann.
2. Die Bürger- und Gemeinschaftswissenschaft braucht eine noch stärkere Sichtbarkeit. Sie ist nicht nur eine wirksame Methode, um einen größeren Satz von Monitoringdaten zu sammeln und stärkere Verbindungen zwischen Bürger\*innen und Wissenschaftler\*innen aufzubauen, sondern auch, um neue Informations- und Wissensquellen (einschließlich neuer Methoden) in die Biodiversitätsforschung zu integrieren.
3. Wege, nachhaltiger zu wirtschaften und zu konsumieren, können nur im breiten demokratischen Diskurs erarbeitet und beschränkt werden. Gesellschaft, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik müssen daher auf allen Ebenen zusammenarbeiten (>MustKnow7).

# 9 Freien Zugang und offene Nutzung von biodiversitätsbezogenen Daten sicherstellen

- 1** Frei zugängliche, offen nutzbare und wissenschaftlich überprüfbare Daten zur Biodiversität und deren Funktionalität sind eine wesentliche Grundlage für eine offene Wissenschaft, wissensbasierte politische Entscheidungsfindungen, gesellschaftliche Inwertsetzung der Biodiversität sowie für einen effektiven Erhalt und eine nachhaltige Nutzung der Biodiversität.
- 2** Die Anwendung von international anerkannten Datenstandards und Schnittstellen für den Datenaustausch ist der Schlüssel, um biodiversitätsbezogene Daten auf regionaler wie globaler Ebene effizient zu vernetzen, zu integrieren und zu nutzen.
- 3** Innovative Technologien, künstliche Intelligenz (KI) sowie neue Algorithmen und Analyseverfahren können die Datenerhebung und -analyse in der Biodiversitätsforschung entscheidend verbessern und eröffnen neue Wege für Wissenszuwachs und Wissenskommunikation. Ihre Nutzung bringt aber auch neue Herausforderungen mit sich.
- 4** Der offene Zugang und die freie Nutzung *digitaler Sequenzinformationen (DSI)* sind Voraussetzung, um die Ziele des *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF)* zu erreichen. Internationale Mechanismen zum Vorteilsausgleich dürfen dem nicht entgegenwirken. Sie sollten *multilateral* und vom Datenzugang entkoppelt umgesetzt werden und für alle Formen von DSI anwendbar sein, um ein möglichst einfaches, harmonisiertes und standardisiertes System zu etablieren.
- 5** Für eine dauerhafte und offene Nutzung von Daten aus der Forschung und anderen Quellen sind Investitionen in den Aufbau, die Vernetzung sowie die langfristige Sicherung von Informationsinfrastrukturen und die umfassende Digitalisierung und Bereitstellung bisher nicht offen verfügbarer, biodiversitätsbezogener Daten dringend erforderlich.

Offener Zugang, freier Austausch und die langfristige Bereitstellung biodiversitätsbezogener Daten sind entscheidende Voraussetzungen, um die Biodiversität zu erhalten und besser nutzen zu können – auf wissenschaftlicher, politischer und gesellschaftlicher Ebene.

*MustKnow9* legte 2022, auch mit Blick auf die Weltnaturkonferenz (CBD COP15), den Fokus auf den offenen und freien Zugang zu *Primärdaten* für die Biodiversitätsforschung. Die aktualisierte Version bezieht auch *Metadaten*, Datenintegration und abgeleitete Datenprodukte mit ein und betrachtet die Bedeutung, die Herausforderungen und das Potenzial des offenen Zugangs und

der freien Bereitstellung biodiversitätsbezogener Daten.

Wie wichtig die offene Verfügbarkeit wissenschaftlich fundierter Daten und Informationen zur Biodiversität ist, um das GBF erfolgreich umzusetzen, hebt das *GBF-Ziel 21* zur Datenverfügbarkeit explizit hervor. Belastbare Daten sind Voraussetzung für (neue) Indikatoren, um zu überprüfen, ob die Ziele des GBF

erreicht werden. Es gibt weiterhin Herausforderungen auf mindestens drei Ebenen:

1. Die (digitale) Datenlage zur Biodiversität ist weiterhin unzureichend, besonders hinsichtlich der räumlichen Skalierung auf regionaler Ebene und wenig untersuchter Bereiche der Biodiversität (Böden, Feuchtgebiete; *Arthropoden*, Mikroorganismen; >*MustKnow3*)<sup>1</sup>.

# 90%

Etwa

2 Mio. Arten sind aktuell beschrieben, während etwa 90% der Arten noch auf ihre Entdeckung warten.

# 3,3 Mrd

einzelne Sequenzdateneinträge sowie 28,3 Mio. Datensätze (53,3 Petabyte an Daten) aus Hochdurchsatz-Sequenzierungen werden über die Datenbanken der International Sequence Database Collaboration (INSDC) global zur Verfügung gestellt.

# 463.000

Die Citizen Science-Plattform iNaturalist ([www.inaturalist.org/observations](http://www.inaturalist.org/observations), letzter Zugriff am: 26.2.2024) enthält 173 Mio. Beobachtungen von 463.000 Arten, die von über 3 Mio. Personen weltweit geteilt wurden.

2. Viele der (digital) vorhandenen Daten sind aus unterschiedlichen Gründen nicht frei verfügbar oder nur stark eingeschränkt nutzbar<sup>2,3</sup>.
3. Trotz der Entscheidung der COP15 zu DSI, die offenen Datenzugang und einen multilateralen Ansatz für den Vorteilsausgleich (GBF-Ziel 13) vorsieht, bestehen einige Länder auf bilateralen Mechanismen<sup>4</sup>.

Betroffen sind sowohl Primärdaten zu Vorkommen, Aufbau und Funktion sowie zum Zustand einzelner Organismen und Ökosysteme als auch assoziierte Umweltdaten und darauf basierende oder abgeleitete Daten zur Nutzung oder zur gesellschaftlichen Wahrnehmung von Biodiversität und zur Bewertung von **Ökosystemleistungen**.

Unter besonderen Umständen (z. B. um extrem gefährdete Arten und Lebensräume oder auch personenbezogene Daten zu schützen) kann eine Einschränkung des freien Zugangs zu bestimmten Primärdaten sinnvoll sein, wobei die Metadaten, die das Vorhandensein der Primärdaten dokumentieren, zugänglich bleiben müssen<sup>5</sup>. Auch darf die generelle Verpflichtung zur freien Verfügbarkeit im

Sinne von *Open Science*, *Open Data*<sup>6,7</sup> und den *FAIR*-Prinzipien<sup>8</sup> (zumindest zu öffentlich finanzierten Daten) nicht eingeschränkt werden. Das ist unabdingbar für reproduzierbare und belastbare (wissenschaftliche) Erkenntnisse, und um neue Forschungsfelder zum besseren Verständnis und Schutz der Biosphäre zu erschließen.

In diesem Zusammenhang ist es essentiell, bei den internationalen Verhandlungen<sup>1-4</sup> in neuen Abkommen politische Rahmenbedingungen zu konkretisieren, die global einen offenen Zugang zu DSI sichern und zugleich einen gerechten Vorteilsausgleich ermöglichen (>MustKnow8). Ein derartiges System sollte multilateral implementiert werden und den Datenzugang vom Vorteilsausgleich entkoppeln<sup>9-11</sup>, um die freie Verfügbarkeit von DSI als Gemeingut unter Berücksichtigung der *CARE*-Prinzipien sicherzustellen (>MustKnow4)<sup>12</sup>.

Eine effiziente und vor allem integrative Nutzung wissenschaftlicher Daten setzt zudem voraus, dass die Daten vergleichbar und im Sinne moderner Technologie maschinenlesbar sind. Dafür sorgen Datenstandards, *Ontologien* und *Taxonomien*, die für den Bereich Biodiversität auf inter-

nationaler Ebene weit entwickelt sind (vgl. *Biodiversity Information Standards*: [www.tdwg.org](http://www.tdwg.org)). Diese sollten unbedingt auch auf lokaler Ebene beachtet und vermehrt genutzt werden. Die Verwendung internationaler Datenstandards ist grundlegend für das Funktionieren und den Erfolg insbesondere verteilter Daten- und Informationssysteme, wie die *Global Biodiversity Information Facility (GBIF)* mit derzeit über 2,5 Milliarden verfügbaren Datensätzen, die Biodiversitätsforschung weltweit vorantreiben<sup>13</sup>. Sie ermöglichen auch die Integration und Vernetzung unterschiedlicher Datentypen und -ebenen: von Fernerkundungsdaten bis zu Gensequenzen. Das Verwenden von Datenstandards stellt auch sicher, dass eigene, digital publizierte Daten von Dritten sinnvoll (nach-)genutzt und damit Teil eines kollektiven Wissensbestands werden können.

Die rasante Entwicklung neuer Technologien (z. B. *eDNA*, bioakustisches Monitoring, *bildgebende Spektroskopie*) und KI-gestützter Algorithmen ermöglichen enorme Fortschritte beim Erfassen und Analysieren biodiversitätsbezogener Daten (>MustKnow3), vor allem zur

Es ist essentiell, bei den internationalen Verhandlungen<sup>1-4</sup> in neuen Abkommen politische Rahmenbedingungen zu konkretisieren, die global einen offenen Zugang zu *DSI* sichern und zugleich einen gerechten Vorteilsausgleich ermöglichen.

Die zahlreichen, durch partizipative Initiativen und *Citizen Science* oft im lokalen Umfeld gewonnenen Daten, tragen essenziell dazu bei, die Biodiversität zu erfassen<sup>15</sup>.

Vorhersage von Biodiversitätsveränderungen<sup>14</sup>. Bei entsprechender Datenlage und -verfügbarkeit kann inzwischen regional und auch lokal detailliert vorhergesagt werden, wie sich Artengemeinschaften oder Ökosystemleistungen im Rahmen konkreter Szenarien wandeln. Herausforderungen bei der Nutzung moderner KI-Anwendungen beziehen sich, soweit erkennbar, meist auf eine missbräuchliche Analyse von Nutzerdaten sowie fehlerhafte Dateninterpretation.

Für die rechenintensive Nutzung biodiversitätsbezogener Daten sind kontinuierliche Investitionen in Ausbau und Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Daten- und IT-Infrastrukturen (inklusive Langzeitspeicher und nachhaltiger Datenbereitstellung) an Forschungs- und Bildungseinrichtungen unverzichtbar, auch um die erheblichen Daten- und Wissenslücken im Bereich der Biodiversitätsforschung effektiv schließen und künftigen

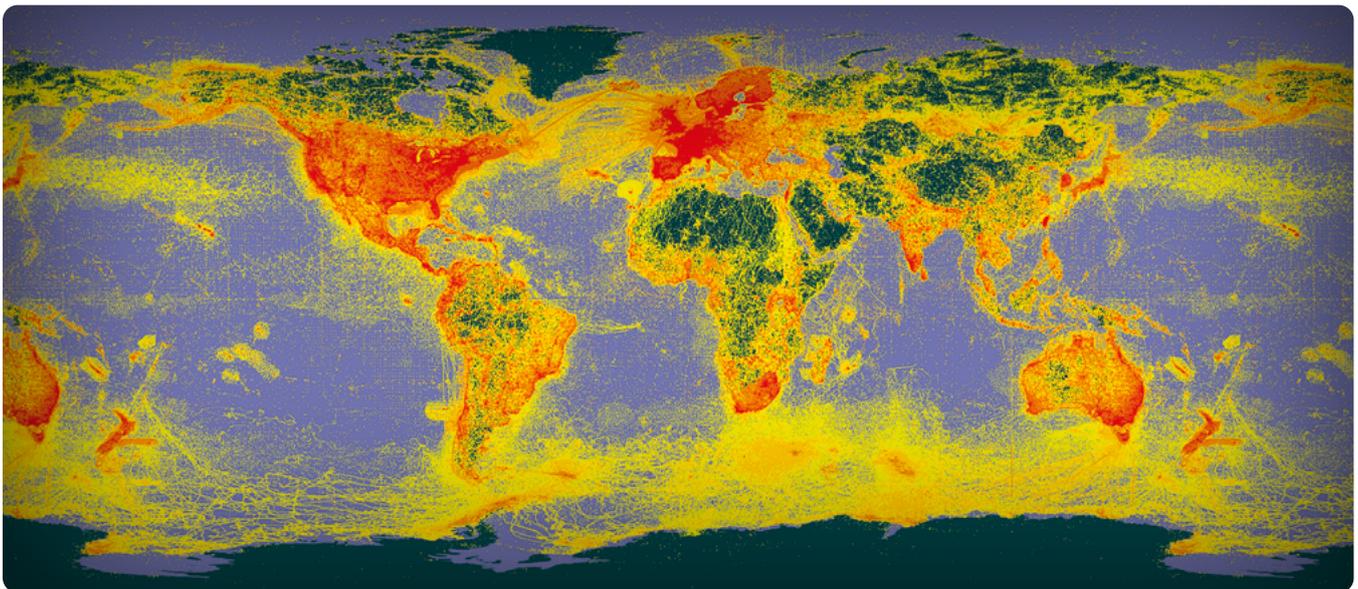
Herausforderungen und Krisen im Umweltbereich vorausschauend begegnen zu können (>MustKnows 1, 4, 5, 7, 8). Auf internationaler Ebene sollten die Dateninfrastrukturen in den Ländern des *Globalen Südens* verstärkt ausgebaut werden, da derartige Ressourcen zurzeit im *Globalen Norden* konzentriert sind.

Die zahlreichen, durch partizipative Initiativen und *Citizen Science* oft im lokalen Umfeld gewonnenen Daten tragen essenziell dazu bei, die Biodiversität zu erfassen (>MustKnows 3, 8)<sup>15</sup>. Öffentlich zugängliche Dateninfrastrukturen müssen die freie und nachhaltige Verfügbarkeit dieser Daten sichern. Die Vernetzung und langfristige Sicherung dieser oft sehr detaillierten und daher besonders wertvollen biodiversitätsbezogenen Daten sind eine wachsende Herausforderung sowohl für Forschungseinrichtungen als auch für Behörden und Entscheidungsträger\*innen (>MustKnow8).

### Hintergrund

Um das GBF umzusetzen, ist eine effektive Synthese biodiversitätsbezogener Daten von entscheidender Bedeutung<sup>16</sup>. Der offene Zugang und die integrative Nutzung biodiversitätsbezogener Daten ist aber vielfach aufgrund politischer Rahmensetzungen (>MustKnow8) oder fehlender praktischer und technischer Voraussetzungen begrenzt. So sollten die Programme und Systeme zur Überwachung der Biodiversität, die in Deutschland die Bundesländer verantworten, harmonisiert werden. Für die Synthese und Integration biodiversitätsbezogener Daten müssen langfristig anwendbare Strategien entwickelt werden<sup>17</sup>.

Die Analyse von DSI (vor allem von eDNA) ist essenzieller Bestandteil der Biodiversitätsforschung. Obwohl die Menge an digitalen Sequenzinformationen exponentiell ansteigt<sup>18</sup>, ist es aufgrund unzureichender Metadaten zurzeit nicht



Globale Verteilung und Dichte aller derzeit über *GBIF* ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)) offen verfügbaren digitalen Biodiversitätsdaten zum Vorkommen einzelner Organismen weltweit (letzter Zugriff am: 12.1.2024).

möglich, den Großteil dieser Daten für die Biodiversitätserfassung zu nutzen<sup>19,20</sup>. Es gilt, die *Interoperabilität* und (Wieder-)Benutzbarkeit dieser Daten im Sinne der FAIR-Prinzipien<sup>8</sup> zu verbessern, sodass diese unter Verwendung adäquater *Metadatenstandards* in Biodiversitätspportale wie GBIF eingebunden werden können<sup>21,22</sup>. Das Potenzial von DSI für die Biodiversitätserfassung kann nur realisiert werden, wenn der freie Zugang zu Sequenzdaten weiterhin langfristig, einheitlich und auf globaler Ebene gewährleistet wird<sup>23</sup>.

Neue, oft KI-gestützte Systeme in der Biodiversitätsforschung verbessern die Datenerfassung, -analyse und -interpretation sowie die Entwicklung von Umsetzungsstrategien und ermöglichen so einen effektiveren Biodiversitätsschutz<sup>24,25</sup>.

In der Artenerkennung und -überwachung kommen KI-Systeme zum Einsatz, um Arten anhand von Bildern oder akustischen Aufzeichnungen zu identifizieren (z. B. Vogelstimmen, Bilder von Kamerafallen oder Unterwasseraufnahmen<sup>26</sup>). Bei der *Habitat*analyse und -kartierung werden Satellitenbilder und Drohnen Daten verwendet, um die Biodiversität zu quantifizieren und Veränderungen zu überwachen<sup>27</sup>, während in der Vorhersage zur Verbreitung von Arten KI-Modelle genutzt werden, um zu verstehen, wie sich Arten, z. B. aufgrund des Klimawandels oder der landwirtschaftlichen Nutzung, in Raum und Zeit verändern oder verteilen werden<sup>28</sup>.

KI analysiert auch Umweltdaten (z. B. Trends in Luft- oder Wasserqualität), um zu erkennen, wie sie

sich auf die Biodiversität auswirken können<sup>29</sup>. Auch das Auftreten und Ausbreiten von *invasiven Arten* und *Pathogenen* wie Viren, Bakterien, Pilzen oder Arten, die Erreger auf Menschen, Tiere und Pflanzen übertragen, kann so überwacht und vorhergesagt werden (>*MustKnow2*)<sup>30</sup>.

Die Menge an biodiversitätsbezogenen Daten aus Citizen Science-Projekten nimmt stetig zu. Für viele dieser Projekte (und die durch sie generierten oder veränderten Daten) fehlen jedoch oft langfristige Strategien und Strukturen zur Validierung und Analyse<sup>31</sup>. Auch hier kann KI helfen, die gesammelten Daten effizient zu verarbeiten und zu analysieren und so die Beteiligung der Öffentlichkeit am Schutz der biologischen Vielfalt zu verbessern<sup>32,33</sup>.

## Empfehlungen für die Politik

1. Als Zukunftsinvestition müssen Institutionen und Strukturen, die biodiversitätsbezogene Daten erheben, vorhalten und offen verfügbar machen, als strategische Infrastrukturen gezielt unterstützt, ausgebaut und erweitert werden. Dies umfasst direkte Investitionen in vorhandene Infrastruktur, die Förderung von Kapazitäten und Datenkompetenz und das Erstellen langfristiger Entwicklungspläne und Strategien, im nationalen wie im globalen Umfeld.
2. International müssen für biodiversitätsbezogene Daten die Prinzipien der offenen Verfügbarkeit und freien Nutzung im Sinne von Open Science und den FAIR-Prinzipien als Grundlagen einer offenen, demokratischen, globalen Wissensgesellschaft verteidigt und weiter gestärkt werden. Das umfasst auch eine verpflichtende Nutzung international etablierter Datenstandards und fachlicher Konventionen, um regional, national und global eine effiziente Datenintegration und -vernetzung zu erleichtern.
3. Die Etablierung eines internationalen Mechanismus zum Vorteilsausgleich für die Nutzung von DSI-Daten muss den oben genannten Prinzipien treu bleiben und multilateral erfolgen. Bilaterale Ansätze für den Vorteilsausgleich oder eine Kopplung des Zugangs zu DSI-Daten mit einer direkten Vergütung hingegen werden Wissenschaft und Biodiversitätsschutz erheblich schädigen.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

1. Die Erhebung und Verbreitung von biodiversitätsbezogenen Daten sollte auf allen Ebenen durch die Öffentlichkeit unterstützt, getragen und auch gezielt gefördert werden.
2. Öffentliche und private Institutionen, die biodiversitätsbezogene Daten erheben und offen verfügbar machen, sollten stärker in die Diskussionen und die *Bildung für nachhaltige Entwicklung* (>*MustKnow8*) eingebunden werden, um die Wertschätzung der belebten Natur zu erhöhen.
3. Regional und lokal sollten biodiversitätsbezogene Daten für alle Vorhaben zur Gestaltung von Landschaft und Lebensraum stärker genutzt werden, um auch den *One Health-Ansatz* zu stärken und die *sozial-ökologische Transformation* zu unterstützen (>*MustKnows2, 4–8, 10*).

# 10 Auswirkungen des Lebensmittelkonsums auf die Biodiversität verringern

- 1** Der ressourcenintensive Lebensmittelkonsum ist für erhebliche Biodiversitätsverluste in Deutschland und international verantwortlich, auch in biodiversitätsreichen Gebieten des *Globalen Südens*.
- 2** Der Konsum tierischer Produkte macht drei Viertel des weltweiten *Biodiversitäts-Fußabdrucks* des deutschen Lebensmittelkonsums aus.
- 3** Die Umstellung auf eine pflanzlichere Ernährung und die Verringerung von Lebensmittelverlusten und -abfällen senkt den Druck auf die Landnutzung (>*MustKnow6*) und reduziert die damit verbundenen Bedrohungen der Biodiversität im In- und Ausland.
- 4** Maßnahmen auf der Angebotsseite (z. B. Anreize für biodiversitätsfreundliche und nachhaltige Produktionsweisen oder Steuern auf biodiversitätsschädigende Produktion) können dazu beitragen, die Landnutzung auf nachhaltigere Praktiken umzustellen.
- 5** Die politischen Maßnahmen auf nationaler und EU-Ebene bewegen sich zunehmend hin zu einer umfassenderen Nachhaltigkeitsberichterstattung, wozu die Berechnung des Biodiversitätsverlusts durch Lebensmittelproduktion einen wertvollen Beitrag leisten kann.

Regulatorische Maßnahmen und finanzielle Anreize können dazu beitragen, den Einfluss des Lebensmittelkonsums auf die Biodiversität entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu reduzieren und gleichzeitig einen nachhaltigen Konsum sowie eine nachhaltige Produktion zu fördern.

*MustKnow10* aus dem Jahr 2022 betonte, dass dringend politische Maßnahmen erforderlich sind, die das Markt- und Investitionsverhalten auf den Erhalt und die Wiederherstellung der Biodiversität ausrichten. Diese können entscheidend dazu beitragen, die gegenwärtige biologische Krise zu bewältigen. Diese Version von *MustKnow10* konzentriert sich auf die Auswirkungen des Lebensmittelkonsums auf die Biodiversität. Sie unterstreicht die Bedeutung von Regulierungsmaßnahmen und finanziellen Anreizen für einen nachhaltigeren Konsum und eine nachhaltigere Produktion von Lebensmitteln, um so die ne-

gativen Auswirkungen auf die Biodiversität zu verringern.

Die derzeitige Ernährungsweise, insbesondere der hohe Anteil an tierischen Proteinen, verursacht erhebliche Umweltbelastungen und trägt zur Überschreitung mehrerer *planetarer Grenzen* bei<sup>1</sup>. Da entfernte Orte durch den globalen Handel miteinander verbunden sind, haben Produktionspraktiken und Konsumententscheidungen an einem Ort Auswirkungen auf andere Orte. Mehr als ein Drittel der Abholzung der Tropenwälder steht im Zusammenhang mit dem internationalen Handel von Agrarrohstoffen<sup>2</sup>. Das gilt insbesondere für den Anbau von

Sojabohnen, Palmöl, Kaffee und Kakao, die vor allem für Exportmärkte bestimmt sind<sup>3</sup>.

Der Lebensmittelkonsum in Deutschland beansprucht insgesamt 166.000 Quadratkilometer Land in Deutschland sowie im Ausland. Tierische Produkte machen ein Drittel des Gewichts und 30 Prozent der Kilokalorien der verzehrten Lebensmittel aus und sind zugleich für 69 Prozent der Treibhausgasemissionen, 75 Prozent des Flächenverbrauchs und 77 Prozent des Verlusts an Biodiversität verantwortlich<sup>4,5</sup>. Zudem verursacht das Lebensmittelsystem weitere Umweltbelastungen. Dazu zählen

# 166.000

Allein der Lebensmittelkonsum in Deutschland beansprucht weltweit 166.000 km<sup>2</sup> Land.

**9%** der in Form von Nahrungsmitteln importierten Fläche wird in den USA genutzt, 8% in Brasilien, aber 38% der negativen Auswirkungen des Verbrauchs an Lebensmitteln in Deutschland auf die Biodiversität treten in Brasilien auf.

**75%** Der Konsum von tierischen Produkten ist für 75% der genutzten Fläche und für 77% des Verlusts an Biodiversität verantwortlich.

insbesondere die übermäßige Stickstoffbelastung<sup>6</sup>, Überbeanspruchung und Verschmutzung von Süßwasserressourcen, **Ökotoxizität** durch den Einsatz von Pestiziden, **Bodendegradation** und -erosion sowie die Bedrohung der Lebensgrundlagen Indigener Bevölkerungsgruppen, auch im Globalen Süden (>MustKnow4).

Die Hälfte des **Landnutzungs-Fußabdrucks** des Lebensmittelkonsums hierzulande entfällt auf Deutschland, weitere neun Prozent auf die Vereinigten Staaten und acht Prozent auf Brasilien. Auf dem größten Anteil der Fläche, die für den deutschen Lebensmittelkonsum genutzt wird, wächst Weizen (15 Prozent), gefolgt von Sojabohnen (14 Prozent) und Mais (11 Prozent). Die größten Auswirkungen auf die Biodiversität verursacht jedoch der Anbau von Sojabohnen (30 Prozent), gefolgt von Weizen (15 Prozent). Dabei entstehen in Brasilien 20 Prozent des Biodiversitäts-Fußabdrucks des deutschen Lebensmittelkonsums. Sie sind auf die Einfuhr von Sojabohnen zurückzuführen, die in den an Biodiversität reichen Amazonas- und **Cerrado**-Gebieten angebaut werden<sup>4,5</sup>.

Eine Ernährungsumstellung hin zu einer stärker pflanzlich geprägten Ernährung, die biodiversitätsschädigende Produktionspraktiken

reduziert, ist ein wichtiger Beitrag zur Lösung der globalen Biodiversitätskrise (**GBF-Ziele 1–3, 10, 11, 14, 16**). So könnte beispielsweise eine flexitarische Ernährung mit dem von der **EAT-Lancet-Kommission** für eine gesunde Ernährung empfohlenen maximalen Konsum von 100 Gramm rotem Fleisch pro Woche<sup>7,11</sup> den Landnutzungs-Fußabdruck um 20 Prozent und die Auswirkungen auf die Biodiversität um 18 Prozent verringern; eine vegetarische Ernährung ohne Fleisch und Fisch könnte den Landnutzungs-Fußabdruck um 45 Prozent und die Auswirkungen auf die Biodiversität um 46 Prozent verringern; eine vegane Ernährung ohne tierische Produkte kann die Auswirkungen auf die Landnutzung und die Biodiversität nahezu halbieren (**GBF-Ziele 1, 3**)<sup>4</sup>. Zusätzlich bringt ein größerer Anteil an pflanzlicher Ernährung gesundheitliche Vorteile (>MustKnow2), benötigt weniger Anbaufläche und reduziert Nährstoffeintrag sowie Treibhausgasemissionen (>MustKnows1, 5, 6; **GBF-Ziel 10**).

Vor diesem Hintergrund empfehlen wir eine verpflichtende Biodiversitätsberichterstattung für Unternehmen. Das bedeutet, dass die Auswirkungen des Konsums auf die Biodiversität für die Verbraucher\*innen und die Öffentlichkeit sichtbar gemacht werden müssen

(**GBF-Ziel 16**). Um die negativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt deutlich zu reduzieren, müssen jedoch zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, z. B. Produktkennzeichnungen, gezielte Beschaffung, positive finanzielle Anreize für biodiversitätsfreundliche Produkte und Vorschriften oder Steuern für biodiversitätsschädigende Produktionsweisen (**GBF-Ziel 18**).

## Hintergrund

Nachhaltigere Lebensmittelsysteme, einschließlich geringerer negativer Auswirkungen der Lebensmittelproduktion auf die Biodiversität, sind entscheidend, um die **globalen Nachhaltigkeitsziele (SDGs)** zu erreichen. Das gilt insbesondere für die SDGs 2, 12, 14 und 15. Es hat sich gezeigt, dass Veränderungen in der Ernährung, insbesondere die Verringerung des Verzehrs von tierischen Lebensmitteln in wohlhabenden Ländern, am wirksamsten sind, um Fortschritte bei der Verwirklichung dieser SDGs unter den Gesichtspunkten Emissionen, Gesundheit und Biodiversität zu erzielen (>MustKnows1, 2, 5, 6)<sup>8</sup>.

Der Lebensmittelkonsum in Deutschland hat erhebliche Auswirkungen auf die Biodiversität im In- und Ausland. Die Analyse von Biodiversitäts-Fußabdrücken bewertet und quantifiziert die Auswirkungen

Mehr als ein Drittel der Abholzung der Tropenwälder steht im Zusammenhang mit dem internationalen Handel von Agrarrohstoffen<sup>2</sup>.

# Eine Ernährungsumstellung hin zu einer stärker pflanzlich geprägten Ernährung, die biodiversitätsschädigende Produktionspraktiken reduziert, ist ein wichtiger Beitrag zur Lösung der globalen Biodiversitätskrise.

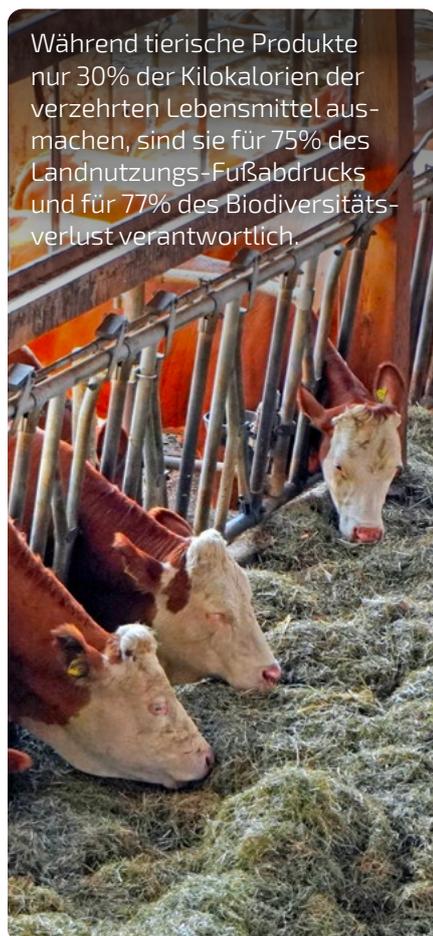
auf die Biodiversität mit einer **Ökobilanz**<sup>9</sup>. Methoden dafür sind bereits einsatzfähig und können die Auswirkungen auf die Biodiversität mit der Bereitstellung von Agrarrohstoffen verknüpfen (GBF-Ziel 14). Die für die Fußabdruck-Bilanzierung verwendeten Ansätze konzentrieren sich auf Prozesse, die terrestrische und marine Ressourcen verbrauchen, einschließlich der Produktion von Lebensmitteln, Futtermitteln und Fasern, der Tierhaltung sowie der Gewinnung von Erzen, Mineralien und fossilen Energieressourcen. Dies ist besonders wichtig, um die

Auswirkungen des Ressourcenkonsums an Orten zu berücksichtigen, die reich an Biodiversität sind.

Um den Biodiversitäts-Fußabdruck des Konsums zu messen, muss der Verlust an biologischer Vielfalt aufgrund von Landnutzung und Landnutzungsänderungen mit der Nachfrage von Verbraucher\*innen verknüpft werden. Dank neuer Datenquellen wie Lieferketteninformationen und besserer Berechnungsmethoden ist es möglich, die globalen Verflechtungen zwischen Erzeugerregionen, Handelsunternehmen und Importmärkten besser

zu dokumentieren. Dies ermöglicht ein solides Verständnis dafür, wie der Konsum in Deutschland die Entwaldung und die damit verbundenen Verluste an Biodiversität global antreibt und wo diese Verluste auftreten.

Biodiversitäts-Fußabdrücke können politische Entscheidungsträger\*innen über evidenzbasierte Regelungen für eine nachhaltigere Produktion und einen nachhaltigeren Handel informieren, Lebensmittelproduzent\*innen und verarbeitende Unternehmen darüber aufklären, wie sie Produktions-



Während tierische Produkte nur 30% der Kilokalorien der verzehrten Lebensmittel ausmachen, sind sie für 75% des Landnutzungs-Fußabdrucks und für 77% des Biodiversitätsverlusts verantwortlich.

## Ernährungsumstellung auf ...

### ... flexible Ernährung:

- 20% auf Landnutzungs-Fußabdruck und
- 18% Biodiversitätsauswirkungen

### ... vegetarische Ernährung:

- 45% auf Landnutzungs-Fußabdruck und
- 46% Biodiversitätsauswirkungen

### ... vegane Ernährung:

- je rund -50% auf Landnutzungs-Fußabdruck und Biodiversitätsauswirkungen



© pnbay.com / RhaE/JuliaWellington/cattalini/matthiasboeckel

Eine Ernährungsumstellung auf eine stärker pflanzlich geprägte Ernährung, die die biodiversitätsschädigenden Produktionsmethoden reduziert, ist eine wichtige Lösung für die globale Biodiversitätskrise.

*Biodiversitäts-Fußabdrücke* bieten eine evidenzbasierte Grundlage für politische Entscheidungsträger\*innen, um nachhaltigere Produktions- und Handelsregelungen zu gestalten.

aktivitäten, die der Biodiversität schaden, reduzieren können, und Verbraucher\*innen in die Lage versetzen, verantwortungsvollere Konsumententscheidungen zu treffen (z. B. durch Kennzeichnung der Biodiversität; *GBF-Ziele 16, 21*).

Nachhaltigkeit gewinnt für die Arbeit von Politik, Unternehmen

und Finanzinstituten zunehmend an Bedeutung. Dieser Trend wird das Einbeziehen von biodiversitätsfreundlichen, naturfreundlichen, klimaverträglichen und sozialgerechteren Wegen in deren Entscheidungsfindung befördern.

Wir appellieren an Regierungen, die Zivilgesellschaft und den Privat-

sektor, ihre Verantwortung bei der Förderung nachhaltigerer Wertschöpfungsketten wahrzunehmen und sich dabei verstärkt auf die Verringerung des Verlusts an Biodiversität zu konzentrieren, der mit dem Konsum und der Produktion von Lebensmitteln einhergeht.

## Empfehlungen für die Politik

1. Nutzung bereits verfügbarer Methoden für Maßnahmen in der Wertschöpfungskette (z. B. die Einführung einer obligatorischen Sorgfaltspflicht), um sicherzustellen, dass Importe in die EU mit einem geringeren Verlust an Biodiversität verbunden sind. Die Verbesserung von Methoden, Indikatoren und Datenqualität muss erleichtert werden, um den Fußabdruck einzelner Produkte entlang der Wertschöpfungskette besser nachverfolgen zu können und so eine informativere Produktkennzeichnung zu ermöglichen.
2. Der Biodiversitäts-Fußabdruck des Lebensmittelkonsums sollte so schnell wie möglich erfasst, in konkreten Aktionsplänen umgesetzt und in die deutsche *Ernährungsstrategie 2050* aufgenommen werden<sup>10</sup>. Gleiches gilt für die Fußabdrücke des Lebensmittelkonsums in Bezug auf Treibhausgasemissionen, Wasser und die Verringerung der Bodenfruchtbarkeit.
3. Finanzielle Anreize (z. B. Subventionen für biodiversitätsfördernde Praktiken) oder Fehlanreize (z. B. Steuern für biodiversitätsschädigende Produktionsmethoden) sollten den Konsum in Richtung nachhaltigerer und gesünderer Muster lenken. Die daraus resultierenden Steuereinnahmen sollten in Form von *Biodiversitätszahlungen* an die Verbraucher\*innen umverteilt werden, ähnlich ähnlich der geplanten *Klimazahlungen* (Klimageld).

## Empfehlungen für die Gesellschaft

1. Nachfrageseitige Maßnahmen (wie Produktkennzeichnung, Besteuerung und öffentliches Beschaffungswesen), die Anreize für biodiversitätsfreundlichere Konsummuster bieten, müssen verstärkt werden, damit es leichter wird, den Konsum-Fußabdruck auch an weit entfernten Orten zu verringern.
2. Das Niveau der Biodiversitätskompetenz (das Wissen über Ursache-Wirkungs-Beziehungen) sollte verbessert werden, um den Bürger\*innen die Bedeutung von Entscheidungen ihres Lebensmittelkonsums für die lokale und globale Biodiversität bewusst zu machen (>*MustKnow8*).
3. Eine *planetare Gesundheitsdiät* kommt der menschlichen Gesundheit und der Umwelt gleichzeitig zugute. Eine Erleichterung dieser Ernährungsumstellung (z. B. durch höhere Fleischsteuern) verringert mittel- und langfristig die Kosten im Gesundheitssektor.

# Danksagung und Ausblick

Wir bedanken uns ganz herzlich für die erneut so ausgezeichnete und engagierte Zusammenarbeit mit allen Autor\*innen und Mitwirkenden dieses Policy Reports. Vielen Dank an alle Gutachter\*innen für ihre kritischen und konstruktiven Beiträge, die die *10MustKnows24* verbessert haben.

Ein besonderer Dank geht an Julian Taffner, Vladimir Gross, Philipp Sprenger und Volker Mosbrugger der *BMBF-Forschungsinitiative zum Erhalt der Artenvielfalt* (FEa) für die ausgezeichnete Unterstützung unserer wissenschaftlichen Austauschformate zur Erstellung der *10MustKnows24*. Neben zwei größeren Online-Workshops und mehr als 15 wöchentlichen Online-Treffen haben sie auch einen ganztägigen Schreibworkshop im September 2023 bei unserem zweiten Kooperationspartner iDiv (*Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung*) in Leipzig ermöglicht. Unser Dank gilt in diesem Zusammenhang und im Science-Policy-Kontext ganz besonders Aletta Bonn, Jana Kachler, Hannah Moersberger und Kati Kietzmann.

Delia Scheel, Maike Reichel und Paula Castro haben als studentische Hilfskräfte von Leibniz Biodiversität in stundenlanger Recherche- und Feinarbeit wesentlich dazu beigetragen, die *10MustKnows24* in der vorliegenden Fassung zu ermöglichen – ein großes Dankeschön dafür. Danke auch an Carla Klusmann für ihre Tipps zur Literaturverwaltung.

Abschließend möchten wir uns bei Vladimir Gross (FEa) und Alison Schlums (PIK) für ihre hochwertigen englischen Lektoratstätigkeiten bedanken und den Leser\*innen die *10 Must Knows from Biodiversity Science 2024* zur Lektüre für Ihre internationalen Kontakte wärmstens empfehlen.

Des Weiteren möchten wir auf den im Sommer erscheinenden *Faktencheck Artenvielfalt* der FEa hinweisen. Er ist das komplementäre Standardwerk zu den *10MustKnows24*. Während die *10MustKnows24* kurz und knapp die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse und davon abgeleitete Empfehlungen zum Schutz, Erhalt und der nachhaltigen Nutzung der globalen Biodiversität zusammenstellen, liefert der *Faktencheck Artenvielfalt* eine umfassende Bestandsaufnahme zur biologischen Vielfalt und deren Änderungen in Deutschland. Das dreijährige Assessment wurde als Gemeinschaftsaufgabe von mehr als 150 Autor\*innen aus verschiedensten Disziplinen der Wissenschaft und Praxis zusammengetragen und von vielen weiteren Expert\*innen unterstützt.

Der *Faktencheck Artenvielfalt* fasst den aktuellen Wissensstand zum Zustand und zu Änderungen der Biodiversität in deutschen Lebensräumen zusammen und beschreibt die Gründe und Konsequenzen dieser Änderungen für *Ökosystemleistungen*. Zudem analysiert er die Bemühungen, die Biodiversität zu schützen und zu fördern und unterstreicht ebenfalls die Notwendigkeit einer *sozial-ökologischen Transformation*. Dazu hat der *Faktencheck Artenvielfalt* mehr als 6.000 Publikationen sowie weitere Datensätze zu Langzeittrends der Biodiversität ausgewertet, die es erlauben, den aktuellen Wissensstand zur biologischen Vielfalt in Deutschland umfassend darzulegen und ebenfalls Handlungsoptionen für deren Bewahrung und nachhaltige Nutzung zu identifizieren.

Das *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF)* besteht aus einer „2050 Vision für eine Welt, die in Einklang mit der Natur lebt“ (4 Ziele) und einer „2030 Mission für dringliche Maßnahmen, um den Biodiversitätsverlust zu stoppen und umzukehren“ (23 Ziele). Die 23 handlungsorientierten globalen GBF-Ziele, die bis 2030 zu erreichen sind, sollen Bedrohungen der Biodiversität reduzieren, Bedürfnisse der Menschen durch nachhaltige Nutzung und Vorteilsausgleiche erfüllen und Instrumente und Lösungen für die Umsetzung und sektorübergreifende Berücksichtigung umfassen: <https://www.cbd.int/gbf/targets> (zuletzt aufgerufen am: 28.2.2024). Die Abbildung auf der rechten Seite ordnet die 23 GBF-Ziele jedem der *10MustKnows24* in Bezug auf ihren Inhalt und ihre Relevanz zu.

# Die Ziele des GBF bis 2030, die in den 10MustKnows24 behandelt werden

Die 23 Ziele des Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 Planung & Management aller Gebiete, um Biodiversitätsverlust zu reduzieren	Dark Orange	Orange	White	Dark Orange	Orange	Orange	Orange	Dark Orange	Light Gray	Orange	Bedrohungen der Biodiversität reduzieren	
2 30% aller geschädigten Ökosysteme wiederherstellen	Dark Orange	Orange	Light Gray	Light Gray	Orange	Orange	Orange	Light Gray	Light Gray	Light Gray		
3 30% von Land, Gewässern & Meeren effektiv schützen	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Light Gray	Orange	Orange		
4 Artensterben aufhalten, genetische Vielfalt bewahren, Konflikte zwischen Mensch und Tier minimieren	Orange	Orange	Orange	Dark Orange	Orange	Orange	Orange	Light Gray	Orange	Orange		
5 Nachhaltige, sichere und legale Ernte und Handel von wild lebenden Arten sichern	Light Gray	Orange	Light Gray	Orange	Orange	Light Gray	Light Gray	Light Gray	Orange	Orange		
6 Ansiedlung invasiver Arten reduzieren (-50%) & ihre Auswirkungen minimieren	Light Gray	White	Orange	Light Gray	Orange	Light Gray						
7 Umweltverschmutzung auf ein nicht-biodiversitätsschädigendes Niveau reduzieren	Light Gray	Orange	Orange	Light Gray	Light Gray	Orange	Orange	Light Gray	Light Gray	Light Gray		
8 Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität minimieren & Widerstandsfähigkeit steigern	Dark Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Light Gray	Light Gray	Light Gray		
9 Wild lebende Arten zum Vorteil der Menschen nachhaltig managen	Light Gray	Orange	Orange	White	Light Gray		Bedürfnisse der Menschen durch nachhaltige Nutzung und Vorteilsausgleich erfüllen					
10 Biodiversität & Nachhaltigkeit in Landwirtschaft, Aquakultur, Fischerei & Forstwirtschaft verbessern	Dark Orange	Orange	Orange	Orange	Dark Orange	Dark Orange	Orange	Light Gray	Light Gray	Orange		
11 Beiträge der Natur für den Menschen wiederherstellen, erhalten & verbessern	Dark Orange	Orange	Dark Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Light Gray	White	Orange		
12 Grünflächen & Stadtplanung für das menschliche Wohlbefinden & die Biodiversität verbessern	Light Gray	Orange	Orange	Light Gray	Light Gray	Orange	Orange	Light Gray	Orange	Light Gray		
13 Vorteilsausgleich bei genetischen Ressourcen, <i>DSI</i> und traditionellem Wissen steigern	Light Gray	Orange	White	Dark Orange	Light Gray	Light Gray	Light Gray	White	Dark Orange	Light Gray		
14 Biodiversität in die Entscheidungsfindung auf allen Ebenen einbeziehen	Dark Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Light Gray	Dark Orange	Dark Orange	Orange	Orange	Instrumente und Lösungen für die Umsetzung und das Mainstreaming	
15 Unternehmen bewerten biodiversitätsbezogene Risiken & negative Auswirkungen ihrer Tätigkeiten, veröffentlichen diese & reduzieren sie	Light Gray	Light Gray	Light Gray	Light Gray	Light Gray	Light Gray	Light Gray	Dark Orange	Orange	Dark Orange		
16 Nachhaltige Konsumentenscheidungen ermöglichen, um Abfall & Überkonsum zu reduzieren	Light Gray	Orange	Orange	Light Gray	Orange	Orange	Light Gray	White	Light Gray	Dark Orange		
17 Biologische Sicherheit stärken, Vorteile der Biotechnologie verteilen	Light Gray	Light Gray	White	Light Gray								
18 Schädliche Subventionen reduzieren (≥\$500 Mrd. jährlich), positive Anreize für Biodiversität ausbauen	Light Gray	Light Gray	White	White	Light Gray	Orange	Orange	White	White	Orange		
19 \$200 Mrd. jährlich für Biodiversitätsschutz (inkl. \$30 Mrd. durch internationale Finanzmittel) mobilisieren	Orange	Light Gray	Light Gray	White	Light Gray	Light Gray	Light Gray	Orange	Light Gray	Light Gray		
20 Kapazitätsaufbau, Technologietransfer, wiss. & techn. Zusammenarbeit für Biodiversität stärken	Light Gray	White	Orange	Orange	Light Gray	Orange	Light Gray	Dark Orange	Orange	Orange		
21 Sicherstellen, dass Wissen verfügbar & zugänglich ist, um Maßnahmen zum Erhalt der Biodiversität anzuleiten	Light Gray	Light Gray	Orange	Dark Orange	Light Gray	Light Gray	Light Gray	White	Orange	Dark Orange		
22 Teilhabe an Entscheidungsprozessen, Zugang zu Justiz & Informationen über Biodiversität für alle sicherstellen	Light Gray	White	Light Gray	Dark Orange	Orange	Light Gray	Light Gray	White	Light Gray	Light Gray		
23 Gleichstellung der Geschlechter & geschlechtergerechten Ansatz bei Biodiversitätsmaßnahmen sicherstellen	Light Gray	Light Gray	Light Gray	Light Gray	Light Gray	Light Gray	Light Gray	Orange	Light Gray	Light Gray		

■ GBF-Ziel in MustKnow besonders wichtig  
 ■ GBF-Ziel in MustKnow wichtig  
  GBF-Ziel berührt MustKnow

# Projektleitung und wissenschaftliche Koordination



POTSDAM-INSTITUT FÜR  
KLIMAFOLGENFORSCHUNG

## **Eva Rahner**

Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität,  
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

## **PD Dr. Kirsten Thonicke**

Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität,  
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)  
und Universität Potsdam

<https://orcid.org/0000-0001-5283-4937>

## **Design und Satz**

Dirk Biermann · [biermann@potsdam.de](mailto:biermann@potsdam.de)

## **Redaktion**

Angela Grosse · [post4science@angelagrosse.de](mailto:post4science@angelagrosse.de)

---

*In Kooperation mit:*



BMBF-Forschungsinitiative  
zum Erhalt der Artenvielfalt



Deutsches Zentrum für integrative  
Biodiversitätsforschung (iDiv)  
Halle-Jena-Leipzig

# Leitautorinnen und Leitautoren

Im Folgenden werden Länderkennzeichnungen nur bei Forschungsstandorten außerhalb Deutschlands vorgenommen.

## MustKnow1

---

### PD Dr. Kirsten Thonicke

Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und Universität Potsdam (*als Autorin auch beteiligt an MustKnow4*)

<https://orcid.org/0000-0001-5283-4937>

## MustKnow2

---

### Prof. Dr. Aletta Bonn

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Friedrich-Schiller-Universität Jena und Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv), Halle-Jena-Leipzig

<https://orcid.org/0000-0002-8345-4600>

### Dr. Kim Grützmacher

Museum für Naturkunde, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung (MfN), Berlin

<https://orcid.org/0000-0001-6238-5637>

### Prof. Dr. Stephanie Kramer-Schadt

Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) und Technische Universität Berlin

<https://orcid.org/0000-0002-9269-4446>

## MustKnow3

---

### Dr. Sibylle Schroer

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Berlin

<https://orcid.org/0000-0002-8457-2051>

## MustKnow4

---

### Dr. Tonjes Veenstra

Leibniz-Zentrum Allgemeine Sprachwissenschaft (ZAS), Berlin

<https://orcid.org/0000-0002-9494-3821>

### Dr. Hein van der Voort

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Belém, Brasilien

<https://orcid.org/0000-0002-9944-6816>

## MustKnow5

---

### M.Sc. Mats Nieberg

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und European Forest Institute (EFI), Bonn

<https://orcid.org/0000-0002-9755-8814>

### Dr. Christopher P. O. Reyer

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) (*als Autor auch beteiligt an MustKnow1*)

<https://orcid.org/0000-0003-1067-1492>

## MustKnow6

---

### Dr. Jens Freitag

Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK), Gatersleben (*als Autor auch beteiligt an MustKnow9*)

<https://orcid.org/0000-0001-6905-5497>

### Dr. Rita Grosch

Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenanbau (IGZ), Großbeeren

<https://orcid.org/0000-0002-7179-5715>

## MustKnow7

---

### Dr. Barbara Warner

Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft (ARL), Hannover

<https://orcid.org/0000-0003-0587-8616>

### Prof. Dr. Wolfgang Wende

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) und Technische Universität Dresden (*als Autor auch beteiligt an MustKnow1*)

<https://orcid.org/0000-0002-1421-4654>

## MustKnow8

---

### Dr. Cornelia Krug

Universität Zürich, Schweiz

<https://orcid.org/0000-0002-2470-1229>

## MustKnow9

---

### Dr. Christiane Hassenrück

Leibniz-Institut für Ostseeforschung (IOW), Warnemünde

<https://orcid.org/0000-0003-1909-1726>

### Dr. Christoph Häuser

Museum für Naturkunde, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung, Berlin

<https://orcid.org/0000-0001-6893-7180>

## MustKnow10

---

### Prof. Dr. Daniel Müller

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (IAMO), Halle an der Saale (*als Autor auch beteiligt an MustKnow6*)

<https://orcid.org/0000-0001-8988-0718>

# Weitere Autorinnen und Autoren

**Prof. Dr. Almut Arneth**  
(MustKnow1)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU), Garmisch-Partenkirchen  
<https://orcid.org/0000-0001-6616-0822>

**Prof. Dr. Nils Borchard**  
(MustKnow9)

Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG), Frankfurt am Main  
<https://orcid.org/0000-0002-0912-1111>

**Prof. Dr. Abhishek Chaudhary**  
(MustKnow10)

Indisches Institut für Technologie (IIT) und Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, Schweiz  
<https://orcid.org/0000-0003-3003-2663>

**Prof. Dr. Marianne Darbi**  
(MustKnow7)

Hochschule Geisenheim  
<https://orcid.org/0000-0002-2657-4825>

**Dr. Trishna Dutta** (MustKnow5)

European Forest Institute (EFI), Bonn  
<https://orcid.org/0000-0002-5236-2658>

**Dr. Ulrike Eberle** (MustKnow10)

Universität Witten/Herdecke und Corsus – corporate sustainability, Hamburg  
<https://orcid.org/0000-0001-6752-5336>

**Prof. Dr. Nico Eisenhauer**  
(MustKnow3)

Universität Leipzig und Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv), Halle-Jena-Leipzig  
<https://orcid.org/0000-0002-0371-6720>

**Prof. Dr. Nina Farwig** (MustKnow1)

Universität Marburg  
<https://orcid.org/0000-0002-0554-5128>

**Dr. Cecilia G. Flocco** (MustKnow3)

Leibniz-Institut DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, Braunschweig  
<https://orcid.org/0000-0001-9370-6130>

**Dr. Peter Grobe** (MustKnow9)

Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels (LIB), Bonn und Hamburg  
<https://orcid.org/0000-0003-4991-5781>

**Prof. Dr. Hans-Peter Grossart**  
(MustKnows7, 8)

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Berlin und Universität Potsdam  
<https://orcid.org/0000-0002-9141-0325>

**Angela Grosse** (MustKnow2)

Freie Wissenschaftsjournalistin, Hamburg  
<https://orcid.org/0000-0001-5311-2004>

**Dr. Nina Hagemann** (MustKnow8)

Technische Universität Dresden  
<https://orcid.org/0000-0001-7705-2368>

**Prof. Dr. Bernd Hansjürgens**  
(MustKnow7)

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Leipzig  
<https://orcid.org/0000-0002-5650-8300>

**Dr. Amber Hartman Scholz**  
(MustKnow9)

Leibniz-Institut DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, Braunschweig  
<https://orcid.org/0000-0002-3461-0881>

**Prof. Dr. Thomas Hickler**  
(MustKnow1)

Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN) und Goethe Universität, Frankfurt am Main  
<https://orcid.org/0000-0002-4668-7552>

**PD Dr. Franz Hölker** (MustKnow3)

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) und Freie Universität Berlin  
<https://orcid.org/0000-0001-5932-266X>

**Dr. Ute Jacob** (MustKnow1)

Helmholtz-Institut für Funktionelle Marine Biodiversität (HIFMB) an der Universität Oldenburg

**Prof. Dr. Sonja Jähnig** (MustKnow3)

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) und Humboldt-Universität zu Berlin  
<https://orcid.org/0000-0002-6349-9561>

**Prof. Dr. Klaus Jürgens**  
(MustKnow1)

Leibniz-Institut für Ostseeforschung (IOW), Warnemünde  
<https://orcid.org/0000-0002-7999-9368>

**Conor Kretsch** (MustKnow2)

COHAB Initiative, Galway, Irland  
<https://orcid.org/0000-0002-2045-4945>

**Prof. Dr. Jan Paul Lindner**  
(MustKnow10)

Universität Augsburg  
<https://orcid.org/0000-0002-7267-224X>

**Dr. Lasse Loft** (MustKnows1, 5)

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg  
<https://orcid.org/0000-0001-5640-7289>

**Prof. Dr. Carsten Mann**  
(MustKnow5)

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE)  
<https://orcid.org/0000-0002-8880-151X>

**Prof. Dr. Bettina Matzdorf**  
(MustKnow6)

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg  
<https://orcid.org/0000-0002-6244-6724>

**Dr. Marion Mehring**  
(MustKnows7, 9)  
Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE), Frankfurt am Main  
<https://orcid.org/0000-0002-9606-7554>

**Prof. Dr. Rudolf Meier**  
(MustKnow3)  
Museum für Naturkunde,  
Leibniz-Institut für Evolutions-  
und Biodiversitätsforschung  
(MfN), Berlin  
<https://orcid.org/0000-0002-4452-2885>

**Dr. Karen Meusemann**  
(MustKnows4, 8)  
Leibniz-Institut zur Analyse  
des Biodiversitätswandels (LIB),  
Bonn und Hamburg  
<https://orcid.org/0000-0002-7590-4851>

**Prof. Dr. Jörg Overmann**  
(MustKnow3)  
Leibniz Institut DSMZ-Deutsche  
Sammlung von Mikroorganismen  
und Zellkulturen und Technische  
Universität Braunschweig  
<https://orcid.org/0000-0003-3909-7201>

**Dr. Ralph S. Peters**  
(MustKnow3)  
Leibniz-Institut zur Analyse  
des Biodiversitätswandels (LIB),  
Bonn und Hamburg  
<https://orcid.org/0000-0001-7784-9203>

**Dr. Lisa M. Pörtner**  
(MustKnow2)  
Charité Berlin und Potsdam-Institut  
für Klimafolgenforschung (PIK)

**Ass. Prof. Prajal Pradhan, PhD**  
(MustKnow7)  
Reichsuniversität Groningen, Nie-  
derlande und Potsdam-Institut für  
Klimafolgenforschung (PIK)  
<https://orcid.org/0000-0003-0491-5489>

**Prof. Dr. Annette Prochnow**  
(MustKnow6)  
Leibniz-Institut für Agrartechnik  
und Bioökonomie (ATB), Potsdam  
<https://orcid.org/0000-0003-3528-5272>

**Dr. Vera Rduch** (MustKnow3)  
Leibniz-Institut zur Analyse des  
Biodiversitätswandels (LIB), Bonn  
und Hamburg  
<https://orcid.org/0000-0002-6499-2876>

**Prof. Dr. Christian Roos**  
(MustKnows5, 9)  
Deutsches Primatenzentrum,  
Leibniz-Institut für Primaten-  
forschung (DPZ) und Georg-  
August-Universität Göttingen  
<https://orcid.org/0000-0003-0190-4266>

**Prof. Dr. Christoph Scherber**  
(MustKnows4)  
Leibniz-Institut zur Analyse  
des Biodiversitätswandels (LIB),  
Bonn und Hamburg  
<https://orcid.org/0000-0001-7924-8911>

**Dr. Nicole Scheunemann**  
(MustKnow3)  
Senckenberg Gesellschaft für  
Naturforschung (SGN), Görlitz  
<https://orcid.org/0000-0003-1845-6236>

**M.Sc. Andreas Schuck**  
(MustKnow5)  
European Forest Institute (EFI),  
Bonn  
<https://orcid.org/0000-0002-6141-8844>

**Dr. Giles B. Sioen** (MustKnow2)  
Future Earth Global Secretariat  
Hub Japan und National Institute  
for Environmental Studies,  
Tsukuba, Japan  
<https://orcid.org/0000-0001-5180-0663>

**Prof. Dr. Simone Sommer**  
(MustKnow2)  
Universität Ulm  
<https://orcid.org/0000-0002-5148-8136>

**Dr. Nike Sommerwerk**  
(MustKnows3, 7)  
Museum für Naturkunde, Leibniz-  
Institut für Evolutions- und BIODI-  
versitätsforschung (MfN), Berlin  
<https://orcid.org/0000-0003-3666-7352>

**Dr. Franziska Tanneberger**  
(MustKnow1)  
Greifswald Moor Centrum (GMC)  
und Universität Greifswald  
<https://orcid.org/0000-0002-4184-9671>

**Prof. Dr. Klement Tockner**  
(MustKnow4)  
Senckenberg Gesellschaft für  
Naturforschung (SGN) und Goethe-  
Universität, Frankfurt am Main  
<https://orcid.org/0000-0002-0038-8151>

**Prof Dr. Peter H. Verburg**  
(MustKnow1)  
Vrije Universität Amsterdam,  
Niederlande  
<https://orcid.org/0000-0002-6977-7104>

**Maïke Voss** (MustKnow2)  
Center for Planetary Health  
Policy (CPHP), Berlin  
<https://orcid.org/0000-0002-7534-6722>

**Prof. Dr. Karsten Wesche**  
(MustKnow9)  
Senckenberg Gesellschaft für  
Naturforschung (SGN), Görlitz  
<https://orcid.org/0000-0002-0088-6492>

# Gutachterinnen und Gutachter aus Wissenschaft, Politik und Gesellschaft

## 10 MustKnows<sup>24</sup> (Gesamtbegutachtung aller MustKnows)

---

Aus der Wissenschaft **Prof. Dr. Katrin Böhning-Gaese**, Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN) und Goethe-Universität, Frankfurt am Main  
**Ass. Prof. Prajal Pradhan, PhD**, Reichsuniversität Groningen, Niederlande und Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

---

Aus Politik und Verwaltung **Dr. Brigitte Schuster**, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn  
**Dr. Lina Seitzl**, Mitglied des Deutschen Bundestags, Berlin  
**Ekaterina Smirnova**, Parlamentsbüro Dr. Lina Seitzl MdB, Berlin"  
**Robert Spreter**, Kommunen für biologische Vielfalt, Radolfzell

---

Aus der Gesellschaft **Florian Titze**, WWF Deutschland, Berlin

---

Aus Wissenschaft, Politik und Gesellschaft **Prof. Dr. Dr. Felix Ekardt**, Universität Rostock und Forschungsstelle Nachhaltigkeit und Klimapolitik, Leipzig und Berlin

---

## MustKnow<sup>1</sup>

---

Aus der Wissenschaft **Dr. Mia Maria Bengtsson**, Universität Greifswald  
**PD Dr. Ariane Walz**, Universität Potsdam  
**Prof. Dr. Volkmar Wolters**, Justus-Liebig-Universität Gießen  
**Prof. Dr. Damaris Zurell**, Universität Potsdam

---

Aus Politik und Verwaltung **Lennart Kümper-Schlake**, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn  
**Jan-Hendrik Skroblin**, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK), Potsdam  
**Dr. Josefine Walz**, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn

---

## MustKnow<sup>2</sup>

---

Aus der Wissenschaft **Prof. Dr. Claudia Hornberg**, Universität Bielefeld

---

Aus Politik und Verwaltung **Dr. Carolina Probst**, Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ), Berlin"

---

**Dr. Chadia Wannous**, Weltorganisation für Tiergesundheit (WOAH) und WOAH-Kontaktstelle für das One Health High-Level Expert Panel (OHHLEP)

---

Aus der Gesellschaft **Nigel Sizer**, Dalberg Catalyst, Washington, D.C., USA

---

Aus Wissenschaft und Gesellschaft **Dr. Catherine Machalaba**, EcoHealth Alliance, New York City, USA

---

### MustKnow3

Aus der Wissenschaft **Dr. Sami Domisch**, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Berlin  
**Dr. Karin Hohberg**, Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN), Görlitz  
**Prof. Dr. Steffen Kolb**, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg  
**Prof. Dr. Michael Monaghan**, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) und Freie Universität Berlin

Aus Politik und Verwaltung **Chloe Hill**, European Geosciences Union (EGU), München

### MustKnow4

Aus der Wissenschaft **Dr. Marion Jay**, Georg-August-Universität Göttingen  
**Prof. Dr. Miriam Meyerhoff**, Universität Oxford, Vereinigtes Königreich

Aus Politik und Verwaltung **Dr. Thomas Fatheuer**, Heinrich-Böll-Stiftung, Berlin  
**Lennart Kümper-Schlake**, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn

Aus der Gesellschaft **Christophe Mailliet**, Aktionsgemeinschaft Solidarische Welt (ASW), Berlin

### MustKnow5

Aus der Wissenschaft **Prof. Dr. Andreas Rigling**, Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, Schweiz  
**Prof. Dr. Georg Winkel**, Universität Wageningen, Niederlande

Aus Politik und Verwaltung **Dr. Anke Höltermann**, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn  
**Claudia Steinacker**, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn

Aus Wissenschaft und Politik **Dr. Ulrich Matthes**, Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz (FAWF), Trippstadt

Aus der Gesellschaft **Sven Selbert**, Naturschutzbund Deutschland (NABU), Berlin  
**Klaus Striepen**, Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Arnsberg  
**Dr. Susanne Winter**, WWF Deutschland, Berlin

### MustKnow6

Aus der Wissenschaft **Prof. Dr. Sabine Tischew**, Hochschule Anhalt, Bernburg

Aus Wissenschaft und Politik **Prof. Dr. Frank Ordon**, Julius Kühn-Institut (JKI), Quedlinburg

Aus der Gesellschaft **Michael Berger**, WWF Deutschland, Berlin  
**Cäcilia von Hagenow**, Naturschutzbund Deutschland (NABU), Berlin  
**Simon Krämer**, Naturschutzbund Deutschland (NABU), Berlin  
**Dr. Steffi Ober**, Naturschutzbund Deutschland (NABU) und Zivilgesellschaftliche Plattform Forschungswende, Berlin

Aus Wissenschaft und Gesellschaft **Dr. Nils Borchardt**, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG), Frankfurt am Main

## MustKnow7

---

Aus der Wissenschaft	<b>Matthias Herbert</b> , Bundesamt für Naturschutz (BfN), Leipzig <b>Prof. Dr. Sabine Tischew</b> , Hochschule Anhalt, Bernburg
Aus Politik und Verwaltung	<b>Jakob Hüppauff</b> , Regierung von Oberbayern, München
Aus der Gesellschaft	<b>Dr. Christian Hildmann</b> , Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Berlin <b>Prof. Dr.-Ing. Christian Poßner</b> , Fachhochschule Erfurt
Aus Wissenschaft und Politik	<b>Prof. Dr. Klaus Müller</b> , Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg und Humboldt-Universität zu Berlin

---

## MustKnow8

---

Aus der Wissenschaft	<b>Dr. Giles Sioen</b> , Future Earth Global Secretariat Hub Japan and National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan
Aus Politik und Gesellschaft	<b>Dr. Eva Spehn</b> , Forum Biodiversität Schweiz, Bern <b>Friedrich Wulf</b> , Pro Natura, Basel, Schweiz

---

## MustKnow9

---

Aus der Wissenschaft	<b>Dr. Sebastian Bosse</b> , Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut, Berlin <b>Prof. Dr. Konrad Förstner</b> , ZB MED Informationszentrum Lebenswissenschaften, Köln und Technische Hochschule Köln <b>Dr. Aidin Niamir</b> , Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN), Frankfurt am Main
Aus Politik und Verwaltung	<b>Dr. Carsten Loose</b> , Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), im Ruhestand

---

## MustKnow10

---

Aus der Wissenschaft	<b>Prof. Dr. Manfred Lenzen</b> , Universität Sydney, Australien <b>Prof. Dr. Martin Quaas</b> , Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig und Universität Leipzig
Aus Politik und Verwaltung	<b>Vincent Colomb</b> , Agentur für Umwelt- und Energie (ADEME), Paris, Frankreich
Aus der Gesellschaft	<b>Elisa Kollenda</b> , WWF Deutschland, Berlin <b>Johann Rathke</b> , Naturschutzbund Deutschland (NABU), Berlin

---

# Beteiligte Einrichtungen



Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität



POTS DAM-INSTITUT FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG



AKADEMIE FÜR RAUMENTWICKLUNG IN DER LEIBNIZ-GEMEINSCHAFT



Leibniz-Institut für Primatenforschung



Leibniz-Zentrum Allgemeine Sprachwissenschaft



Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels



Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung



IGZ



LEIBNIZ-INSTITUT FÜR OSTSEEFORSCHUNG WARNE-MÜNDE



Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung IM FORSCHUNGSVERBUND BERLIN E.V.

SENCKENBERG world of biodiversity



Leibniz-Institut DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH



Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei



MUSEUM FÜR NATURKUNDE BERLIN



Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.



Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie



Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien

## weitere Einrichtungen



GREIFSWALD MOOR CENTRUM



UNIVERSITÄT LEIPZIG



Universität Augsburg University

Institut für sozial-ökologische Forschung



Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig



Karlsruher Institut für Technologie

futurearth



MUSEUM GOELDI



UNIVERSITÄTSKLINIKUM BERLIN



Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde



universität uulm



Centre for Planetary Health Policy



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN



HELMHOLTZ Zentrum für Umweltforschung



Universität Zürich



Philipps Universität Marburg



VU UNIVERSITY AMSTERDAM



uni-versität Witten/Herdecke



Hochschule Geisenheim University



HIFMB OLDENBURG



EFI



cohabinitiative



rijksuniversiteit groningen

# Glossar

Wo möglich wurden für die folgenden Begriffe die Erläuterungen des *Weltklimarats* (IPCC), des *Weltbiodiversitätsrats* (IPBES), der *Übereinkunft zur biologischen Vielfalt* (CBD), der *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) sowie weiteren offiziellen Stellen wie dem *Bundesamt für Naturschutz* (BfN), dem *Umweltbundesamt* (UBA) etc. verwendet.

## **Agri-Photovoltaik**

Bezeichnet ein Verfahren, das Flächen für den Anbau von Pflanzen (Landwirtschaft) und zugleich für die Stromproduktion durch Sonnenenergie nutzt.

## **Arthropoden**

Ein Stamm des Tierreichs, dem unter anderem Insekten und Spinnentiere angehören.

## **Baummikrohabitate**

Alle ausgeprägten und klar abgegrenzten Strukturen an lebenden oder abgestorbenen Bäumen, die für Arten/Artengemeinschaften mindestens während eines Teils ihres Lebenszyklus ein besonderes und wesentliches Substrat oder einen Lebensraum darstellen, um sich zu entwickeln, zu vermehren, z. B. Höhlen, Baumverletzungen und Kronentotholz.

## **BECCS (Bioenergy with Carbon Capture and Storage)**

Bezeichnet einen industriellen Prozess, bei dem Biomasse (z. B. Zuckerrohr, Mais oder Holzabfälle) für „grünen“ Strom verbrannt und das dabei entstandene Kohlendioxid aufgefangen und unterirdisch gespeichert wird.

## **Bestand**

Ein abgrenzbarer Teil des Waldes, der sich hinsichtlich Struktur, Alter und/oder Baumart(en) gleicht und von benachbarten Beständen unterscheidet.

## **Bildgebende Spektroskopie**

Hier erfasst jedes Pixel eines Bildes viele Bänder von Lichtintensitätsdaten aus dem Spektrum anstelle nur der drei Bänder des RGB-Farbmodells.

## **Biobasierte Materialien**

Materialien, die von lebenden Organismen abstammen, aber für andere Anwendungen genutzt werden, z. B. Enzyme, die von Mikroben in Massenproduktion hergestellt und für die Synthese von Medikamenten verwendet werden.

## **Biodiversitäts-Mainstreaming**

Wenn Biodiversität und die von ihr erbrachten Leistungen in Gesetzen, Richtlinien und Praktiken generell ausreichend berücksichtigt werden.

## **Biodiversitäts-Offsets**

Messbare Maßnahmen zur Wiederherstellung der Natur, die in der Regel als Kompensation für negative und unvermeidbare Eingriffe in die Biodiversität gelten. Ein effizienter Biodiversitätsausgleich (Offsets) soll garantieren, dass Bauvorhaben einen Zugewinn, zumindest aber keinen Netto-Verlust von Biodiversität mit sich bringen. Erst wenn alle Vermeidungs- und Minimierungsoptionen ausgeschöpft sind, sollten Planer\*innen Biodiversitäts-Offsets in Betracht ziehen.

## **Biokulturelle Vielfalt**

Die Vielfalt, die durch das Zusammenwirken von natürlichen Systemen und menschlichen Kulturen entsteht. Das Konzept beruht auf drei Thesen: erstens, die Vielfalt des Lebens schließt menschliche Kulturen und Sprachen ein, zweitens bestehen Verbindungen zwischen biologischer Vielfalt und menschlicher kultureller Vielfalt, und drittens haben sich diese Verbindungen im Laufe der Zeit durch gegenseitige Anpassung und möglicherweise Koevolution zwischen Menschen, Pflanzen und Tieren entwickelt.

## **Bodendegradation**

Die abnehmende Fähigkeit des Bodens, die gewünschten Ökosystemleistungen und -güter bereitzustellen.

## **Bottom-Up Best-Practice**

Bottom-up-Strategien setzen an der Basis an und tragen die Diskussion über Ziele und Lösungen schrittweise in komplexere soziale Zusammenhänge. Best-Practice stellt bereits erfolgreich erprobte Methoden, Maßnahmen, Verfahren etc. dar.

## **Buen Vivir**

Eine von *IPLCs* entwickelte Vorstellung von Gemeinschaften, die in Harmonie mit der Natur leben. Es steht für Frieden, Vielfalt, Solidarität, das Recht auf Bildung, Gesundheit, sichere Lebensmittel, Wasser und Energie sowie Wohlstand und Gerechtigkeit für alle.

## **CARE**

Die CARE-Prinzipien für Indigene Datenverwaltung sind menschen- und zweckorientiert und spiegeln die entscheidende Rolle von Daten bei der Förderung von Innovation und Selbstbestimmung Indigener Völker wider. Diese Prinzipien ergänzen die bestehenden **FAIR**-Prinzipien. Die Grundsätze sind **Collective Benefit** (Kollektiver Nutzen), **Authority to Control** (Autorität zur Kontrolle), **Responsibility** (Verantwortung) und **Ethics** (Ethik).

## **Cerrado**

Die fast zwei Millionen Quadrat-kilometer großen Feuchtsavannen im Binnenland Südost-Brasiliens.

## **Citizen Science**

Ein Ansatz, bei dem wissenschaftliche Erkenntnisse von Personen, die nicht hauptberuflich in der fachzugehörigen Wissenschaft tätig sind, mit oder ohne Beteiligung von hauptamtlich Forschenden gewonnen werden.

## **CO<sub>2</sub>e (CO<sub>2</sub>-Äquivalente)**

Eine Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase. Emissionen anderer Treibhausgase als Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) werden zur besseren Vergleichbarkeit entsprechend ihrem globalen Erwärmungspotenzial in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet (CO<sub>2</sub>=1).

## **Digitale Sequenzinformationen (digitale Sequenzdaten, DSI)**

Das digitale Ergebnis der molekularbiologischen Entschlüsselung (Sequenzierung) von Genomen oder Proteinen.

## **eDNA (environmental DNA, Umwelt-DNA)**

Die Gesamtheit der in einer Umweltprobe enthaltenen Desoxyribonukleinsäure (DNA). Diese kann aus unterschiedlichen Quellen stammen: freie DNA, DNA aus Mikroorganismen, DNA aus abgestorbenem Zellmaterial höherer Organismen, wie z. B. Schleim, Schuppen, Fell oder Zellreste.

## **Entomologisch**

Entomologie bedeutet Insektenkunde.

## **FAIR**

Richtlinie für digitales Datenmanagement mit Schwerpunkt auf Maschinenlesbarkeit, die verlangt, dass Daten und **Metadaten** **Findable** (auffindbar), **Accessible** (zugänglich), **Interoperable** (interoperabel) und **Reusable** (wiederverwendbar) sind.

## **Faunengemeinschaft**

Tierarten, die zusammen in einem Lebensraum (Biotop) vorkommen. Sie können miteinander in Beziehung stehen.

## **Funktionelle Merkmale**

Jedes Merkmal eines Organismus, das sich in seinem äußeren Erscheinungsbild (Phänotyp) ausdrückt, auf individueller Ebene messbar ist und nachweislich mit der Funktion des Organismus zusammenhängt. Bei Tieren sind das z. B. Körpergröße, Wurfgröße, Alter der Geschlechtsreife, Nistplatz und Aktivitätszeit.

## **Fußabdruck**

Der (ökologische) Fußabdruck ist ein komplexer Nachhaltigkeitsindikator. Er beschreibt, wieviel Fläche ein Mensch verbraucht, um seinen Bedarf an Ressourcen zu decken (Landnutzungs-Fußabdruck), wie viel Biodiversität ein Mensch verbraucht (Biodiversitäts-Fußabdruck) oder wieviel Kohlendioxid pro Mensch freigesetzt wird (CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, der z. B. durch Konsumentscheidungen größer oder kleiner wird).

## **Globaler Norden und Globaler Süden**

Die beiden Bezeichnungen sollen die Situation von Ländern in der globalisierten Welt möglichst wert- und hierarchiefrei beschreiben. In diesem Sinne ist ein Land des Globalen Südens ein politisch, wirtschaftlich oder gesellschaftlich benachteiligter Staat. Die Länder des Globalen Nordens befinden sich dagegen in einer privilegierten Position, was Wohlstand, politische Freiheit und wirtschaftliche Entwicklung angeht. Damit sollen auch die Ungleichheit und die dadurch bedingten Abhängigkeitsverhältnisse herausgestellt werden. Die Begriffe sind nur bedingt geografisch zu verstehen: Während z. B. Australien und Neuseeland dem Globalen Norden zugeordnet werden, werden Länder wie Afghanistan und die Mongolei zum Globalen Süden gezählt.

## **Habitat und Habitatbaum**

Charakteristische Lebensstätte einer bestimmten Tier- oder Pflanzenart. Habitatbäume sind lebende oder stehende tote Bäume, die Mikrohabitate für eine Vielzahl an Arten bieten.

## **Hochdurchsatz-(DNA-) Sequenzierung**

Sie ermöglicht die parallele Sequenzierung von Tausenden bis Milliarden DNA-Abschnitten in einem Durchgang.

## **Hotspots der Biodiversität**

Regionen mit einer besonders hohen Dichte und Vielfalt charakteristischer Arten, Populationen und Lebensräume.

## **Indigene Völker und lokale Gemeinschaften (IPLCs)**

Indigene Völker können als ethnische Gruppen definiert werden, die von den ursprünglichen Bewohner\*innen einer bestimmten Region abstammen und sich mit deren Kultur identifizieren<sup>36</sup>. Lokale Gemeinschaften können als eine heterogene Gruppe definiert werden, die traditionelle Gemeinschaften umfassen, die über kollektives Wissen verfügen und deren Lebensunterhalt eng mit den lokalen Ökosystemen und natürlichen Ressourcen verbunden ist. Das *Ständige Forum der Vereinten Nationen für indigene Angelegenheiten*<sup>38</sup> und *Cultural Survival* raten von der Vermischung beider Kategorien ab, da sie "die Anerkennung der bestätigten Rechte und Identitäten der indigenen Völker schwächt und ohne Rücksprache mit den indigenen Völkern durchgesetzt wurde"<sup>39</sup>.

## **Indigenes und lokales Wissen (ILK)**

Dieses Wissen entwickelten Indigene Völker und lokale Gemeinschaften (IPLCs) über Jahrhunderte bis heute. Es bietet eine einzigartige und reichhaltige Informationsquelle über die biologische Vielfalt und stellt einen wichtigen Aspekt der kulturellen und verhaltensbezogenen Vielfalt der Menschen dar<sup>40</sup>.

## **Interoperabilität**

Eigenschaft standardisierter Daten und *Metadaten*, wodurch die Integration von Datensätzen aus unterschiedlichen Quellen und die Anwendung von Programmen und automatisierten Arbeitsabläufen für die Bearbeitung, Auswertung und Speicherung ermöglicht wird.

## **Invasive Arten**

Arten, deren Einführung durch menschliches Handeln außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets die biologische Vielfalt, die Ernährungssicherheit, die Gesundheit oder das Wohlergehen der Menschen beeinflusst.

## **Isolate**

Sprachen, die nach den anerkannten Methoden der historisch-vergleichenden Sprachwissenschaft keiner bekannten Sprachfamilie zugeordnet werden können.

## **Kelpwälder**

Unterwasser-Ökosysteme, die im flachen Wasser durch das dichte Wachstum verschiedener Kelp-Arten entstehen. Obwohl sie Pflanzen sehr ähneln, handelt es sich bei Kelp um extrem große Braunalgen. Einige Arten können (unter Wasser) eine Höhe von 45 m erreichen, und unter idealen physikalischen Bedingungen kann Kelp an einem einzigen Tag 45 cm wachsen.

## **Living Labs**

Reallabore der gemeinsamen Forschung von Wissenschaft und Praxis zur Lösung realweltlicher und gesellschaftlich relevanter Nachhaltigkeitsprobleme, so z. B. im Bereich der Landnutzung die Reduzierung der Umwelt- und Klimafolgen. Sie können durch gemeinsames Lernen sowohl zu sozialen und technischen Innovationen als auch zu einem besseren wissenschaftlichen Verständnis von Herausforderungen und Lösungswegen führen.

## **Metadaten**

Hintergrundinformationen zur Datenerhebung, die den Kontext eines Messwerts beschreiben, z. B. Analysemethode, Standort, Messdatum, Identifikationsnummern. Umfassende *Metadaten* sind essentiell für die Erfüllung der *FAIR*-Prinzipien.

## **(Meta)Datenstandards**

Festlegung zur Strukturierung und Formatierung von Daten bzw. *Metadaten*, um langfristig und nachhaltig deren *Interoperabilität* über diverse Datenquellen zu gewährleisten und somit die Datenintegration und -wiederbenutzbarkeit zu erhöhen.

## **Mikrobiom**

Gesamtheit aller Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Viren) in einer gewissen Umgebung.

## **Morphologische Anpassung**

Körperliche Veränderungen eines Lebewesens als Anpassung auf veränderte Lebensbedingungen.

### **Multilateral**

Mehrere Partner (z. B. Staaten) arbeiten gleichberechtigt zusammen, um gemeinsame Ziele zu erreichen oder (grenzüberschreitende) Probleme zu lösen.

### **Narrativ**

Erzählung, die sich z. B. auf globale Entwicklungen in unterschiedlichen Bereichen bezieht und auf Fakten basiert.

### **Naturbasierte Lösungen**

Maßnahmen zum Schutz, zur nachhaltigen Bewirtschaftung und zur Wiederherstellung natürlicher oder veränderter Ökosysteme, mit denen gesellschaftliche Herausforderungen wirksam und anpassungsfähig angegangen werden können und die gleichzeitig dem menschlichen Wohlbefinden und der biologischen Vielfalt dienen.

### **Natürliche Walddynamik**

Wälder sind dynamische Ökosysteme und ständigen Veränderungen unterworfen, die Waldökosysteme formen und verändern. Dieser natürlich auftretende Wandel in Wäldern beinhaltet *Störungen* und *Sukzession*, einschließlich Verjüngung, Wachstum und Absterben von Bäumen.

### **Netto-null**

Im Kontext des Verlusts natürlicher Flächen durch neue Baumaßnahmen (Versiegelungen) bedeutet Netto-null, in der Summe keine Neuversiegelung mehr zuzulassen. Das heißt, dass für jede dennoch stattfindende Neuversiegelung die gleiche Fläche entsiegelt werden muss, sodass in der Bilanz keine natürliche Fläche verloren geht.

### **NFDI4Biodiversity**

Ein Konsortium unter dem Dach der *Nationalen Forschungsdateninfrastruktur* (NFDI), das sich der gemeinschaftlichen Nutzung von Biodiversitäts- und Umweltdaten widmet.

### **Ökobilanz**

Eine Methode, mit der die Umweltverträglichkeit eines bestimmten Produkts oder einer bestimmten Handlung untersucht wird.

### **Ökokompetenz**

Die Kombination von Erfahrungswissen und akademischem Wissen über die Umwelt. Vieles von dem, was wir über die natürliche Welt wissen, liegt außerhalb von Büchern, Bibliotheken und Datenbanken: Es ist größtenteils in ungeschriebener Sprache in den Konzepten und Erinnerungen der Menschen an ihr langjähriges Zusammenleben mit Bergen, Flüssen, Wäldern, Wüsten und anderen Ökosystemen verankert. Die Weiterentwicklung dieses Wissens durch die verschiedenen beteiligten Akteure rückt zunehmend in den Vordergrund<sup>35</sup>.

### **Ökosystemleistungen**

Der Nutzen, den Menschen aus Ökosystemen ziehen. Dies kann ein monetärer oder nicht-monetärer Wert für den Einzelnen oder die Gesellschaft sein.

### **Ökotoxizität**

Ökotoxizität erfasst die Effekte, die (Schad-)Stoffe auf lebende Organismen in verschiedenen Ökosystemen wie z. B. Süßwasser, Salzwasser, Luft und Erde haben.

### **One-Health-Konzept**

Ein integrativer und systemischer Ansatz bzw. ein Konzept für die Gesundheit, der auf der Erkenntnis beruht, dass die Gesundheit von Mensch, Tier und Ökosystem untrennbar miteinander verbunden ist.

### **Ontologie**

Geordnetes und sorgfältig ausgewähltes Vokabular, um die Beziehungen zwischen den Komponenten eines Systems formell und maschinenlesbar zu beschreiben. Durch die Benutzung von Ontologien kann die *Interoperabilität* von *Metadaten* gesteigert werden.

### **Open Data**

Sie sind für alle Menschen frei zugänglich und können auf Grund von offenen und diskriminierungsfreien Lizenzen frei (von Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft) (weiter-) verwendet werden. Der offene Zugang ermöglicht zudem die Reproduzierbarkeit der Forschungsdaten in der Wissenschaft.

### **Open Science**

Dieser Begriff bündelt Strategien und Verfahren (z. B. Digitalisierung), die darauf abzielen, alle Bestandteile des wissenschaftlichen Prozesses über das Internet offen zugänglich, nachvollziehbar und nachnutzbar zu machen.

### **Paludikultur**

Die land- und forstwirtschaftliche Nutzung nasser Hoch- und Niedermoore, z. B. zum Anbau von Reet. Im Idealfall wird dabei neuer Torf gebildet.

## **Pathogene**

Mikroorganismen wie Bakterien oder Pilze und Viren, die ihrem Wirt (Menschen, Tieren und Pflanzen) Schaden zufügen können.

## **Petabyte**

Eine extrem große Einheit digitaler Daten. Es besteht aus 1.000 Terabyte.

## **Phänologische Anpassung**

Reaktion eines Lebewesens an periodisch (z. B. jährlich) wiederkehrende Entwicklungserscheinungen in der Natur.

## **Planetare Grenzen**

Das Konzept stellt neun planetare Grenzen vor, innerhalb derer sich die Menschheit noch über Generationen hinweg weiterentwickeln und entfalten kann. Das Überschreiten der Grenzen erhöht das Risiko, dass es zu großflächigen, abrupten oder unumkehrbaren Umweltveränderungen kommt. Drastische Veränderungen werden nicht unbedingt plötzlich und unerwartet eintreten, aber insgesamt markieren die Grenzen eine kritische Schwelle für zunehmende Risiken für die Menschen sowie für die Ökosysteme, zu denen wir gehören.

## **Primärdaten**

Primärdaten (oft auch Roh- oder Urdaten) basieren auf einer Befragung, Beobachtung, Messung oder einer anderen Art der direkten Datenerhebung und ermöglichen deshalb den direkten Bezug auf den Untersuchungsgegenstand.

## **Primärwald (Urwald)**

Wald, der von menschlicher Einflussnahme nicht oder nur wenig berührt ist.

## **Sekundärwald**

Wald, der sich nach der Zerstörung des ursprünglichen *Primärwaldes* bildet und dessen Zusammensetzung sich vom Primärwald unterscheidet.

## **Sozial-ökologische Transformation**

Sie erfordert ein grundlegendes Umdenken und Handeln in den Bereichen Wirtschaft, Gesellschaft, Politik, Kultur und Technologie sowie den Wandel individueller Lebensweisen, um die *planetaren Grenzen* einhalten zu können.

## **Spillover-Effekte**

Der Zeitpunkt, zu dem ein Virus die vielen natürlich vorkommenden Barrieren überwunden hat und von einer Art auf eine andere übertragen wurde, also „übergesprungen“ ist.

## **Störungen**

Eine (vorübergehende) Reduzierung der Vitalität, der Produktivität und/oder des Kronenschlusses des Waldes sowie Verlust lebender Biomasse, die durch einen beliebigen Faktor verursacht wird, der nicht direkt auf die menschliche Bewirtschaftung zurückzuführen ist.

## **Störungsregime**

*Störungen* sind zeitlich und räumlich diskrete Ereignisse, die zu Verlust von lebender Biomasse führen und Lebensgemeinschaften tiefgreifend verändern, z. B. durch Wind, Feuer, Dürren, Insekten oder menschliche Landnutzung. Die Summe aller in einer Landschaft wirkenden Störungen ergibt ein Störungsregime, welches durch typische Rhythmen und Interaktionen gekennzeichnet ist.

## **Sukzession**

Prozess der Veränderung der Artenzusammensetzung nachdem eine *Störung* stattfand.

## **Symbiose**

Zusammenleben von Individuen unterschiedlicher Arten zum gegenseitigen Nutzen.

## **Taxonomie und Taxa**

Benennung, Beschreibung und hierarchische Klassifizierung von Organismen in Domänen, Phyla, Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, basierend auf ähnlichen Merkmalen wie stammesgeschichtlichen Verwandtschaftsverhältnissen und morphologischen (formgebenden) Unterschieden. Taxon (Plural: Taxa) bezieht sich auf die Bezeichnung eines Organismus auf einer der genannten Ebenen.

### **Torfgebiete**

Feuchtgebietsökosysteme, deren Böden von Torf dominiert werden. Torf ist eine für Moore typische Bodenart, die aus zersetzten Pflanzen entsteht.

### **Vektor und vektorübertragene Krankheiten**

Ein Vektor ist ein Lebewesen, das Krankheitserreger auf einen Menschen oder ein anderes Tier überträgt. Bei Vektoren handelt es sich häufig um *Arthropoden*, z. B. Stechmücken, Zecken, Fliegen, Flöhe und Läuse. Dies führt zu vektorübertragenen Krankheiten.

### **Verdünnungs- und Verstärkungseffekt**

Die Theorie des Verdünnungseffekts besagt, dass die Vielfalt einer ökologischen Gemeinschaft die Übertragung eines Krankheitserregers verringert. Die Theorie des Verstärkungseffekts besagt, dass ein Verlust der Vielfalt einer ökologischen Gemeinschaft die Übertragung eines Krankheitserregers erhöht.

### **Vertikale oder zelluläre Landwirtschaft**

Die vertikale Landwirtschaft ist eine extreme Form der landwirtschaftlichen Intensivierung, die vom agrarökologischen System losgelöst ist und auf Techniken der Innenraumbewirtschaftung, kontrollierte Umgebungen und Technologie zurückgreift. Die zelluläre Landwirtschaft nutzt Technologien zur Züchtung von Muskelgewebe in Kulturen aus tierischen Stammzellen, um Fleisch zu produzieren.

### **Zoonosen**

Infektionskrankheiten, die von Bakterien, Parasiten, Pilzen, Tierproteinen oder Viren verursacht und wechselseitig zwischen Tieren und Menschen übertragen werden können.

### **3-fache Innenentwicklung**

Ziel dieses Herangehens ist es, Mobilität, Grün- und Freiflächen sowie das Bauen gemeinsam qualifiziert zu entwickeln, um eine hohe Lebensqualität für alle Stadtbewohner\*innen zu erreichen.

### **3R**

Die drei englischen Worte **Replace**, **Reduce** und **Refine** beschreiben die zentralen (ethischen) Grundsätze bei experimentellen wissenschaftlichen Arbeiten mit Versuchstieren. Mit der sogenannten 3R-Regel sollen Tierversuche durch Alternativen ersetzt, die Zahl der Versuchstiere begrenzt und die Belastung für die Tiere auf ein unvermeidliche Maß verringert werden.

# Gesetze, Richtlinien, Strategien, Kommissionen, Institutionen

## **Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK)**

Ziel des ANK ist es, Ökosysteme wie Wälder und Meere zu bewahren, zu stärken und wiederherzustellen. Das dient dem Schutz des Klimas und der Biodiversität. Ein wesentlicher Bestandteil ist unter anderem die Wiederherstellung und Wiedervernässung von Mooren.

## **Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)**

BNE vermittelt Lernenden aller Altersgruppen das Wissen, die Fähigkeiten, die Werte und die Handlungskompetenz, um die miteinander verknüpften globalen Herausforderungen wie Klimawandel, Biodiversitätsverlust, nicht nachhaltige Ressourcennutzung und Ungleichheit anzugehen. Sie befähigt die Lernenden, die Auswirkungen des eigenen Handelns auf die Welt zu verstehen und verantwortungsvolle, nachhaltige Entscheidungen zu treffen.

## **EAT-Lancet-Kommission**

Die EAT-Lancet-Kommission ist eine Kooperation zwischen der Nichtregierungsorganisation EAT und The Lancet, einer der führenden medizinischen Fachzeitschriften.

## **EU-Biodiversitätsstrategie 2030**

Die EU-Biodiversitätsstrategie 2030 ist ein umfassender, systemischer und ehrgeiziger langfristiger Plan zum Schutz der Natur und zur Umkehr der Verschlechterung der Ökosysteme. Sie stellt eine wichtige Stütze des [europäischen Grünen Deals](#) und der Führungsrolle der EU bei internationalen Maßnahmen für globale öffentliche Güter und Ziele für eine nachhaltige Entwicklung dar. Mit dem Ziel, dass sich die biologische Vielfalt in Europa bis 2030 erholt, werden in der Strategie neue Wege zur wirksameren Umsetzung der bestehenden Rechtsvorschriften, neue Verpflichtungen, Maßnahmen, Ziele und Governance-Mechanismen aufgezeigt.

## **EU-Gesetz zur Wiederherstellung der Natur**

Mit diesem Gesetz verpflichten sich die EU-Mitgliedsländer, nationale Pläne zu entwickeln, um die bis 2050 verbindlich vereinbarten Ziele zu erreichen.

## **Europäischer Grüner Deal**

Mit dem europäischen Grünen Deal soll der Übergang zu einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft geschaffen werden, die bis 2050 keine Netto-Treibhausgase mehr ausstößt, ihr Wachstum von der Ressourcennutzung abkoppelt und niemanden, weder Mensch noch Region, im Stich lässt.

## **Global Biodiversity Information Facility (GBIF)**

GBIF ist ein internationales Netzwerk und eine Dateninfrastruktur, die von den Regierungen der Welt finanziert wird und darauf abzielt, jedermann überall offenen Zugang zu Daten über alle Arten von Leben auf der Erde zu bieten.

## **Globale Nachhaltigkeitsziele (SDGs)**

17 Ziele und 169 Vorgaben, auf die sich die Vereinten Nationen geeinigt haben und die die soziale, wirtschaftliche und ökologische Dimension der Nachhaltigkeit ausbalancieren und darauf abzielen, nachhaltigen Frieden und Wohlstand zu fördern und unsere Erde zu schützen.

## **Grüne Liste der IUCN**

Die Grüne Liste der Weltnaturschutzunion IUCN ist eine globale Kampagne für erfolgreichen Naturschutz. Sie bietet eine lokal relevante fachliche Anleitung zur Erzielung fairer und effektiver Naturschutzergebnisse in Schutz- und Schongebieten.

## **Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF)**

Übereinkommen über die biologische Vielfalt, das strategische Ziele bis 2050 und Aktionsziele bis 2030 festlegt, die auf die Verwirklichung des Auftrags und der Vision des [Übereinkommens über die biologische Vielfalt \(CBD\)](#) ausgerichtet sind.

### **Nationale Biodiversitätsstrategie 2030 (NBS2030)**

Die NBS2030 ist die zentrale Naturschutzstrategie der Bundesregierung und wesentliches Instrument zur Umsetzung internationaler Vereinbarungen zum Schutz der Biodiversität in Deutschland. Mit der Verabschiedung des [Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework \(GBF\)](#) liegen seit Dezember 2022 neue globale Ziele zum Schutz der biologischen Vielfalt bis 2030 vor. Mit einer umfangreichen Fortentwicklung der NBS2030 will die Bundesregierung ihrer Verantwortung in diesem Bereich in Deutschland und weltweit nachkommen und einen ehrgeizigen Beitrag zur Umsetzung des GBF sowie der [EU-Biodiversitätsstrategie 2030](#) leisten.

### **Quadrupartite One Health Alliance**

In dieser Allianz arbeiten die *Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen* (FAO), das *Umweltprogramm der Vereinten Nationen* (UNEP), die *Weltgesundheitsorganisation* (WHO) und die *Weltorganisation für Tiergesundheit* (WOAH) zusammen, um das *One-Health-Konzept* zu realisieren.

### **Richtlinie zur Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen (CSRD)**

Seit dem Geschäftsjahr 2017 sind in Deutschland rund 500 große, kapitalmarktorientierte Unternehmen sowie Banken und Versicherungen dazu verpflichtet, eine sogenannte „nichtfinanzielle Erklärung“ zu erstellen. Darin haben sie die von ihnen verfolgten Konzepte, Risiken und Leistungsindikatoren in Bezug auf Umwelt, Arbeitnehmerbelange, soziale Belange, Menschenrechte und Korruption darzulegen, sofern diese als wesentlich erachtet werden. Die rechtliche Grundlage dafür bildet die europäische CSRD-Richtlinie.

### **Rote Liste der IUCN**

Die Rote Liste der Weltnaturschutzunion IUCN wird seit 1964 herausgegeben und ist ein wichtiger Indikator für den Zustand der Biodiversität. Sie hat sich zur weltweit umfassendsten Informationsquelle über den globalen Erhaltungszustand von Tier-, Pilz- und Pflanzenarten entwickelt und wird ständig aktualisiert. Dafür werten Expert\*innen aus mehr als 160 Staaten auf wissenschaftlichen Grundlagen alle relevanten und zugänglichen Daten aus.

### **Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD)**

Das CBD ist ein weltumspannendes, völkerrechtlich verbindliches Abkommen zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung der belebten Natur und bezieht sich sowohl auf die Vielfalt der Tier- und Pflanzenarten, als auch auf die Vielfalt innerhalb der Arten und auf die Vielfalt der Ökosysteme. Die CBD hat 196 Mitgliedsstaaten, inklusive Deutschland und die EU.

# Referenzen

## Vorwort

1. BMUV (2023). Naturbewusstsein 2021 – Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt. Berlin, BMUV. 20012
2. UNICEF (2022). <https://www.unicef.de/informieren/aktuelles/presse/-/unicef-report-auswirkungen-von-umweltrisiken/305222>, letzter Zugriff am: 20.2.2024
3. Richardson et al. (2023). Earth beyond Six of Nine Planetary Boundaries. *Sci Adv*. doi:10.1126/sciadv.adh2458
4. 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 et al. (eds). Bonn, IPBES Secretariat. doi:10.5281/ZENODO.3553579
5. Dasgupta (2021). *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*. London, HM Treasury. ISBN: 978-1-911680-29-1
6. WBGU (2023). *Gesund leben auf einer gesunden Erde. Zusammenfassung*. Berlin, WBGU. ISBN 978-3-946830-39-9
7. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2023). *Umwelt und Gesundheit konsequent zusammendenken: Sondergutachten*. Berlin, SRU. ISBN: 978-3-947370-25-2
8. Hochkirch et al. (2023). A multi-taxon analysis of European Red Lists reveals major threats to biodiversity. *PLoS ONE*. doi:10.1371/journal.pone.0293083
9. UN Women Deutschland (2022). <https://unwomen.de/klima-und-gender/>, letzter Zugriff am: 20.2.2024
10. Beispiele: UN-Agenda 2030 (2015); IPBES, 2019; IPCC, 2019; EU-Biodiversitätsstrategie 2030 (2020); WBGU 2011, 2023; SRU 2023
11. Mau et al. (2023). *Triggerpunkte: Konsens und Konflikt in der Gegenwartsgesellschaft*. Berlin, Suhrkamp. 3rd ed. ISBN: 978-3-518-02984-8
12. Sala et al. (2021). Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature*. doi:10.1038/s41586-021-03371-z
13. Dureuil et al. (2018). Elevated trawling inside protected areas undermines conservation outcomes in a global fishing hot spot. *Science*. doi:10.1126/science.aau0561
14. Sánchez-Arcilla et al. (2022). Barriers and enablers for upscaling coastal restoration. *Nature-Based Solutions*. doi:10.1016/j.nbsj.2022.100032
15. Searchinger et al. (2022). EU climate plan sacrifices carbon storage and biodiversity for bioenergy. *Nature*. doi:10.1038/d41586-022-04133-1
16. European Commission (2021). *EU Soil Strategy for 2030*. Brussels, European Commission. COM(2021) 699 final
17. Droste et al. (2022). A global overview of biodiversity offsetting governance. *Journal of Environmental Management*. doi:10.1016/j.jenvman.2022.115231
18. Shumway et al. (2018). The Risks and Opportunities of Translating Terrestrial Biodiversity Offsets to the Marine Realm. *BioScience*. doi:10.1093/biosci/bix150
19. Maron et al. (2021). Setting robust biodiversity goals. *Conservation Letters*. doi:10.1111/contl.12816
20. Limburg et al. (2020). Ocean Deoxygenation: A Primer. *One Earth*. doi:10.1016/j.oneear.2020.01.001
21. Riisager-Simonsen et al. (2022). Marine nature-based solutions: Where societal challenges and ecosystem requirements meet the potential of our oceans. *Marine Policy*. doi:10.1016/j.marpol.2022.105198
22. Simmonds et al. (2022). Aligning ecological compensation policies with the Post 2020 Global Biodiversity Framework to achieve real net gain in biodiversity. *Conserv Sci and Prac*. doi:10.1111/csp2.12634
23. West et al. (2023). Action needed to make carbon offsets from forest conservation work for climate change mitigation. *Science*. doi:10.1126/science.ade3535

## 1 Klima- und Biodiversitätsschutz gemeinsam verwirklichen

1. Pörtner et al. (2023). Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts. *Science*. doi:10.1126/science.abl4881
2. UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Nairobi, United Nations Environment Programme. doi:10.59117/20.500.11822/41222
3. Kreyling et al. (2021). Rewetting does not return drained fen peatlands to their old selves. *Nat Commun*. doi:10.1038/s41467-021-25619-y
4. Günther et al. (2020). Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. *Nat Commun*. doi:10.1038/s41467-020-15499-z
5. Greifswald Moor Centrum (2022). *Faktenpapier: Die Rolle von Methan Bei Moor-Wiedervernässung*. Greifswald, Greifswald Moor Centrum. 8
6. Tanneberger et al. (2022). Saving soil carbon, greenhouse gas emissions, biodiversity and the economy: paludiculture as sustainable land use option in German fen peatlands. *Reg Environ Change*. doi:10.1007/s10113-022-01900-8
7. Martens et al. (2023). Paludiculture can support biodiversity conservation in rewetted fen peatlands. *Sci Rep*. doi:10.1038/s41598-023-44481-0
8. Smith et al. (2022). How do we best synergize climate mitigation actions to co benefit biodiversity? *Glob Chang Biol*. doi:10.1111/gcb.16056
9. Atwood et al. (2020). Global Patterns in Marine Sediment Carbon Stocks. *Front Mar Sci*. doi:10.3389/fmars.2020.00165
10. Pusceddu et al. (2014). Chronic and intensive bottom trawling impairs deep-sea biodiversity and ecosystem functioning. *Proc Natl Acad Sci. U.S.A.* doi:10.1073/pnas.1405454111
11. Gagnon et al. (2023). Rapid faunal colonization and recovery of biodiversity and functional diversity following eelgrass restoration. *Restoration Ecology*. doi:10.1111/rec.13887

## 2 Ein gesundes Leben auf einem gesunden Planeten ermöglichen

1. Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, D.C., Island Press. ISBN: 1-59726-040-1
2. Chivian et al. (2008). *Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity*. Oxford, Oxford University Press. ISBN: 978-0195175097
3. BMUV (2023). *Naturbewusstsein 2021 – Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt*. Berlin, BMUV. 20012
4. Dobson et al. (2020). Ecology and economics for pandemic prevention. *Science*. doi:10.1126/science.abc3189
5. Faust et al. (2023). Environmental variation across multiple spatial scales and temporal lags influences Hendra virus spillover. *Journal of Applied Ecology*. doi:10.1111/1365-2664.14415
6. Hayman et al. (2023). Pandemic treaty: incorporate a One Health framework. *Nature*. doi:10.1038/d41586-022-04565-9
7. FAO et al. (2022). *One Health Joint Plan of Action (2022–2026). Working together for the health of humans, animals, plants and the environment*. Rome, FAO, Nairobi, UNEP, Geneva, WHO, Paris, WOA. doi:10.4060/cc2289en
8. WHO et al. (2023). *A guide to implementing the One Health Joint Plan of Action at national level*. Geneva, WHO, Rome, FAO, Nairobi, UNEP, Paris, WOA. ISBN: 978-92-4-008206-9
9. Leavell et al. (2019). Nature-Based Social Prescribing in Urban Settings to Improve Social Connectedness and Mental Well-being: a Review. *Curr Envir Health Rpt*. doi:10.1007/s40572-019-00251-7
10. de Bell et al. (2023). Nature-based social prescribing programmes: opportunities, challenges, and facilitators for implementation. *Cold Spring Harbor, medRxiv*. doi:10.1101/2023.11.27.23299057
11. Marselle et al. (2021). Biodiversity and Health in the Urban Environment. *Curr Envir Health Rpt*. doi:10.1007/s40572-021-00313-9

12. Belgacem et al. (2021). Changing Dietary Behavior for Better Biodiversity Preservation: A Preliminary Study. *Nutrients*. doi:10.3390/nu13062076
13. Benton et al. (2021). Food system impacts on biodiversity loss: Three levers for food system transformation in support of nature. London, Chatham House. ISBN: 978 1 78413 433 4
14. Poore et al. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*. doi:10.1126/science.aag0216
15. Pörtner et al. (2022). We need a food system transformation—In the face of the Russia-Ukraine war, now more than ever. *One Earth*. doi:10.1016/j.oneear.2022.04.004
16. FAO et al. (2023). The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. Rome, FAO. doi:10.4060/cc3017en
17. WBGU (2023). Healthy living on a healthy planet. Berlin, WBGU. ISBN: 978-3-946830-08-5
18. German Advisory Council on the Environment (SRU) (2023). For a Systematic Integration of Environment and Health: Summary. Berlin, SRU.
19. WHO European Region (2023). Declaration of the Seventh Ministerial Conference on Environment and Health: Budapest, Hungary 5–7 July 2023. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe. EURO/Budapest2023/6
20. Charlton-Howard et al. (2023). 'Plasticosis': Characterising macro- and microplastic-associated fibrosis in seabird tissues. *Journal of Hazardous Materials*. doi:10.1016/j.jhazmat.2023.131090
21. Willetts et al. (2023). Health in global biodiversity governance: what is next? *The Lancet*. doi:10.1016/S0140-6736(23)00130-7
22. Willetts et al. (2023). Advancing integrated governance for health through national biodiversity strategies and action plans. *The Lancet*. doi:10.1016/S0140-6736(23)01431-9
23. Hermanns et al. (2023). Mosquito community composition shapes virus prevalence patterns along anthropogenic disturbance gradients. *eLife*. doi:10.7554/eLife.66550
24. van Hoesel et al. (2019). Management of ecosystems alters vector dynamics and haemosporidian infections. *Sci Rep*. doi:10.1038/s41598-019-45068-4
25. Wegner et al. (2022). Averting wildlife-borne infectious disease epidemics requires a focus on socio-ecological drivers and a redesign of the global food system. *eClinicalMedicine*. doi:10.1016/j.eclinm.2022.101386
26. Authored by the members of the One Health High-Level Expert Panel (OHHLEP) et al. (2023). Prevention of zoonotic spillover: From relying on response to reducing the risk at source. *PLoS Pathog*. doi:10.1371/journal.ppat.1011504
27. Le et al. (2021). Cost-effectiveness evidence of mental health prevention and promotion interventions: A systematic review of economic evaluations. *PLoS Med*. doi:10.1371/journal.pmed.1003606
28. Rault et al. (2022). Rethink farm animal production: The 3Rs. *Science*. doi:10.1126/science.adf3351
29. Knez et al. (2023). Underutilized plants increase biodiversity, improve food and nutrition security, reduce malnutrition, and enhance human health and well-being. Let's put them back on the plate! *Nutrition Reviews*. doi:10.1093/nutrit/nuad103
30. Banerjee et al. (2023). Soil microbiomes and one health. *Nat Rev Microbiol*. doi:10.1038/s41579-022-00779-w
31. Singh et al. (2020). Eco holobiont: A new concept to identify drivers of host associated microorganisms. *Environmental Microbiology*. doi:10.1111/1462-2920.14900
32. Fackelmann et al. (2023). Current levels of microplastic pollution impact wild seabird gut microbiomes. *Nat Ecol Evol*. doi:10.1038/s41559-023-02013-z
33. Ritchie (2022). <https://ourworldindata.org/wild-mammals-birds-biomass>, letzter Zugriff am: 20.2.2024
34. Strowig et al. (2017). <https://www.helmholtz-hzi.de/de/aktuelles/thema/unser-zoo-im-darm/>, letzter Zugriff am: 20.2.2024

## 3 Verborgene Artenvielfalt entdecken

1. Isbell et al. (2023). Expert perspectives on global biodiversity loss and its drivers and impacts on people. *Front Ecol Environ*. doi:10.1002/fee.2536
2. Srivathsan et al. (2023). Convergence of dominance and neglect in flying insect diversity. *Nat Ecol Evol*. doi:10.1038/s41559-023-02066-0
3. Chimeno et al. (2022). Peering into the Darkness: DNA Barcoding Reveals Surprisingly High Diversity of Unknown Species of Diptera (Insecta) in Germany. *Insects*. doi:10.3390/insects13010082
4. Li et al. (2023). Estimating Global Biodiversity: The Role of Cryptic Insect Species. *Systematic Biology*. doi:10.1093/sysbio/syac069
5. Anthony et al. (2023). Enumerating soil biodiversity. *Proc Natl Acad Sci*. doi:10.1073/pnas.2304663120
6. Guerra et al. (2020). Blind spots in global soil biodiversity and ecosystem function research. *Nat Commun*. doi:10.1038/s41467-020-17688-2
7. Desforges et al. (2022). The alarming state of freshwater biodiversity in Canada. *Can J Fish Aquat Sci*. doi:10.1139/cjfas-2021-0073
8. Lynch et al. (2023). People need freshwater biodiversity. *WIREs Water*. doi:10.1002/wat2.1633
9. Guerra et al. (2022). Global hotspots for soil nature conservation. *Nature*. doi:10.1038/s41586-022-05292-x
10. Eisenhauer et al. (2023). Ecosystem consequences of invertebrate decline. *Curr Biol*. doi:10.1016/j.cub.2023.09.012
11. Misteli et al. (2023). Short-term effects of macrophyte removal on aquatic biodiversity in rivers and lakes. *J Environ Manage*. doi:10.1016/j.jenvman.2022.116442
12. Lopez et al. (2022). Long term monitoring shows that drought sensitivity and riparian land use change coincide with freshwater mussel declines. *Aquatic Conserv*. doi:10.1002/aqc.3884
13. Stoffers et al. (2022). Environmental requirements and heterogeneity of rheophilic fish nursery habitats in European lowland rivers: Current insights and future challenges. *Fish Fish*. doi:10.1111/faf.12606
14. Radinger et al. (2023). Ecosystem-based management outperforms species-focused stocking for enhancing fish populations. *Science*. doi:10.1126/science.adf0895
15. Premke et al. (2022). Large-scale sampling of the freshwater microbiome suggests pollution-driven ecosystem changes. *Environ Pollut*. doi:10.1016/j.envpol.2022.119627
16. Scherer-Lorenzen et al. (2022). Pathways for cross-boundary effects of biodiversity on ecosystem functioning. *Trends Ecol Evol*. doi:10.1016/j.tree.2021.12.009
17. Weisner et al. (2022). Three reasons why the Water Framework Directive (WFD) fails to identify pesticide risks. *Water Res*. doi:10.1016/j.watres.2021.117848
18. Beaumelle et al. (2023). Pesticide effects on soil fauna communities—A meta analysis. *J Appl Ecol*. doi:10.1111/1365-2664.14437
19. Vos et al. (2023). The Asymmetric Response Concept explains ecological consequences of multiple stressor exposure and release. *Sci Total Environ*. doi:10.1016/j.scitotenv.2023.162196
20. Zinnbauer et al. (2023). Quantifizierung aktueller und zukünftiger Nährstoffeinträge und Handlungsbedarfe für ein deutschlandweites Nährstoffmanagement – AGRUM-DE. Braunschweig, Johann Heinrich von Thunen-Institut. doi:10.22004/ag.econ.334724
21. Zeiss et al. (2022). Challenges of and opportunities for protecting European soil biodiversity. *Conserv Biol*. doi:10.1111/cobi.13930
22. Eisenhauer et al. (2023). The heterogeneity–diversity–system performance nexus. *Nat Sci Rev*. doi:10.1093/nsr/nwad109
23. Haase et al. (2023). The recovery of European freshwater biodiversity has come to a halt. *Nature*. doi:10.1038/s41586-023-06400-1
24. Simkin et al. (2022). Biodiversity impacts and conservation implications of urban land expansion projected to 2050. *Proc Natl Acad Sci*. doi:10.1073/pnas.2117297119

# Referenzen

25. Gaston et al. (2023). Anthropogenic changes to the nighttime environment. *BioScience*. doi:10.1093/biosci/biad017
26. Anjum et al. (2023). Evaluation of Noise Pollution in Bengaluru City, India During COVID-19 Pandemic. *Arch Acoust*. doi:10.24425/aoa.2022.141644
27. Rillig et al. (2023). Sound stewardship for a noisy planet. *Science*. doi:10.1126/science.adj3600
28. Jägerbrand et al. (2023). Effects of anthropogenic light on species and ecosystems. *Science*. doi:10.1126/science.adg3173
29. Hölker et al. (2023). Light pollution of freshwater ecosystems: principles, ecological impacts and remedies. *Phil Trans R Soc B*. doi:10.1098/rstb.2022.0360
30. Lopez et al. (2023). Biodiversity in cities. The effect of spatial scale and biodiversity data in heterogeneous landscapes. Durham (N.C.), Res Square. doi:10.21203/rs.3.rs-2481675/v1
31. Kocifaj et al. (2023). Measuring and monitoring light pollution: Current approaches and challenges. *Science*. doi:10.1126/science.adg0473
32. Labouyrie et al. (2023). Patterns in soil microbial diversity across Europe. *Nat Commun*. doi:10.1038/s41467-023-37937-4
33. Orgiazzi et al. (2022). LUCAS Soil Biodiversity and LUCAS Soil Pesticides, new tools for research and policy development. *Eur J Soil Sci*. doi:10.1111/ejss.13299
34. Mahecha et al. (2022). Biodiversity loss and climate extremes — study the feedbacks. *Nature*. doi:10.1038/d41586-022-04152-y
35. Pörtner et al. (2023). Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts. *Science*. doi:10.1126/science.abl4881
36. Wilson (1988). *The Current State of Biological Diversity*. In: *Biodiversity*. Washington, D.C., National Academy Press. ISBN: 0309037395
37. Mora et al. (2011). How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLoS Biol*. doi:10.1371/journal.pbio.1001127
38. Larsen et al. (2017). Inordinate Fondness Multiplied and Redistributed: the Number of Species on Earth and the New Pie of Life. *Q Rev Biol*. doi:10.1086/693564
11. Brondizio et al. (2019). Chapter 1. Assessing a planet in transformation: Rationale and approach of the IPBES Global Assessment on Biodiversity and Ecosystem Services. In: *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, IPBES Secretariat. doi:10.5281/zenodo.5517203
12. Beery et al. (2015). From Environmental Connectedness to Sustainable Futures: Topophilia and Human Affiliation with Nature. *Sustainability*. doi:10.3390/su7078837
13. Beery et al. (2023). Disconnection from nature: Expanding our understanding of human–nature relations. *People and Nature*. doi:10.1002/pan3.10451
14. Harrison (2007). *When Languages Die: The Extinction of the World's Languages and the Erosion of Human Knowledge*. Oxford, Oxford University Press. doi:10.1093/acprof:oso/9780195181920.001.0001
15. Harrison (2023). *Environmental Linguistics*. *Annu Rev Linguist*. doi:10.1146/annurev-linguistics-031220-013152
16. Sáenz-Arroyo et al. (2005). Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *Proc R Soc B*. doi:10.1098/rspb.2005.3175
17. Jones et al. (2020). Investigating the implications of shifting baseline syndrome on conservation. *People and Nature*. doi:10.1002/pan3.10140
18. Alleway et al. (2023). The shifting baseline syndrome as a connective concept for more informed and just responses to global environmental change. *People and Nature*. doi:10.1002/pan3.10473
19. Bridgewater et al. (2019). A critical perspective on the concept of biocultural diversity and its emerging role in nature and heritage conservation. *People and Nature*. doi:10.1002/pan3.10040
20. Turner et al. (2022). Well grounded: Indigenous Peoples' knowledge, ethnobiology and sustainability. *People and Nature*. doi:10.1002/pan3.10321
21. Reyes-García et al. (2023). Biocultural vulnerability exposes threats of culturally important species. *Proc Natl Acad Sci*. doi:10.1073/pnas.2217303120
22. Robinson et al. (2021). Traditional ecological knowledge in restoration ecology: a call to listen deeply, to engage with, and respect Indigenous voices. *Restoration Ecology*. doi:10.1111/rec.13381
23. Schultz et al. (2022). The Importance of Cultural Values in Ecological Restorations: A Systematic Review. *Society & Natural Resources*. doi:10.1080/08941920.2022.2073625
24. Haq et al. (2023). Integrating traditional ecological knowledge into habitat restoration: implications for meeting forest restoration challenges. *J Ethnobiology Ethnomedicine*. doi:10.1186/s13002-023-00606-3
25. Schwann (2018). *Ecological wisdom: Reclaiming the cultural landscape of the Okanagan Valley*. *Journal of Urban Management*. doi:10.1016/j.jum.2018.05.004
26. Uchida et al. (2020). Traditional Ecological Knowledge Maintains Useful Plant Diversity in Semi-natural Grasslands in the Kiso Region, Japan. *Environmental Management*. doi:10.1007/s00267-020-01255-y
27. Evans (2022). *Words of Wonder: Endangered Languages and What They Tell Us*. Chichester, Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1-119-75875-4
28. Smith et al. (2014). Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Edenhofer et al. (eds). Cambridge, Cambridge University Press. ISBN: 978-1-107-65481-5
29. Obura et al. (2023). Achieving a nature- and people-positive future. *One Earth*. doi:10.1016/j.oneear.2022.11.013
30. Rockström et al. (2023). Safe and just Earth system boundaries. *Nature*. doi:10.1038/s41586-023-06083-8
31. Zhunusova et al. (2022). Potential impacts of the proposed EU regulation on deforestation-free supply chains on smallholders, indigenous peoples, and local communities in producer countries outside the EU. *Forest Policy and Economics*. doi:10.1016/j.forpol.2022.102817
32. ILO-Konvention 169 (1989). <https://www.bmz.de/de/service/lexikon/uebereinkommen-ueber-eingeborene-und-in-staemmen-lebende-voelker-60412>, letzter Zugriff am: 20.2.2024
33. Lüpke (2016). Uncovering Small-Scale Multilingualism. *Critical Multilingualism Studies*. 4(2). 35–74. ISSN: 2325-2871

## 4 Sprachliche, kulturelle und biologische Vielfalt verknüpfen

1. Reyes-García et al. (2022). Recognizing Indigenous peoples' and local communities' rights and agency in the post-2020 Biodiversity Agenda. *Ambio*. doi:10.1007/s13280-021-01561-7
2. Frainer et al. (2020). Cultural and linguistic diversities are underappreciated pillars of biodiversity. *Proc Natl Acad Sci*. doi:10.1073/pnas.2019469117
3. Anderson et al. (2022). Chapter 2. Conceptualizing the diverse values of nature and their contributions to people. In: *Methodological assessment of the diverse values and valuation of nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, IPBES Secretariat. doi:10.5281/zenodo.6493134
4. United Nations (n.d.). <https://www.un.org/development/desa/indigenou-speoples/indigenous-languages.html>, letzter Zugriff am: 20.2.2024
5. Hill et al. (2011). Empowering Indigenous peoples' biocultural diversity through World Heritage cultural landscapes: a case study from the Australian humid tropical forests. *International Journal of Heritage Studies*. doi:10.1080/13527258.2011.618252
6. Loh et al. (2005). A global index of biocultural diversity. *Ecological Indicators*. doi:10.1016/j.ecolind.2005.02.005
7. Lee et al. (2022). The network nature of language endangerment hotspots. *Sci Rep*. doi:10.1038/s41598-022-14479-1
8. Estrada et al. (2022). Global importance of Indigenous Peoples, their lands, and knowledge systems for saving the world's primates from extinction. *Sci Adv*. doi:10.1126/sciadv.abn2927
9. Hammarström et al. (2014). *Glottoscope*. <https://glottolog.org/langdoc/status>, letzter Zugriff am: 20.2.2024
10. Bromham et al. (2021). Global predictors of language endangerment and the future of linguistic diversity. *Nat Ecol Evol*. doi:10.1038/s41559-021-01604-y

34. Evans (2017). Did language evolve in multilingual settings? *Biol Philos.* doi:10.1007/s10539-018-9609-3
35. Wiegleb et al. (2023). Working the boundary: science–policy interactions and uneven knowledge politics in IPBES. *Sustain Sci.* doi:10.1007/s11625-022-01238-4
36. Reyes García et al. (2019). The contributions of Indigenous Peoples and local communities to ecological restoration. *Restoration Ecology.* doi:10.1111/rec.12894
37. Athayde et al. (2021). Definition of Indigenous peoples and local communities for the Science Panel for the Amazon. Science Panel for the Amazon. [https://www.theamazonwewant.org/spa\\_publication/definition-of-indigenous-peoples-and-local-communities-iplcs/](https://www.theamazonwewant.org/spa_publication/definition-of-indigenous-peoples-and-local-communities-iplcs/)
38. UN. Permanent Forum on Indigenous Issues (2022). Report on the twenty-first session (25 April–6 May 2022). New York City, United Nations. E/2022/43-E/C.19/2022/11
39. Cultural Survival (2022). <https://www.culturalsurvival.org/news/state-ment-towards-discontinuing-use-collective-term-indigenous-peoples-and-local-communities>, letzter Zugriff am: 20.2.2024
40. IUCN (2022). Application of Indigenous & Local Knowledge (ILK) in IUCN Red List assessments: White paper. Version 1. Species Survival Commission (SSC), Commission on Environmental, Economic and Social Policy (CEESP). <https://www.iucnredlist.org/resources/ilk>

## 5 Vielfältige Nutzung von Waldökosystemen und Biodiversitätsschutz in Einklang bringen

1. Aszalós et al. (2022). Natural disturbance regimes as a guide for sustainable forest management in Europe. *Ecological Applications.* doi:10.1002/eap.2596
2. Viljur et al. (2022). The effect of natural disturbances on forest biodiversity: an ecological synthesis. *Biological Reviews.* doi:10.1111/brv.12876
3. Primmer et al. (2021). Mapping Europe's institutional landscape for forest ecosystem service provision, innovations and governance. *Ecosystem Services.* doi:10.1016/j.ecoser.2020.101225
4. Beland Lindahl et al. (2023). Clash or concert in European forests? Integration and coherence of forest ecosystem service–related national policies. *Land Use Policy.* doi:10.1016/j.landusepol.2023.106617
5. Blattert et al. (2023). Climate targets in European timber-producing countries conflict with goals on forest ecosystem services and biodiversity. *Commun Earth Environ.* doi:10.1038/s43247-023-00771-z
6. Mann et al. (2022). Governance Innovations for forest ecosystem service provision – Insights from an EU-wide survey. *Environ Sci Policy.* doi:10.1016/j.envsci.2022.02.032
7. Hernández-Morcillo et al. (2022). Scanning the solutions for the sustainable supply of forest ecosystem services in Europe. *Sustain Sci.* doi:10.1007/s11625-022-01111-4
8. Leitão et al. (2022). Impacts of Forest Management on Forest Bird Occurrence Patterns—A Case Study in Central Europe. *Front For Glob Change.* doi:10.3389/ffgc.2022.786556
9. Betts et al. (2021). Producing wood at least cost to biodiversity: integrating Triad and sharing–sparing approaches to inform forest landscape management. *Biological Reviews.* doi:10.1111/brv.12703
10. Eggers et al. (2022). Balancing wood production and biodiversity in intensively managed boreal forest. *Scandinavian Journal of Forest Research.* doi:10.1080/02827581.2022.2066170
11. Himes et al. (2022). Perspectives: Thirty years of triad forestry, a critical clarification of theory and recommendations for implementation and testing. *Forest Ecology and Management.* doi:10.1016/j.foreco.2022.120103
12. Krumm et al. (eds) (2020). How to balance forestry and biodiversity conservation? – A view across Europe. Joensuu, European Forest Institute, Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. doi:10.16904/envidat.196
13. Gustafsson et al. (2020). Retention as an integrated biodiversity conservation approach for continuous-cover forestry in Europe. *Ambio.* doi:10.1007/s13280-019-01190-1
14. Larrieu et al. (2022). Perspectives: Key factors determining the presence of Tree-related Microhabitats: A synthesis of potential factors at site, stand and tree scales, with perspectives for further research. *Forest Ecology and Management.* doi:10.1016/j.foreco.2022.120235
15. Mildrexler et al. (2023). Protect large trees for climate mitigation, biodiversity, and forest resilience. *Conserv Sci and Prac.* doi:10.1111/csp2.12944
16. Qiao et al. (2023). Biodiversity contributes to stabilizing ecosystem productivity across spatial scales as much as environmental heterogeneity in a large temperate forest region. *Forest Ecology and Management.* doi:10.1016/j.foreco.2022.120695
17. Messier et al. (2022). For the sake of resilience and multifunctionality, let's diversify planted forests! *Conservation Letters.* doi:10.1111/conl.12829
18. LaRue et al. (2023). Structural diversity as a reliable and novel predictor for ecosystem productivity. *Front Ecol Environ.* doi:10.1002/fee.2586
19. Spînu et al. (2022). Combined retention of large living and dead trees can improve provision of tree-related microhabitats in Central European montane forests. *Eur J Forest Res.* doi:10.1007/s10342-022-01493-1
20. Rappa et al. (2023). Structural elements enhanced by retention forestry promote forest and non-forest specialist bees and wasps. *Forest Ecology and Management.* doi:10.1016/j.foreco.2022.120709
21. Egenolf et al. (2023). The impact of the German timber footprint on potential species loss in supply regions. *Sci Total Environ.* doi:10.1016/j.scitotenv.2023.165897
22. Egenolf et al. (2022). The timber footprint of German bioeconomy scenarios compared to the planetary boundaries for sustainable roundwood supply. *Sustainable Production and Consumption.* doi:10.1016/j.spc.2022.07.029
23. UNECE et al. (2021). *Forest Products Annual Market Review 2020–2021.* Geneva, United Nations. ISBN: 978-92-1-117279-9
24. Rosa et al. (2023). Can Forest Management Practices Counteract Species Loss Arising from Increasing European Demand for Forest Biomass under Climate Mitigation Scenarios? *Environ Sci Technol.* doi:10.1021/acs.est.2c07867
25. Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten in Lieferketten, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2021 Teil I Nr. 46, Bonn am 22. Juli 2021, <https://www.bgbl.de>, Stichwort Lieferketten
26. Korosuo et al. (2023). The role of forests in the EU climate policy: are we on the right track? *Carbon Balance Manage.* doi:10.1186/s13021-023-00234-0
27. Verkerk et al. (2022). Forest-based climate change mitigation and adaptation in Europe. Joensuu, European Forest Institute. doi:10.36333/fs14
28. Albrich et al. (2023). From sink to source: changing climate and disturbance regimes could tip the 21st century carbon balance of an unmanaged mountain forest landscape. *Forestry: An International Journal of Forest Research.* doi:10.1093/forestry/cpac022
29. Popkin (2021). Forest fight. *Science.* doi:10.1126/science.acx9733
30. Côté et al. (2004). Ecological Impacts of Deer Overabundance. *Annu Rev Ecol Syst.* doi:10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105725
31. Boulanger et al. (2009). Ranking temperate woody species along a gradient of browsing by deer. *Forest Ecology and Management.* doi:10.1016/j.foreco.2009.06.055
32. Wójcicki et al. (2023). The presence of wolves leads to spatial differentiation in deer browsing pressure on forest regeneration. *Sci Rep.* doi:10.1038/s41598-023-44502-y
33. Statistisches Bundesamt (Destatis) (2023). <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?sequenz=statistikTabellen&selectionname=41261,Code41261-0001,41261-0003>, letzter Zugriff am: 19.2.2024
34. Asbeck et al. (2021). The Use of Tree-Related Microhabitats as Forest Biodiversity Indicators and to Guide Integrated Forest Management. *Curr Forestry Rep.* doi:10.1007/s40725-020-00132-5
35. IPCC (2014). 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. Hiraishi et al. (eds). Geneva, IPCC. ISBN: 978-92-9169-140-1
36. Profft et al. (2009). Forest management and carbon sequestration in wood products. *Eur J Forest Res.* doi:10.1007/s10342-009-0283-5

# Referenzen

37. Wirth et al. (2004). Dynamik der Kohlenstoffvorräte in den Wäldern Thüringens : Abschlussbericht zur 1. Phase des BMBF-Projektes „Modelluntersuchung zur Umsetzung des Kyoto-Protokolls“. Gotha, Thüringer Landesanst. für Wald, Jagd und Fischerei. Mitteilungen; 23
38. Krumm et al. (2013). Integrative management approaches: a synthesis. In: Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. Joensuu, European Forest Institute. ISBN: 978-952-5980-06-6

## 6 Agrar- und Ernährungssysteme transformieren

1. van der Plas (2019). Biodiversity and ecosystem functioning in naturally assembled communities. *Biological Reviews*. doi:10.1111/brv.12499
2. Renard et al. (2019). National food production stabilized by crop diversity. *Nature*. doi:10.1038/s41586-019-1316-y
3. Tamburini et al. (2020). Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Sci. Adv.* doi:10.1126/sciadv.aba1715
4. Isbell et al. (2015). Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*. doi:10.1038/nature15374
5. Fukano et al. (2022). Evolution of competitive traits changes species diversity in a natural field. *Proc. R. Soc. B.* doi:10.1098/rspb.2022.1376
6. Stefan et al. (2021). Positive Effects of Crop Diversity on Productivity Driven by Changes in Soil Microbial Composition. *Front. Microbiol.* doi:10.3389/fmicb.2021.660749
7. Estrada-Carmona et al. (2022). Complex agricultural landscapes host more biodiversity than simple ones: A global meta-analysis. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* doi:10.1073/pnas.2203385119
8. Hartmann et al. (2022). Soil structure and microbiome functions in agroecosystems. *Nat Rev Earth Environ.* doi:10.1038/s43017-022-00366-w
9. Kopitke et al. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*. doi:10.1016/j.envint.2019.105078
10. Rakotomalala et al. (2023). Intercropping enhances beneficial arthropods and controls pests: A systematic review and meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. doi:10.1016/j.agee.2023.108617
11. Kremen (2020). Ecological intensification and diversification approaches to maintain biodiversity, ecosystem services and food production in a changing world. *Emerging Topics in Life Sciences*. doi:10.1042/ETLS20190205
12. Tscharnkte et al. (2021). Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes. *Trends in Ecology & Evolution*. doi:10.1016/j.tree.2021.06.010
13. Wang et al. (2023). Dilution of specialist pathogens drives productivity benefits from diversity in plant mixtures. *Nat Commun.* doi:10.1038/s41467-023-44253-4
14. Beillouin et al. (2021). Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. *Global Change Biology*. doi:10.1111/gcb.15747
15. Williams et al. (2021). Proactive conservation to prevent habitat losses to agricultural expansion. *Nat Sustain.* doi:10.1038/s41893-020-00656-5
16. Kozicka et al. (2023). Feeding climate and biodiversity goals with novel plant-based meat and milk alternatives. *Nat Commun.* doi:10.1038/s41467-023-40899-2
17. Wirz (2024). <https://www.fibl.org/de/themen/projekt Datenbank/projekt-item/project/2006>, letzter Zugriff am: 19.2.2024
18. Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL) e. V. (ed) (2020). Gemeinwohlprämie: Ein Konzept zur effektiven Honorierung der Umwelt- und Klimaschutzleistungen der Landwirtschaft innerhalb der Öko-Regelungen in der Gemeinsamen EU-Agrarpolitik (GAP) nach 2020. Entwickelt in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung. Ansbach, DVL.
19. Mehring et al. (2023). Zielvorstellung Biodiversität – Biodiversitätsbewusstsein in der Land- und Forstwirtschaft. Konzeptentwicklung und Ergebnisse einer standardisierten Befragung in Deutschland. Frankfurt am Main, Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE). ISOE-Materialien Soziale Ökologie, 72. ISSN: 1614-8193

20. Kliem et al. (2023). Chancen und Risiken der Digitalisierung in der Landwirtschaft aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes. Bonn, Bundesamt für Naturschutz. doi:10.19217/skr645
21. Creutzig et al. (2022). Digitalization and the Anthropocene. *Annu. Rev. Environ. Resour.* doi:10.1146/annurev-environ-120920-100056
22. Marvin et al. (2022). Digitalisation and Artificial Intelligence for sustainable food systems. *Trends in Food Science & Technology*. doi:10.1016/j.tifs.2022.01.020
23. Schneider et al. (2023). Digitalisierung im Naturschutz. Potenziale, Risiken und Lösungsansätze. Bonn, Bundesamt für Naturschutz. doi:10.19217/skr656
24. El Mujtar et al. (2019). Role and management of soil biodiversity for food security and nutrition; where do we stand? *Global Food Security*. doi:10.1016/j.gfs.2019.01.007

## 7 Land und Ressourcen schützen

1. Hallmann et al. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*. doi:10.1371/journal.pone.0185809
2. Heiland et al. (2017). Bundeskonzept Grüne Infrastruktur Fachgutachten. Bonn, Bundesamt für Naturschutz. doi:10.19217/skr457
3. McPhearson et al. (eds) (2023). *Nature-based solutions for cities*. Cheltenham, Edward Elgar Publishing. doi:10.4337/9781800376762
4. BMUV (2023). Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz: Kabinettsbeschluss vom 29. März 2023. Berlin, BMUV. 16022
5. Artmann (2023). Human-nature resonance in times of social-ecological crisis – a relational account for sustainability transformation. *Ecosystems and People*. doi:10.1080/26395916.2023.2168760
6. Mehring et al. (2023). Zielvorstellung Biodiversität – Biodiversitätsbewusstsein in der Land- und Forstwirtschaft. Konzeptentwicklung und Ergebnisse einer standardisierten Befragung in Deutschland. Frankfurt am Main, Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE). ISOE-Materialien Soziale Ökologie, 72. ISSN: 1614-8193
7. Grunewald et al. (2023). *Ökosystemleistungen: Konzept, Methoden, Bewertungs- und Steuerungsansätze*. Berlin, Heidelberg, Springer Spektrum. doi:10.1007/978-3-662-65916-8
8. Wende et al. (2018). *Biodiversity Offsets: European Perspectives on No Net Loss of Biodiversity and Ecosystem Services*. Cham, Springer. doi:10.1007/978-3-319-72581-9
9. Kujala et al. (2022). Credible biodiversity offsetting needs public national registers to confirm no net loss. *One Earth*. doi:10.1016/j.oneear.2022.05.011
10. Droste et al. (2022). A global overview of biodiversity offsetting governance. *Journal of Environmental Management*. doi:10.1016/j.jenvman.2022.115231
11. Berger et al. (2020). *Boden und Biodiversität – Forderungen an die Politik*. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020\\_07\\_20\\_kbu\\_boden\\_und\\_biodiversitaet\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020_07_20_kbu_boden_und_biodiversitaet_bf.pdf)
12. Bhowmik (2020). Ecological and economic importance of wetlands and their vulnerability: A review. In: *Current State and Future Impacts of Climate Change on Biodiversity*. Hershey, IGI Global. doi:10.4018/978-1-7998-1226-5.ch006
13. Salimi et al. (2021). Impact of climate change on wetland ecosystems: A critical review of experimental wetlands. *Journal of Environmental Management*. doi:10.1016/j.jenvman.2021.112160
14. Mühlethaler et al. (2023). Insect biomass of protected habitats under the impact of arable farming in Germany. *Cold Spring Harbor, bioRxiv*. doi:10.1101/2023.09.24.559203
15. Protected Planet (n.d.). <https://www.protectedplanet.net/en>, letzter Zugriff am: 20.2.2024

16. WWF (2022). Living Planet Report 2022 – Building a nature-positive society. Almond et al. (eds). Gland, WWF. ISBN: 978-2-88085-316-7
17. Schubert et al. (2023). Dreifache Innenentwicklung – Definition, Aufgaben und Chancen für eine umweltorientierte Stadtentwicklung. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt. 2nd ed. ISSN: 2363-829X

## 8 Transformativen Wandel durch internationale Zusammenarbeit und Bildung für nachhaltige Entwicklung bewirken

1. Obura et al. (2023). Achieving a nature- and people-positive future. *One Earth*. doi:10.1016/j.oneear.2022.11.013
2. Obura (2023). The Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework: Business as usual or a turning point? *One Earth*. doi:10.1016/j.oneear.2023.01.013
3. Galaz et al. (2018). Finance and the Earth system – Exploring the links between financial actors and non-linear changes in the climate system. *Global Environmental Change*. doi:10.1016/j.gloenvcha.2018.09.008
4. IPBES (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Brondízio et al. (eds). Bonn, IPBES secretariat. doi:10.5281/ZENODO.3831673
5. Lenzen et al. (2012). International trade drives biodiversity threats in developing nations. *Nature*. doi:10.1038/nature11145
6. Galli et al. (2023). EU-27 ecological footprint was primarily driven by food consumption and exceeded regional biocapacity from 2004 to 2014. *Nat Food*. doi:10.1038/s43016-023-00843-5
7. Mahlich et al. (2022). The Biodiversity Footprint of German Soy-Imports in Brazil. *Sustainability*. doi:10.3390/su142316272
8. Boakes et al. (2023). Impacts of global food supply on biodiversity via land use and climate change. *Cold Spring Harbor, bioRxiv*. doi:10.1101/2023.05.03.539201
9. Hahn et al. (2023). Insurance value of biodiversity in the Anthropocene is the full resilience value. *Ecological Economics*. doi:10.1016/j.ecolecon.2023.107799
10. Ebi et al. (2020). Transdisciplinary Research Priorities for Human and Planetary Health in the Context of the 2030 Agenda for Sustainable Development. *IJERPH*. doi:10.3390/ijerph17238890
11. Obura et al. (2023). Prioritizing sustainable use in the Kunming-Montreal global biodiversity framework. *PLoS Sustain Transform*. doi:10.1371/journal.pstr.0000041
12. Crippa et al. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nat Food*. doi:10.1038/s43016-021-00225-9
13. Ellis-Soto et al. (2023). Historical redlining is associated with increasing geographical disparities in bird biodiversity sampling in the United States. *Nat Hum Behav*. doi:10.1038/s41562-023-01688-5
14. Wood et al. (2023). Historical racial redlining and contemporary patterns of income inequality negatively affect birds, their habitat, and people in Los Angeles, California. *Ornithological Applications*. doi:10.1093/ornithapp/duad044
15. Carroll et al. (2022). Extending the CARE Principles from tribal research policies to benefit sharing in genomic research. *Front Genet*. doi:10.3389/fgene.2022.1052620
16. Cámara-Leret et al. (2019). Information gaps in indigenous and local knowledge for science-policy assessments. *Nat Sustain*. doi:10.1038/s41893-019-0324-0
17. McElwee et al. (2020). Working with Indigenous and local knowledge (ILK) in large scale ecological assessments: Reviewing the experience of the IPBES Global Assessment. *Journal of Applied Ecology*. doi:10.1111/1365-2664.13705
18. Glöckner et al. (2020). NFDI4BioDiversity - A Consortium for the National Research Data Infrastructure (NFDI). Bonn, Deutsche Forschungsgemeinschaft. doi:10.5281/ZENODO.3943645
19. Gonzalez et al. (2023). A global biodiversity observing system to unite monitoring and guide action. *Nat Ecol Evol*. doi:10.1038/s41559-023-02171-0
20. Gonzalez et al. (2023). A framework for the detection and attribution of biodiversity change. *Phil Trans R Soc B*. doi:10.1098/rstb.2022.0182
21. Jahn et al. (2020). Sozial-ökologische Gestaltung im Anthropozän. *Gaia - Ecological Perspectives for Science and Society*. doi:10.14512/gaia.29.2.6
22. Baumber (2022). Transforming sustainability education through transdisciplinary practice. *Environ Dev Sustain*. doi:10.1007/s10668-021-01731-3
23. Fazey et al. (2020). Transforming knowledge systems for life on Earth: Visions of future systems and how to get there. *Energy Research & Social Science*. doi:10.1016/j.erss.2020.101724
24. Köpke et al. (2023). FROM THE PERSPECTIVE OF THE SAFETY NET. Documentation of the art residency and exhibition 2023 organised by iDiv, UFZ and NFDI4Biodiversity. Geneva, Zenodo. doi:10.5281/ZENODO.8335238
25. von Gönner et al. (2023). Citizen science's transformative impact on science, citizen empowerment and socio-political processes. *Socio Ecol Pract Res*. doi:10.1007/s42532-022-00136-4
26. Richerzhagen et al. (2021). Gesellschaft und Biodiversität: Mit der Forschungsinitiative zum Erhalt der Artenvielfalt Biodiversität wertschätzen und sichern. *Gaia - Ecological Perspectives for Science and Society*. doi:10.14512/gaia.30.3.16
27. Ekardt et al. (2023). Legally binding and ambitious biodiversity protection under the CBD, the global biodiversity framework, and human rights law. *Environ Sci Eur*. doi:10.1186/s12302-023-00786-5
28. Mace et al. (2018). Aiming higher to bend the curve of biodiversity loss. *Nat Sustain*. doi:10.1038/s41893-018-0130-0
29. Leadley et al. (2022). Achieving global biodiversity goals by 2050 requires urgent and integrated actions. *One Earth*. doi:10.1016/j.oneear.2022.05.009
30. Weishaupt et al. (2020). Land Use, Livestock, Quantity Governance, and Economic Instruments—Sustainability Beyond Big Livestock Herds and Fossil Fuels. *Sustainability*. doi:10.3390/su12052053
31. Gonzalez et al. (2022). Monitor biodiversity for action. *Science*. doi:10.1126/science.adg1506
32. Hughes et al. (2023). The Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework: what it does and does not do, and how to improve it. *Front Environ Sci*. doi:10.3389/fenvs.2023.1281536
33. Hughes et al. (2021). Sampling biases shape our view of the natural world. *Ecography*. doi:10.1111/ecog.05926
34. Moersberger et al. (2022). Europa Biodiversity Observation Network: User and Policy Needs Assessment. Sofia, ARPHA Preprints. doi:10.3897/arpha-preprints.e84517
35. Moersberger et al. (2023). The future of biodiversity monitoring in Europe. *Laxenburg, International Institute for Applied Systems Analysis. Policy-Brief #37*
36. Acosta Castellanos et al. (2022). From environmental education to education for sustainable development in higher education: a systematic review. *IJSHE*. doi:10.1108/IJSHE-04-2021-0167
37. O'Grady (2023). Transformative education for sustainable development: A faculty perspective. *Environ Dev Sustain*. doi:10.1007/s10668-023-03609-y
38. Peter et al. (2021). Biodiversity citizen science: Outcomes for the participating citizens. *People and Nature*. doi:10.1002/pan3.10193
39. Eichholtzer et al. (2023). The co-benefits of biodiversity citizen science for well-being and nature relatedness. *Appl Psychol Health Well Being*. doi:10.1111/aphw.12502
40. Ekardt (2020). Transformation to Sustainability: An Innovative Perspective on Societal Change – With and Against Sociological, Psychological, Biological, Economic and Ethnologic Findings. In: *Sustainability*. Cham, Springer. doi:10.1007/978-3-030-19277-8\_2
41. Pettibone et al. (2017). Understanding the (inter)disciplinary and institutional diversity of citizen science: A survey of current practice in Germany and Austria. *PLoS ONE*. doi:10.1371/journal.pone.0178778

## 9 Freien Zugang und offene Nutzung von biodiversitätsbezogenen Daten sicherstellen

1. Oliver et al. (2021). Global and national trends, gaps, and opportunities in documenting and monitoring species distributions. *PLoS Biol.* doi:10.1371/journal.pbio.3001336
2. Mandeville et al. (2021). Open Data Practices among Users of Primary Biodiversity Data. *BioScience.* doi:10.1093/biosci/biab072
3. von Wettberg et al. (2022). Biodiversity data: The importance of access and the challenges regarding benefit sharing. *Plants People Planet.* doi:10.1002/ppp3.10241
4. CBD (2022). Fifteenth meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity (Part II). Decision Adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity: Digital sequence information on genetic resources. Montreal, CBD. 15/9
5. Tulloch et al. (2018). A decision tree for assessing the risks and benefits of publishing biodiversity data. *Nat Ecol Evol.* doi:10.1038/s41559-018-0608-1
6. UNESCO (2022). An Introduction to the UNESCO Recommendation on Open Science. Paris, UNESCO. doi:10.54677/XOIR1696
7. UNESCO (2021). UNESCO Recommendation on Open Science. Paris, UNESCO. doi:10.54677/MNMH8546
8. Wilkinson et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Sci Data.* doi:10.1038/sdata.2016.18
9. Halewood et al. (2023). New benefit-sharing principles for digital sequence information. *Science.* doi:10.1126/science.adj1331
10. Scholz et al. (2022). Multilateral benefit-sharing from digital sequence information will support both science and biodiversity conservation. *Nat Commun.* doi:10.1038/s41467-022-28594-0
11. Klünker et al. (2022). Digital Sequence Information between Benefit-Sharing and Open Data. *J Law Biosci.* doi:10.1093/jlb/lzac035
12. Carroll et al. (2022). Extending the CARE Principles from tribal research policies to benefit sharing in genomic research. *Front Genet.* doi:10.3389/fgene.2022.1052620
13. GBIF Secretariat (2023). GBIF Science Review No. 10. Copenhagen, GBIF Secretariat. doi:10.35035/37PP-TT84
14. Hartig et al. (2023). Novel community data in ecology-properties and prospects. *Trends Ecol Evol.* doi:10.1016/j.tree.2023.09.017
15. de Sherbinin et al. (2021). The Critical Importance of Citizen Science Data. *Front Clim.* doi:10.3389/fclim.2021.650760
16. Orr et al. (2022). Biodiversity data synthesis is critical for realizing a functional post-2020 framework. *Biol Conserv.* doi:10.1016/j.biocon.2022.109735
17. Sterner et al. (2023). Unified and pluralistic ideals for data sharing and reuse in biodiversity. *Database.* doi:10.1093/database/baad048
18. European Nucleotide Archive (ENA) (n.d.). <https://www.ebi.ac.uk/ena/browser/about/statistics>, letzter Zugriff am: 20.2.2024
19. Hassenrück et al. (2021). FAIR enough? A perspective on the status of nucleotide sequence data and metadata on public archives. *Cold Spring Harbor, bioRxiv.* doi:10.1101/2021.09.23.461561
20. Leigh et al. (2023). Don't make genetic data disposable: Best practices for genetic and genomic data archiving. *EcoEvoRxiv.* doi:10.32942/X29025
21. Abarenkov et al. (2023). Publishing DNA-derived data through biodiversity data platforms. Copenhagen, GBIF Secretariat. doi:10.35035/doc-vf1a-nr22
22. Nilsson et al. (2022). Introducing guidelines for publishing DNA-derived occurrence data through biodiversity data platforms. *Metabarcoding and Metagenomics.* doi:10.3897/mbmg.6.84960
23. DSI Scientific Network (2023). A harmonized system for benefit-sharing from DSI. Braunschweig, DSI Scientific Network. hdl:10568/134909
24. Silvestro et al. (2022). Improving biodiversity protection through artificial intelligence. *Nat Sustain.* doi:10.1038/s41893-022-00851-6
25. Pizzuto (2023). <https://aiforgood.itu.int/new-ai-for-biodiversity-series-how-can-we-use-ai-to-monitor-biodiversity-and-support-conservation-actions/>, letzter Zugriff am: 20.2.2024
26. Thompson (2023). How AI can help to save endangered species. *Nature.* doi:10.1038/d41586-023-03328-4
27. Kacic et al. (2022). Forest Biodiversity Monitoring Based on Remotely Sensed Spectral Diversity—A Review. *Remote Sens.* doi:10.3390/rs14215363
28. Eastwood et al. (2023). 100 years of anthropogenic impact causes changes in freshwater functional biodiversity. *eLife.* doi:10.7554/eLife.86576.2
29. Cojbasic et al. (2023). Application of machine learning in river water quality management: a review. *Water Sci Technol.* doi:10.2166/wst.2023.331
30. Herrera et al. (2023). Automated detection of the yellow-legged hornet (*Vespa velutina*) using an optical sensor with machine learning. *Pest Manag Sci.* doi:10.1002/ps.7296
31. Johnston et al. (2023). Outstanding challenges and future directions for biodiversity monitoring using citizen science data. *Methods Ecol Evol.* doi:10.1111/2041-210X.13834
32. Davis et al. (2023). Deep learning with citizen science data enables estimation of species diversity and composition at continental extents. *Ecology.* doi:10.1002/ecy.4175
33. Gillespie et al. (2021). An Image is Worth a Thousand Species: Scaling high-resolution plant biodiversity prediction to biome-level using citizen science data and remote sensing imagery. *Biodivers Inf Sci Stand.* doi:10.3897/biss.5.74052

## 10 Auswirkungen der Lebensmittelproduktion auf die Biodiversität verringern

1. Richardson et al. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Sci Adv.* doi:10.1126/sciadv.adh2458
2. Pendrill et al. (2019). Agricultural and forestry trade drives large share of tropical deforestation emissions. *Global Environmental Change.* doi:10.1016/j.gloenvcha.2019.03.002
3. Pendrill et al. (2022). Disentangling the numbers behind agriculture-driven tropical deforestation. *Science.* doi:10.1126/science.abm9267
4. Dräger de Teran (2022). So schmeckt Zukunft: Der kulinarische Kompass für eine gesunde Erde. Ernährung und biologische Vielfalt. Berlin, WWF Deutschland. <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Landwirtschaft/WWF-studie-kulinarischer-kompass-biodiversitaet-ernaehrung.pdf>
5. Mumm et al. (2022). Environmental impacts of food in Germany with a focus on biodiversity impacts and water scarcity. In: Proceedings of the 13th International Conference on Life Cycle Assessment of Food (LCA Foods 2022), 12-14 October 2022. Vazquez-Rowe et al. (eds). Lima, LCA Foods. <https://lcafoodconferencearchives.hub.inrae.fr/vertical-headings/past-conferences/lca-foods-2022>
6. Schulte-Uebbing et al. (2022). From planetary to regional boundaries for agricultural nitrogen pollution. *Nature.* doi:10.1038/s41586-022-05158-2
7. Willett et al. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet.* doi:10.1016/S0140-6736(18)31788-4
8. Bodirsky et al. (2022). Integrating degrowth and efficiency perspectives enables an emission-neutral food system by 2100. *Nat Food.* doi:10.1038/s43016-022-00500-3
9. Lindner et al. (2019). Valuing Biodiversity in Life Cycle Impact Assessment. *Sustainability.* doi:10.3390/su11205628
10. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2023). Bausteine zur Ernährungsstrategie 2050: Die Kantine als Vorbild. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/ernaerungsstrategie-2050-2169004>, letzter Zugriff am: 27.2.2024
11. Bundeszentrum für Ernährung (BZfE) (2020). <https://www.bzfe.de/nachhaltiger-konsum/lagern-kochen-essen-teilen/planetary-health-diet/>, letzter Zugriff am: 20.2.2024

# Impressum



POTS DAM-INS TITUT FÜR  
KLIMAFOLGENFORSCHUNG

## Herausgeber

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e. V. (PIK)  
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft  
Telegraphenberg A62 · 14473 Potsdam · Deutschland

## Ansprechpartnerin

Eva Rahner, Wissenschaftliche Koordinatorin  
Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität  
Tel: +49 331 288 2631  
E-Mail: [eva.rahner@pik-potsdam.de](mailto:eva.rahner@pik-potsdam.de)

## Zitierweise

Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität (2024):

### 10 Must-Knows aus der Biodiversitätsforschung 2024.

Thonicke, K., Rahner, E., Arneth, A., Bonn, A., Borchard, N., Chaudhary, A., Darbi, M., Dutta, T., Eberle, U., Eisenhauer, N., Farwig, N., Flocco, C. G., Freitag, J., Grobe, P., Grosch, R., Grossart, H. P., Grosse, A., Grützmaker, K., Hagemann, N., Hansjürgens, B., Hartman Scholz, A., Hassenrück, C., Häuser, C., Hickler, T., Hölker, F., Jacob, U., Jähnig, S., Jürgens, K., Kramer-Schadt, S., Kretsch, C., Krug, C., Lindner, J. P., Loft, L., Mann, C., Matzdorf, B., Mehring, M., Meier, R., Meusemann, K., Müller, D., Nieberg, M., Overmann, J., Peters, R. S., Pörtner, L., Pradhan, P., Prochnow, A., Rduch, V., Reyer, C., Roos, C., Scherber, C., Scheunemann, N., Schroer, S., Schuck, A., Sioen, G. B., Sommer, S., Sommerwerk, N., Tanneberger, F., Tockner, K., van der Voort, H., Veenstra, T., Verburg, P., Voss, M., Warner, B., Wende, W., Wesche, K. Potsdam, Deutschland. 72 Seiten. DOI: 10.5281/zenodo.10794362



Dieser Policy Report ist lizenziert durch CC BY 4.0, sofern nicht anders gekennzeichnet.

## Sie wollen mehr erfahren?

Dann schauen Sie auf unsere Website  
oder abonnieren Sie unseren Newsletter.



Leibniz Biodiversität  
Website



Newsletter

## Klimaneutral gedruckt

Fotos Coverillustration: © pixabay.com/jplenio/MorningbirdPhoto/Soonfortytwo/Pexels/MartinStr/ dimitrivetsikas1969/Pexels/ manfredrichter/Tama66/ klickblick/Didgeman/pasja1000/rotonnara/ArtTower/12019/distelAPPArath/rusky/358611/makabera/PublicDomainPictures/Vladvictoria/12019/gregovish/ jarekgrafik/jeonsango/NoName\_13/Hundankbar/raiKom/Ralphs\_Fotos/StockSnap/Couleur/lauraelatimer0/susanne906/Seaq68/Sonyuser/FelixMittermeier/ Dimhou/Simon/LevaNevsky/fotoblend/lefteye81/Alexandra\_Koch/PublicCo

Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität

**10 Must-Knows aus der Biodiversitätsforschung 2024**

DOI: 10.5281/zenodo.10794362

