

# 10

Must-Knows aus der  
Biodiversitätsforschung  
**2022**



<b>4</b>	Vorwort
<b>6</b>	<b>10MustKnows</b>
<b>44</b>	Danksagung
<b>44</b>	Wissenschaftliche Koordination
<b>45</b>	Leitautorinnen und Leitautoren
<b>46</b>	Weitere Autorinnen und Autoren
<b>47</b>	Gutachterinnen und Gutachter
<b>48</b>	Beteiligte Einrichtungen
<b>49</b>	Glossar
<b>53</b>	Referenzen
<b>59</b>	Impressum



POTSDAM-INSTITUT FÜR  
KLIMAFOLGENFORSCHUNG

Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität

**10 Must-Knows aus der Biodiversitätsforschung 2022**

DOI: 10.5281/zenodo.6257476

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

**2** Planetare  
Gesundheit  
stärken **10**

**3** Unsichtbare  
Biodiversität  
beachten **14**

**4** Biokulturelle  
Lebensräume  
fördern **18**

**5** Wald  
nachhaltig  
nutzen **21**

**6** Landwirtschaft  
umbauen **25**

**7** Land und  
Ressourcen  
schützen **28**

**8** Transnationale Infrastrukturen  
und Bildung für Nachhaltigkeit  
ausbauen **32**

**9** Zugang und offene  
Nutzung von Forschungs-  
daten sichern **36**

**10** Biodiversitäts-  
freundliche  
Anreize setzen **40**

# Nicht weil es schwierig ist, wagen wir es nicht, sondern weil wir es nicht wagen, ist es schwierig.

Lucius A. Seneca, röm. Philosoph und Dichter

**„Eine Million Arten sind vom Aussterben bedroht. Ökosysteme verschwinden vor unseren Augen. Wüsten breiten sich aus. Feuchtgebiete gehen verloren. Jedes Jahr verlieren wir zehn Millionen Hektar Wald. Die Ozeane sind überfischt – und ersticken in Plastikmüll. Das Kohlendioxid, das sie aufnehmen, lässt die Meere versauern. Korallenriffe sind gebleicht und sterben ab. Die Luft- und Wasserverschmutzung fordert jährlich neun Millionen Todesopfer – mehr als das Sechsfache der derzeitigen Pandemie. Und da Menschen und Viehbestände immer weiter in die Lebensräume von Tieren eindringen und wilde Gebiete zerstören, könnten vermehrt Viren und andere Krankheitserreger vom Tier auf den Menschen übergehen. Wir sollten nicht vergessen, dass 75 Prozent der neuen und neu auftretenden Infektionskrankheiten beim Menschen *zoonotisch* sind.“ Mit diesen Worten eröffnete UN-Generalsekretär António Guterres 2020 seine Rede über den Zustand unserer Erde.<sup>1</sup>**

Der jüngst erschienene Bericht des Weltbiodiversitätsrates (IPBES, 2019)<sup>2</sup>, der globale Biodiversitätsausblick (GBO-5, 2020)<sup>3</sup> und der erste gemeinsame Werkstattbericht des Weltbiodiversitäts- und Weltklimarates (IPCC, 2021)<sup>4</sup> unterstreichen diese Einschätzung und betonen, dass „eine Lösung der Doppelkrise aus Klimawandel und Verlust der Artenvielfalt entscheidend für das menschliche Wohlergehen ist.“<sup>5</sup> Der aktuelle IPCC-Report zu den Folgen der globalen Erwärmung bestätigt, dass der Erhalt und Wiederaufbau gesunder Ökosysteme einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz darstellt und Klima- und Menschheitsschutz unweigerlich mit Biodiversitätsschutz einhergehen müssen, um eine lebenswerte Zukunft gestalten zu können.<sup>6</sup>

In den **10 Must-Knows aus der Biodiversitätsforschung (10MustKnows)** legen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler fundiert und allgemein verständlich Fakten zur biologischen Vielfalt dar. Sie analysieren die komplexen Systeme der Erde, indem

sie zehn Schlüsselbereiche hervorheben, von denen wiederum jeder untrennbar mit allen anderen verbunden ist. Und sie zeigen Wege auf, um einen weiteren Verlust an Artenvielfalt und Ökosystemen zu stoppen und die biologische Vielfalt zu fördern. Ihr Ziel ist, für Politik und Gesellschaft wissenschaftlich gesicherte Bewertungen der aktuellen Erkenntnisse für bessere politische Entscheidungen und Maßnahmen auf lokaler, regionaler, nationaler und globaler Ebene zur Verfügung zu stellen, um die Vielfalt des Lebens – die Biodiversität – zu erhalten.

Die schlaglichtartigen Bestandsaufnahmen in den **10MustKnows** zeigen unmissverständlich: Mit unserer Art zu leben und zu wirtschaften, verbrauchen wir gewaltige Mengen an Ressourcen, tragen zum Klimawandel bei und verhindern globale Gerechtigkeit. Wenn wir so weitermachen, ruinieren wir die Grundlagen unseres Lebens auf diesem Planeten. Ob die Luft zum Atmen oder sauberes Trinkwasser, Nahrung oder Kleidung, Brennmaterialien oder Baustoffe, saubere

Den Autorinnen und Autoren geht es dabei um mehr, als Wissen zu vermitteln. Es geht ihnen um Wandel, um politisches und gesellschaftliches Handeln für einen gesunden Planeten.

Meere oder Arzneien – auf der großen Vielfalt natürlicher Ressourcen, die uns die Natur zur Verfügung stellt, basiert unser Leben, unsere Gesundheit, unsere Ernährung, unser Wohlbefinden. Diese Vielfalt ist das Fundament einer guten Lebensqualität für alle Menschen auf dieser Erde.

Den Autorinnen und Autoren geht es dabei um mehr, als Wissen zu vermitteln. Es geht ihnen um Wandel, um politisches und gesellschaftliches Handeln für einen gesunden Planeten. Dazu ermutigen sie. Sie ermutigen dazu, die biologische Vielfalt zu erhalten und was immer sie bedroht zu verändern. Sie ermutigen dazu, unser Leben in den planetaren Grenzen zu gestalten. Sie ermutigen dazu, eine Transformation für biodiversitätsfreundliche und klimaverträgliche Zivilisation zu wagen. Sie ermutigen dazu, weil sie wissen, dass es möglich ist. Es gibt keine wissenschaftlich begründeten Hindernisse. Wir haben das Wissen, wir haben die wirtschaftlichen Möglichkeiten und Technologien, um den Wandel zu gestalten. Hindernisse sind vielmehr struktureller, sozialer, kultureller und politischer Natur.

Die Autorinnen und Autoren laden ein zum Dialog, denn der Umbau erfordert das Wissen aller Wissenskulturen und das Mitwirken aller Menschen. Lösungswege gilt es, wie der Weltklima- und der Weltbiodiversitätsrat empfehlen, respektvoll mit allen Beteiligten zu erarbeiten, sie schrittweise umzusetzen und dabei lernbereit zu bleiben.<sup>5</sup>

Ein "Weiter so" würde sich wesentlich gegen uns selbst richten, indem es den Erhalt der Biodiversität verhindert. Die Aichi-Biodiversitätsziele der Übereinkunft zur biologischen Vielfalt (*Convention on Biological Diversity*, CBD)<sup>7</sup>, die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen (*Sustainable Development Goals*, SDGs)<sup>8</sup> und auch die Ziele in der europäischen<sup>9</sup> sowie in der nationalen Biodiversitätsstrategie<sup>10</sup> werden ohne konsequente politische und gesellschaftliche Anstrengungen verfehlt werden.

Beim Weltnaturgipfel geht es dieses Jahr darum, ein wirksames post-2020-Biodiversitätsrahmenwerk (*Global Biodiversity Framework*, GBF) zu beschließen und mit effektiven Maßnahmen umzusetzen. Um fundierte politische Entscheidungen zu befördern, stellen die vorliegenden **10MustKnows** wissenschaftlich gesicherte Bewertungen der aktuellen Erkenntnisse zur Verfügung. Sie bieten konkrete Lösungsvorschläge für zentrale politische Probleme.

Die Quellen für eine gerechtigkeitsorientierte Biodiversitätspolitik sind dabei längst nicht abschließend ergründet, geschweige denn erschlossen: Die Natur stellt, wenn sie erforscht wird, Inspirationen, Anleitungen und Grundlagen für den längst fälligen und fundamentalen Umbau unseres gesellschaftlichen Lebens zur Verfügung. Lösen wir die Biodiversitäts-, Klima- und Gerechtigkeitskrise und bauen wir global eine lebenserhaltende Zivilisation auf!



© pixabay.com / luca-bravo

# 1 Klima- und Biodiversitätsschutz zusammen verwirklichen

- 1 Weil diverse Ökosysteme resilienter gegenüber dem Klimawandel sind und natürliche Wälder und Moore große Mengen Kohlenstoff speichern, gibt es zahlreiche Synergien zwischen Klimaschutz und -anpassung sowie dem Erhalt der biologischen Vielfalt.
- 2 Eine einseitige Fokussierung auf Klimaschutz kann jedoch auch zu unerwünschten Nebeneffekten auf die biologische Vielfalt führen, z. B. wenn großflächige Bioenergieplantagen natürliche Ökosysteme verdrängen.
- 3 Der Ausbau von Schutzgebieten weltweit (30 Prozent bis 2030, langfristig 50 Prozent) wäre ein wichtiger Schritt zum Erhalt der Funktionsfähigkeit aquatischer und terrestrischer Ökosysteme und deren Biodiversität. Bei richtigem Management (> **MustKnow7, 8**) leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Klimaregulierung und zum Klimaschutz.
- 4 Zwischen 25 und 67 Prozent der global genutzten Landfläche werden mittlerweile für die Produktion von Exportgütern genutzt. Der Konsum in anderen Regionen verursacht somit in den produzierenden Regionen einen Verlust von natürlichen Lebensräumen und erhöht dort die Treibhausgasemissionen. Diese durch den Konsum bedingten Biodiversitätsverluste müssen in (nationalen) Biodiversitätsstrategien berücksichtigt werden.
- 5 Um Synergieeffekte für Klima- und Biodiversitätsschutz zu ermöglichen, muss auch Biodiversitätsschutz und -entwicklung in entsprechenden Gesetzen und in Plänen verbindlicher verankert, ausgestaltet und umgesetzt werden.

Biodiversitätsschutz fördert auch den Klimaschutz, wenn Naturverluste gestoppt und für die Klimaregulierung wichtige Ökosysteme umfassend geschützt, nachhaltig gemanagt und renaturiert werden.

Funktionierende marine und terrestrische Ökosysteme tragen direkt dazu bei, die globale Erwärmung zu begrenzen, indem sie für das Klima wichtige CO<sub>2</sub>-Speicher stabilisieren und den Wasserkreislauf erhalten. Landnutzungswandel und direkte Ressourcenausbeutung zu Land und zu Wasser führen zu einem gefährlichen Klimawandel sowie Biodiversitätsverlust.<sup>1</sup> Die Degradierung und Vernichtung natürlicher Ökosysteme gefährden Biodiversität und Klima gleichermaßen.<sup>2,3</sup> Der Amazonas-Regenwald, bisher eine wichtige globale CO<sub>2</sub>-Senke, setzt wegen der starken Entwaldung und Klimaerwärmung mittlerweile CO<sub>2</sub> frei.<sup>4</sup> Biodiversitätsverluste sind geringer, je deutlicher die globale Erwärmung unter 2°C begrenzt werden kann.<sup>5</sup> Wenn ein weiterer Flächenverlust an natürlichen Ökosystemen vermieden, degradierte Ökosysteme renaturiert, Äcker, Weiden und Wirtschaftswälder nachhaltig genutzt

und Ernteverluste reduziert werden, können Klima und Biodiversität gleichermaßen und am effektivsten geschützt und dabei Zielkonflikte mit anderen Nachhaltigkeitszielen vermieden werden.<sup>2,3</sup>

Viele ökosystembasierte Lösungsansätze für Klimaschutz werden aktuell auf Umsetzbarkeit, Skalierbarkeit und sozialökologische Folgen geprüft.<sup>2,3</sup> Zielkonflikte um Landflächen werden beim Thema Bioenergie („Tank gegen Teller“) besonders deutlich. Um die Pariser Klimaziele zu erreichen, wird ein massiver globaler Ausbau von Bioenergiesystemen mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung und CO<sub>2</sub>-Sequestrierung im Untergrund diskutiert. Das könnte mehr als eine halbe Mrd. Hektar Land beanspruchen.<sup>1</sup> Ein solches Szenario ist kaum mit dem Ziel, den Biodiversitätsverlust zu stoppen, vereinbar und steht zudem in Konflikt mit der globalen Ernährungssicherheit.<sup>1</sup>

# 30–50%

der Land- und Ozeanfläche werden benötigt, um den marinen, aquatischen und terrestrischen Biodiversitätsverlust einzudämmen.

Landökosysteme und der Ozean haben in den vergangenen zehn Jahren ca.

# 55%

der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgenommen.<sup>27</sup>

Der Import von Rindfleisch und Soja in die EU zerstört jährlich

# 120.000

Hektar natürliche Ökosysteme in den Mercosur-Staaten und verstärkt die Erderwärmung.

Klima und Biodiversität effektiv zu schützen, bedeutet bis zum Jahr 2030, 30 Prozent der Land- und Meeresflächen unter Schutz zu stellen und weitere 20 Prozent als *Klimastabilisierungsgebiete* zu deklarieren, wozu 67 Prozent der terrestrischen Ökoregionen geeignet sind.<sup>6</sup> Das Aussterberisiko tropischer Arten könnte halbiert werden, wenn das 2-Grad-Ziel erreicht und 30 Prozent der Landfläche geschützt würden.<sup>7</sup> Würden weltweit eine Mrd. Hektar degradierter Ökosysteme renaturiert, könnte dies ein Drittel der Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels bis 2030 abdecken, und gleichzeitig könnten zwei Drittel des projizierten Artensterbens verhindert werden.<sup>8</sup> Der Biodiversitätsverlust mariner Ökosysteme infolge des Klimawandels ließe sich eindämmen, würden 21 Prozent des Ozeans (43 Prozent der ausschließlichen Wirtschaftszonen und sechs Prozent der Hochseegebiete) unter Schutz gestellt.<sup>9</sup> Ökosysteme werden sich auch bei 1,5°C globaler Erwärmung weiterhin verändern, es bedarf eines generellen Umdenkens von der statischen Schutz- zur dynamischen Anpassungsorientierung.<sup>3,10,11</sup>

Zwischen 25 und 67 Prozent der genutzten Landfläche, der verursachten Entwaldung sowie der Treibhausgasemissionen sind mittlerweile dem globalen Handel zuzuschlagen.<sup>12</sup> Die jährlich in die EU importierten Güter (vor allem Rindfleisch und Soja) zerstören jährlich 120.000 Hektar natürlicher Ökosysteme in den Mercosur-Staaten Südamerikas.<sup>12</sup> Ein unvermindert hoher globaler Bedarf an Naturres-

ourcen bedeutet, über Handel andernorts Biodiversitätsverluste und regionale Klimaveränderungen zu verursachen.<sup>12,13</sup>

Biodiversitätsschutz in der Raum- und Landschaftsplanung, in der Umweltprüfung sowie in *Biodiversity-Offsets*-Mechanismen sollte z. B. für EU-Mitgliedstaaten rechtlich verbindlicher ausgestaltet sein. Das bedeutet, dass eine Vermeidung, Verminderung sowie Kompensation von Eingriffen in Biodiversität und von Auswirkungen auf das globale Klima bei Landnutzungsentscheidungen strikter zu beachten sind<sup>14</sup> (> *MustKnow7*). So könnte beispielsweise der Schutz der Biodiversität bzw. die Ausweisung von Flächen für Naturschutz und Landschaftspflege in Regionalplänen künftig häufiger als Ziel und nicht als Grundsatz formuliert werden, damit dieser Belang rechtlich mehr Gewicht bekommt. Zusätzlich könnte Biodiversität als städtebauliches Ziel im Baugesetzbuch verankert werden. Neben der Durchsetzung und stärkeren Kontrolle des Verschlechterungsverbots sollte ein „Verbesserungsgebot“ Eingang in die Eingriffsregelung und in Biodiversity-Offsets-Mechanismen finden, um das neue EU-Ziel eines „Net Gain“ von Biodiversität und Ökosystemleistungen zu erreichen.

### Hintergrund

Global gelten weniger als 30 Prozent der Wälder als intakt<sup>15</sup>, regional können die degradierten Flächen die entwaldeten Flächen sogar noch übersteigen (z. B. in Teilen des Amazonasregenwaldes<sup>16</sup>). Bereits heute

Viele ökosystembasierte Lösungsansätze für Klimaschutz werden aktuell auf Umsetzbarkeit, Skalierbarkeit und sozialökologische Folgen geprüft. Zielkonflikte um Landflächen werden beim Thema Bioenergie („Tank gegen Teller“) besonders deutlich.



Der Amazonas-Regenwald, bisher eine wichtige globale CO<sub>2</sub>-Senke, setzt wegen der starken Entwaldung und Klimaerwärmung mittlerweile CO<sub>2</sub> frei.

führen der Klimawandel und die dadurch verstärkten Störungen und *Pathogens*schäden vielerorts zu erhöhtem Waldsterben<sup>17,18</sup> (> *MustKnow5*). Entwaldung vermeiden, bedeutet weltweit Emissionen zwischen 0,4 und 5,8 Gt CO<sub>2</sub>e (*CO<sub>2</sub>-Äquivalente*) pro Jahr zu verhindern. Wälder vor weiterer Degradierung zu schützen, kann weitere Emissionen von 1 bis 2,18 Gt CO<sub>2</sub>e pro Jahr verhindern.<sup>2</sup> Der Schutz und die Renaturierung bestimmter mariner Ökosysteme würde eine Kohlenstoffaufnahme von bis zu einer Gigatonne CO<sub>2</sub>e pro Jahr ermöglichen.<sup>2</sup>

Viele der Lösungsansätze zum Schutz von Klima und Biodiversität konzentrieren sich auf Wälder. Weitere Synergieeffekte lassen sich erzielen, wenn zusätzlich sensible Ökosysteme geschützt werden.

Eine langfristige Renaturierung der Moore wie auch deren nachhaltige Nutzung sichern deren Biodiversität, reduzieren CO<sub>2</sub>- und Methanemissionen, schützen vor Dürren und ermöglichen die Produktion nachwachsender Rohstoffe.<sup>19,20</sup> Marine Sedimente speichern doppelt so viel Kohlenstoff wie terrestrische Böden. Aber nur zwei Prozent dieses Lebensraumes liegen in stark geschützten Gebieten und sind somit vor Störungen des Meeresgrundes geschützt.<sup>21</sup> Der Erhalt der marinen Nahrungsketten stabilisiert auch Ökosysteme und deren biogeochemische Kreisläufe. Erholt sich beispielsweise die Walpopulation auf ihre ursprüngliche Größe, würden ihre Ausscheidungen helfen, marines Eisen zu recyceln und somit die marine Produktivität im Südlichen Ozean steigern.<sup>22</sup>

Die Entwaldung der Tropenwälder für landwirtschaftliche Nutzflächen schreitet ungebremst voran, größtenteils für Exporte.



Viele der Lösungsansätze zum Schutz von Klima und Biodiversität konzentrieren sich auf Wälder. Weitere Synergieeffekte lassen sich erzielen, wenn zusätzlich sensible Ökosysteme geschützt werden.

Marine Ökosysteme sind durch Hitzewellen im Ozean, fortgesetzten Nährstoffeintrag und die Nutzung mariner Ressourcen in ihrer Stabilität gefährdet.<sup>23</sup>

Die Entwaldung der Tropenwälder für landwirtschaftliche Nutzflächen schreitet ungebremst voran, großteils für Exporte. (> [MustKnow8](#)) So stammen etwa 20 Prozent der Sojaexporte und mindestens 17 Prozent der Rindfleischexporte, die aus Brasilien in die EU importiert werden, wahrscheinlich von illegal abgeholzten Flächen des Amazonasregenwaldes und dem daran angrenzenden Cerrado-Trockengebiet.<sup>23</sup>

Schutz, Management und Wiederherstellung von Ökosystemen im Rahmen von naturbasierte Lösungen (*Nature-Based Solutions*) sind zeit- und

kosteneffiziente Maßnahmen, die sowohl dem Klimaschutz als auch den Biodiversitätszielen dienen.<sup>24</sup> Die Implementierung von biodiversitätsbezogenen Vermeidungs-, Verminderungs- und Kompensationsmaßnahmen muss im Sinne einer Accountability (Bilanzierung) und eines Monitorings strenger überprüft werden. Die Initiative der EU-Kommission, das Instrument der Landschafts- bzw. Grünordnungsplanung europaweit einzuführen<sup>25,26</sup>, ist besonders unterstützenswert. Mit einem solchen EU-weit gültigen neuen Planungsinstrument ließen sich die Belange des Klimaschutzes, der Klimawandelanpassung und des Biodiversitätsschutzes in idealer Weise koordinieren (> [MustKnow8](#)).



### Empfehlungen für die Politik

- 1.** Ein unmittelbares Ende der Zerstörung von natürlichen Wäldern und Mooren hätte entscheidende positive Effekte auf den Klima- und Biodiversitätsschutz. Weil ausgelagerte Biodiversitätsverluste eine wichtige Rolle spielen, sollten sie in nationalen Biodiversitätsstrategien berücksichtigt werden.
- 2.** Ein integrativer Biodiversitäts- und Klimaschutz sollte Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Biodiversität sowie Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und zur Aufnahme von CO<sub>2</sub> beinhalten. Im Sinne der EU- Biodiversitätsstrategie 2030 sollten sie durch ein an den Landschafts- oder Grünplan gekoppeltes Budget gefördert werden.
- 3.** Zielkonflikte und Synergien müssen bei der Entwicklung von ganzheitlichen Lösungen berücksichtigt werden, auch in Bezug auf weitere Nachhaltigkeitsziele, z. B. die Ernährungssicherheit.

### Empfehlungen für die Gesellschaft

- 1.** Klima- und Biodiversitätsschutz sind zwei der größten Herausforderungen für unsere Gesellschaft und müssen gemeinsam angegangen werden.
- 2.** Unser Konsum in Deutschland und Europa beeinflusst Klima, Entwaldung, Habitatzerstörung und die biologische Vielfalt global.
- 3.** Wir brauchen neue ganzheitliche Lösungsansätze für Klima- und Biodiversitätsschutz, die langfristig das menschliche Wohlergehen sichern. Unsere Strategien werden sich den verändernden Rahmenbedingungen fortlaufend anpassen müssen.

# 2

## Planetare Gesundheit stärken

Die körperliche, geistige und soziale Gesundheit des Menschen ist über die folgenden vier Pfade mit der biologischen Vielfalt verbunden<sup>1</sup>:

- 1** Biodiversität liefert Nahrung und Arzneimittel, reguliert Klima, schützt vor Hitze und reinigt Schadstoffbelastungen in Wasser, Luft und Böden.
- 2** Biodiversität kann menschliche Gesundheit und Wohlbefinden wiederherstellen, z. B. durch Stressabbau und Stärkung der Aufmerksamkeit.
- 3** Grüne und blaue Infrastrukturen in städtischen und ländlichen Gebieten, also begrünte Flächen und Gewässer, leisten einen wichtigen Beitrag zum Aufbau der psychischen und physischen Gesundheit der Menschen, z.B. durch Förderung körperlicher Aktivität oder transzendenter Erfahrungen wie Ehrfurcht und Reflexion.
- 4** Die biologische Vielfalt sichert die menschliche Gesundheit auch, indem sie die Dynamik von Lebensgemeinschaften einschließlich ihrer Krankheitserreger reguliert. Der Schutz und die Wiederherstellung der Biodiversität, die Regulierung des Handels mit Wildtieren und nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken sind wirksame Maßnahmen der *primären Pandemieprävention*, die nur einen Bruchteil der Kosten der Pandemie verursachen.<sup>2</sup>

Ein gesunder Planet braucht die biologische Vielfalt: Ihr Schutz und ihre Wiederherstellung bedeuten eine Investition in Ökosystemleistungen, die essenziell für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen sind.

Die Ernährung ist ein grundlegender Beitrag der biologischen Vielfalt zum Wohlbefinden und zur Gesundheit des Menschen. Eine überwiegend pflanzliche Ernährung ist sowohl für die menschliche Gesundheit als auch für die biologische Vielfalt von Vorteil.<sup>3</sup> Stark verarbeitete und tierische Lebensmittel hingegen sind Risikofaktoren für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes. Zudem beansprucht die Produktion von Fleisch direkt (Weideflächen) und indirekt (Futtermittelproduktion) große Landflächen und beeinträchtigt oder vernichtet so ungestörte Ökosysteme, fördert den Artenverlust und schmälert die genetische Vielfalt, auch die der für die Lebensmittelproduktion wichtigen Bestäuber.<sup>4</sup> Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist eine ausgewogene Ernährung erforderlich, die einen geringeren *ökologischen Fußabdruck* hinterlässt und gleichzeitig die Lebensmittelverschwendung in Ländern mit mittlerem und hohem Einkommen reduziert sowie eine ausreichende Ernährung in Ländern mit

niedrigem Einkommen gewährleistet.<sup>3,5,6</sup> Die Förderung von Agrarökosystemen, die pestizidfreie und entwaldungsfreie Handelsketten sicherstellen, schützt die biologische Vielfalt und senkt die Treibhausgasemissionen (> *MustKnows* 5, 6, 7).

Auch Arzneimittel aus natürlichen Quellen stellen einen wichtigen und direkten Nutzen für die menschliche Gesundheit dar.<sup>7,8</sup> Etwa 50 Prozent der modernen Arzneimittel basieren auf Naturprodukten.<sup>9</sup> Der Verlust der biologischen Vielfalt schränkt das evolutionäre Potenzial ein, weiterhin neue, therapeutisch wirksame Pflanzenarten hervorzubringen. Arten mit therapeutischem Potenzial könnten so verschwinden, bevor sie entdeckt worden sind.<sup>10</sup>

Darüber hinaus bietet die biologische Vielfalt durch die Regulierung von Klima, Luft, Wasser und Boden sowie die Verringerung von Umweltbelastungen wichtige Vorteile für die Gesundheit.<sup>11</sup> (> *MustKnows* 3, 5, 6, 7, 10).

Falls die Zerstörung der Ökosysteme und ihrer Funktionen nicht gebremst wird, könnten die in den vergangenen 50 Jahren erzielten globalen Gesundheitserfolge sich ins Gegenteil verkehren.

Biodiversität kann erheblich zur physiologischen Stressreduktion beitragen<sup>12</sup>, die Lebenszufriedenheit<sup>13</sup> erhöhen und helfen, die Aufmerksamkeit zu fokussieren.<sup>14</sup> Wie bei den Covid-19-bedingten Lockdown-Ereignissen zu sehen war, sind urbane grüne und blaue Infrastrukturen (Grünflächen und Gewässer) auch wichtig für die Erholung und die Förderung körperlicher Aktivität wie Spazierengehen oder Sport.<sup>15</sup> Wir beobachten allerdings einen zunehmenden Verlust an Naturerfahrungen und Artenkenntnis<sup>16</sup>, was diese restaurativen Kompetenzen einschränken kann. Erreichbare städtische Grünflächen, Gärten, Straßenbäume und weitere *naturbasierte Lösungen* fördern die biologische Vielfalt, laden zur Erholung ein, tragen zur lokalen Kühlung bei, mindern die Luftverschmutzung und können als (Regen-) Wasserspeicher dienen. Sektorenübergreifend unterstützen und realisieren diese Maßnahmen sowohl Biodiversitätsziele als auch Gesundheits- und Klimaziele.

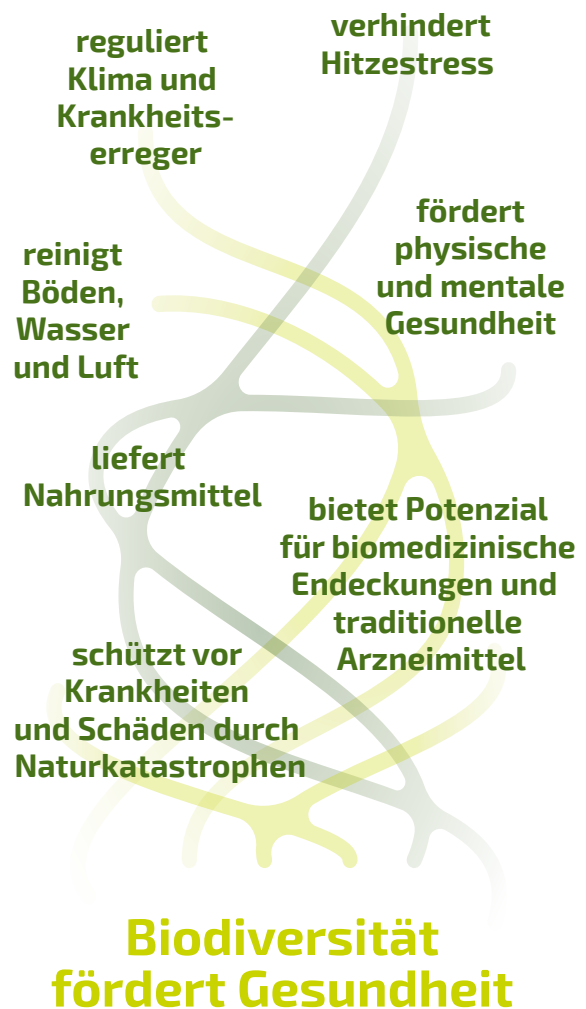
Biodiversität stabilisiert die Dynamik von Lebensgemeinschaften, einschließlich ihrer *Mikrobiome* und Krankheitserreger. Dies schließt auch den Menschen ein. Wenn das empfindliche Gleichgewicht gestört wird, können sich Arten, die mit einer Vielzahl von Umweltbedingungen und der Nähe des Menschen eher gut zurecht kommen (z. B. Ratten), auf Kosten spezialisierter Arten vermehren.<sup>17</sup> *Spillover-Ereignisse*, bei denen Krankheitserreger, die normalerweise in Tieren vorkommen, die Fähigkeit erlangen, Menschen zu infizieren, können somit häufiger auftreten. Vermehrte Gelegenheiten für eine Übertragung und Veränderungen im viralen Erbgut begünstigen sie. Menschliche Eingriffe, die die biologische Vielfalt verringern und die Kontaktrate zwischen Wildtieren und Menschen erhöhen, sind zudem mit Stress für Wildtiergemeinschaften und Auswirkungen auf deren Immunsystem verbunden.<sup>18</sup> Wird deren Immunsystem geschwächt, können vermehrt Krankheitserreger in die Umwelt gelangen. Die Gefahr von Spillover-Ereignissen steigt somit, je mehr der Mensch in die Lebensräume wilder Tiere vordringt, Wildtiere jagt oder mit ihnen handelt. Auch die landwirtschaftliche Massentierhaltung bietet den Erregern ein Umfeld, in dem sie sich stark vermehren und verändern können. Handlungen, die die Biodiversität gefährden, erhöhen

somit auch das Risiko für neuartige Infektionskrankheiten.<sup>19-21</sup>

Die Bedeutung der Gesundheit von Wildtieren für die Gesundheit des Menschen und funktionierende Ökosysteme wird jedoch in globalen Gesundheits- und Biodiversitätsstrategien bisher weitgehend übersehen.<sup>22,23</sup> Wildtier- und Umweltaspekte werden auch bei Prioritäten und Plänen zur Gesundheitssicherheit vernachlässigt. Eine kürzlich durchgeführte Studie ergab, dass mehr als die Hälfte (58 Prozent) der 107 berichter-

#### Naturschutz und naturbasierte Lösungen

fördern Ökosystemleistungen, die zu Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt beitragen



Während etwa

**70%**

der landwirtschaftlichen Nutzfläche für die Produktion von Futtermitteln für Nutztiere verwendet wird, werden für eine pflanzenbasierte Ernährung nur 25 Prozent dieser Menge benötigt.<sup>28</sup>

Die geschätzten Kosten der primären Pandemieprävention über einen Zeitraum von zehn Jahren betragen nur etwa

**2%**

der geschätzten Kosten der COVID-19-Pandemie (Stand 2020).<sup>25</sup>

Wer mindestens

**120**

Minuten pro Woche in der Natur verbringt, stärkt die eigene Gesundheit und das Wohlbefinden.<sup>47</sup>

stattendenden Länder und Gebiete über keine funktionierenden Programme zur Überwachung der Gesundheit von Wildtieren für die Gesundheitssicherheitsplanung, einschließlich der Pandemieprävention, verfügten.<sup>22</sup> Diese Ergebnisse sind alarmierend, wenn man allein die Übertragungen von SARS-CoV-2 zwischen Menschen und Wildtieren bedenkt und die möglichen Konsequenzen, die dies für Mutationen, neue Varianten und die Eindämmung der Pandemie bedeuten könnte (z. B.<sup>24</sup> > [MustKnow3](#)). Dabei könnten Pandemien bereits an der Quelle gestoppt werden. Die Kosten für eine Pandemieprimärprävention schätzen Dobson et al. (2020)<sup>25</sup> über zehn Jahre auf nur etwa zwei Prozent der Kosten, die durch die COVID-19-Pandemie verursacht wurden (Stand 2020, konservativ geschätzt). Wie wichtig die Gesundheit von Wildtieren für die Gesundheit des Menschen ist, zeigt auch das Beispiel der Insekten und Bestäuber: Gesunde Insekten und Bestäuber tragen zur Bodengesundheit bei, von der wiederum die Ernährungssicherheit und die Ernährungsvielfalt abhängen.<sup>26</sup>

Parallel zur Klimakrise (> [MustKnow1](#)) gilt: Falls die Zerstörung der Ökosysteme und ihrer Funktionen nicht gebremst wird, könnten die in den vergangenen 50 Jahren erzielten globalen Gesundheitserfolge sich ins Gegenteil verkehren.

Gesundheit könnte jedoch ein vereinheitlichender Wertmaßstab und ein Hebel sein, um die Dringlichkeit und das Ausmaß der Gefahr, der wir gegenüberstehen, zu kommunizieren. Unser Lebenserhaltungssystem

hängt davon ab, dass das Netz des Lebens vielfältig ist – nicht nur um Krankheitserreger auf Abstand zu halten, sondern auch für die Ernährung und das Klima. Die Erhaltung der biologischen Vielfalt ist ein mehrdimensionaler strategischer Vorteil, um die globale Gesundheitspolitik und -praxis zu fördern und eine nachhaltige Planetare Gesundheit zu erreichen und zu sichern.

### Hintergrund

Die Nahrungsmittelproduktion, die sich auf die Steigerung der Erträge von Nutzpflanzen und die Maximierung der Tierproduktion konzentriert, übt einen hohen Druck auf die biologische Vielfalt aus, z. B. durch Entwaldung, Entwässerung, den Einsatz von Düngemitteln, Pestiziden, Herbiziden und Nährstoffen sowie die Produktion von Tierfutter.<sup>27</sup> Die Fleischproduktion forciert auch die Futtermittelproduktion z. B. von Sojabohnen, was erhebliche Auswirkungen auf den Verlust der biologischen Vielfalt in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen hat. Während etwa 70 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche für die Produktion von Futtermitteln für die Viehzucht verwendet werden, wird für eine pflanzliche Ernährung nur ein Bruchteil davon benötigt, wodurch auch Flächen für den Naturschutz eingespart werden (> [MustKnow7](#)).<sup>28</sup> Die Gesundheitsversorgung von 70 bis 80 Prozent der Weltbevölkerung ist mit traditioneller Medizin verbunden<sup>29</sup>, wobei weltweit mehr als 30.000 Arten aufgrund ihrer medizinischen Eigenschaften verzeichnet sind. Wie für die Vereinigten Staaten

Die Gesundheitsversorgung von 70 bis 80 Prozent der Weltbevölkerung ist mit traditioneller Medizin verbunden, wobei weltweit mehr als 30.000 Arten aufgrund ihrer medizinischen Eigenschaften verzeichnet sind.

berichtet wird, stammt die Mehrheit (75 Prozent) aller antibakteriellen, antiviralen und antiparasitären Medikamente aus Naturprodukten.<sup>9</sup>

Es hat sich gezeigt, dass der Artenreichtum sowohl von Vögeln als auch von Pflanzen positiv mit der Lebenszufriedenheit<sup>13</sup> und Reflexion<sup>30,31</sup> korreliert. Außerdem konnte gezeigt werden, dass eine höhere Dichte von Straßenbäumen in der direkten Umgebung des Hauses mit einer geringeren Verschreibungsrate von Antidepressiva verbunden war.<sup>32</sup> Als naturbasierte Lösungen können Straßenbäume auch zur Anpassung an den Klimawandel beitragen, indem sie z. B. für eine lokale Klima- und Wasserregulierung sorgen.<sup>33,34</sup> Die Faustregel „3-30-300“ bietet eine nützliche Orientierungshilfe für die Bereitstellung von Stadtbäumen in städtischen Gemeinden (3 Bäume pro Haus, 30 Prozent Baumkronen in jedem Viertel, 300 Meter vom nächsten öffentlichen Park oder der nächsten Grünfläche entfernt).

Es gibt schätzungsweise 700.000 unbekannte Viren in wilden Säugetieren und Vögeln, die potenziell auf den Menschen übergehen könnten.<sup>35</sup> Die meisten Infektionskrankheiten des Menschen haben einen tierischen Ursprung, z. B. Influenza, HIV und Ebola, SARS-CoV-2.<sup>36,37</sup>

75 Prozent der neu auftretenden oder neuartigen menschlichen Krankheitserreger sind *zoonotisch*.<sup>38,39</sup> Neu auftretende Infektionskrankheiten wie die Ausbrüche des Nipah- und des Hendra-Virus<sup>40,18</sup> stehen im Zusammenhang mit dem Verlust von Lebensräumen für Wildtiere und der Verschlechterung der Gesundheit von Wildtieren im Zusammenhang mit dem zunehmenden Kontakt zwischen Mensch, Nutz- und Wildtieren. Acht der 15 Krankheiten der gemäßigten Zonen sind wahrscheinlich durch Nutztiere auf den Menschen übergegangen (Diphtherie, Influenza A, Masern, Mumps, Keuchhusten, Rotavirus, Pocken, Tuberkulose).<sup>41</sup> Die jüngsten Ausbrüche von z. B. MERS, Vogel- und Schweinegrippe basieren auf nicht artgerechten Tierhaltungssystemen.<sup>42</sup> Eine große Bedrohung für die menschliche Gesundheit geht auch von der steigenden Rate der Antibiotikaresistenz aus, wobei sich resistente Organismen schnell von der Klinik und dem Nutztierbetrieb in die Umwelt ausbreiten, was das Risiko antibiotikaresistenter Infektionen erhöhen kann.<sup>43,44</sup> Die Zunahme dieser Resistenzen stellt eine der größten Bedrohungen für die globale Gesundheit dar<sup>45</sup> und könnte durch veränderte landwirtschaftliche Praktiken gemildert werden (> [MustKnow6](#)).

## Empfehlungen für die Politik

- 1.** Stärkung des Gebietsschutzes und der *Ökosystemgesundheit*, um essenzielle *Ökosystemleistungen* wie Nahrung und zukünftige pharmazeutische Entdeckungen zu sichern und eine primäre Prävention vor zukünftigen Pandemien sowie ein proaktives Virulenzmanagement zu ermöglichen.<sup>2,46</sup>
- 2.** Investitionen in die menschliche Gesundheit durch Schutz und Wiederherstellung der biologischen Vielfalt, wie z. B. durch das Pflanzen von Straßenbäumen oder die Wiederherstellung von Flussauen. Förderung der sektorübergreifenden Zusammenarbeit zwischen Naturschutz- und Gesundheitsämtern als proaktive Investitionen in das öffentliche Gesundheitswesen, die z. B. auch von Gesundheitsämtern finanziert wird.
- 3.** Proaktive Verzahnung von veterinärmedizinischen und Humangesundheits-Systemen bei gleichzeitiger Integration der Wildtiergesundheit, um zu funktionierenden Ökosystemen beizutragen und Risiken von Zoonosen zu mindern.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

- 1.** Umstellung auf eine nachhaltige, weitgehend pflanzenbasierte Ernährung, die den ökologischen Fußabdruck und die Lebensmittelverschwendung verringert und die Gesundheit verbessert.
- 2.** Förderung naturbasierter Maßnahmen für die allgemeine Gesundheit, wie die Pflege und den Ausbau städtischer Grünflächen, sowie die Förderung naturbasierter Aktivitäten, wie z. B. Gartenarbeit oder anderer erholsamer Aktivitäten in der Natur.
- 3.** Nur Kauf von Produkten, die aus nachhaltigem Anbau und aus wildtierfreundlichen Handelsketten stammen.

# 3 Unsichtbare Biodiversität beachten

- 1** Ökosysteme, Lebensgemeinschaften und Organismen, die für den Menschen weniger sichtbar oder zugänglich sind, sind derzeit nicht ausreichend erforscht. Sie bedürfen größerer Aufmerksamkeit bei der Naturschutzplanung. Bestehende Schutzbemühungen konzentrieren sich häufig auf große terrestrische Tiere und Pflanzen.
- 2** Binnengewässer sind weniger geschützt als terrestrische und marine Lebensräume. Der Rückgang von mehr als 80 Prozent der Populationen großer Süßwasser-Wirbeltiere ist ein dringender Aufruf, die Erforschung der biologischen Vielfalt und die Schutzbemühungen in diesem Bereich voranzutreiben.
- 3** Speziell Mikroorganismen und Mikrofauna spielen für ökologische Funktionen in Böden, Sedimenten und aquatischen Ökosystemen eine wichtige Rolle. Die Untersuchung von Interaktionsnetzwerken (einschließlich *mutualistischer* Symbiosen, *holobiontischer* Systeme sowie Wirt-Parasit-Interaktionen) ist wichtig, um die Anfälligkeit und Widerstandsfähigkeit der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme besser zu verstehen und Ausbrüche neu auftretender Krankheiten und Invasionen gebietsfremder Arten vorherzusagen.
- 4** Die nächtliche Aufhellung der Hemisphäre nimmt weltweit jährlich um zwei bis sechs Prozent an Intensität und Ausmaß zu. Sie ist ein neues Phänomen, mit dem das Leben auf der Erde noch nicht viel Erfahrung sammeln konnte. Den physikalischen Veränderungen der Nacht sollte viel mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.
- 5** Die Evolution kann sich schnell vollziehen und die Reaktionen der biologischen Vielfalt auf den globalen Wandel, die *Resilienz* der Ökosysteme und ihre Auswirkungen auf das menschliche Wohlbefinden erheblich beeinflussen. Neue Instrumente für die Umweltüberwachung (Testen von Abwässern, Abstriche von Böden in Gebäuden) können als Frühwarnsystem dienen, um neue Varianten *pathogener* Mikroben (z. B. des Coronavirus) zu erkennen.

Ein umfassender Schutz der Biodiversität erfordert, zahlreiche relevante Lebensräume, Organismen und deren Wechselwirkungen zu berücksichtigen, die derzeit nicht ausreichend untersucht sind.

Ein umfassender Schutz der Biodiversität erfordert, die unsichtbare biologische Vielfalt und somit Organismen, die aktiv sind, wenn wir schlafen, die im Wasser oder im Boden leben, die das menschliche Auge nicht sieht, stärker zu erforschen. Im 2019 erschienenen Bericht des Weltbiodiversitätsrates (IPBES), Anhang 4, werden Wissenslücken aufgezeigt. Die Tabelle nennt Lebensgemeinschaften in Biomen, die vor allem unter der Oberfläche existieren. Zu ihnen zählen Süßwasser, Feuchtgebiete, Arktis, Meer/Ozean, Meeresboden, Böden und *Benthos*. Im Folgenden beschreiben wir anhand von Beispielen, welche wichtige Rolle die unsichtbare

biologische Vielfalt bei der Aufrechterhaltung der Ökosystemfunktionen und den Ökosystemleistungen der Natur spielt, z. B. für Nährstoffkreisläufe, *Primärproduktion*, Bodenbildung, Bestäubung oder Bereitstellung von Lebensraum.

In Naturschutzplanungen sollten Informationen über die unsichtbare biologische Vielfalt systematisch ergänzt werden, um Schutzgebiete nachhaltiger und ökologischer zu gestalten.<sup>1</sup> Studien weisen auf die hohe Bedeutung der lateralen (wie Flusssufer- und Auengebiete) und vertikalen (wie Oberflächen- und Grundwasser) Vernetzung in Ökosystemen hin.<sup>2</sup> Der Erhalt der bio-

Die Populationen großer Süßwasser-Wirbeltiere sind um

# 84%

zurückgegangen. Staudammprojekte können diesen Prozess beschleunigen.

Die Bodenbiomasse speichert etwa

# 92 Gt

CO<sub>2</sub> und schwächt so den Treibhauseffekt ab.

Weltweit nimmt die Helligkeit in der Nacht um

# 2-6%

pro Jahr zu. Künstliches Licht in der Nacht ist ein wichtiger Treiber des globalen Wandels und sollte mehr Beachtung finden.


logischen Vielfalt in Seen, Überschwemmungsgebieten, kleinen Gewässern und frei fließenden Flüssen ist eine dringende Maßnahme, um eine weitere Verschlechterung in Süßwasserökosystemen zu verhindern.<sup>3,4,5</sup> Weiterhin sind als Wissenslücken benannt, dass Daten über das Risiko des Aussterbens und Populations-trends insbesondere von Insekten, Parasiten, Pilz- und Mikroorganismen fehlen. Solche Daten sind jedoch von grundlegender Bedeutung, da diese Bestandteile der Ökosysteme sowohl als Nährstoff- und Energiewieder-verwerter als auch als Quelle neuartiger Verbindungen für die biologische Forschung eine zentrale Rolle spielen.<sup>6</sup> Die Erhaltung der biologischen Vielfalt im Boden (25 Prozent aller Arten auf der Erde) ist von zentraler Bedeutung für alle oberirdischen Ökosysteme und ihre Funktionen. Die Erforschung unsichtbarer Organismen, z. B. in Böden, kann durch den Einsatz moderner *molekularer Hochdurchsatzverfahren* in Verbindung mit Bioinformatik und Modellierung gefördert werden. Die Daten müssen jedoch mit Metadaten wie Bodenart und -nutzung oder Mikroklima verknüpft werden, welche aber heute noch häufig fehlen.<sup>7</sup> Bodenorganismen spielen eine wichtige Rolle für die Vernetzung von Ökosystemen und werden besonders durch menschliche Einflüsse beeinträchtigt. Dennoch wird ihnen bei der Planung von Schutzgebieten relativ wenig Beachtung geschenkt.<sup>8</sup>

Als Treiber globaler Veränderungen wird künstliches Licht häufig übersehen. Beleuchtungen in der Nacht können Ökosysteme fragmentieren und stören, natürliche Zyklen von Licht und Dunkelheit beeinträchtigen, saisonales und tagesrhythmische Verhalten verändern und sich auf eine Vielzahl biologischer Prozesse auswirken: von der *Genexpression* bis hin zu Ökosysteminteraktionen und *Ökosystemleistungen*.<sup>9</sup> Die Auswirkungen von künstlichem Licht in der Nacht als Bedrohung für die biologische Vielfalt werden jedoch in Umweltschutzregelungen kaum berücksichtigt.<sup>10</sup> In einer Studie<sup>11</sup> wird der Vorschlag unterbreitet, Vorschriften gegen Lichtverschmutzung in Schutzgebieten global zu verschärfen, z. B. in Form von Dunkelkorridoren, die in nächtlichen Lebensräumen relativ natürliche Lichtverhältnisse bewahren (> [MustKnow8](#)). Dieser Vorschlag

würde die Empfehlung des IPBES-Berichts unterstützen, städtische Kernschutzgebiete für die biologische Vielfalt zu schaffen und sicherzustellen, dass sie nicht isoliert werden (> [MustKnow8](#)).

Netzwerke interagierender Arten können die Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen (*Resistenz*) gegenüber Stressfaktoren verbessern. Die Vielfalt der Interaktionen in holobiontischen Systemen, Wirt-Parasit-, Räuber-Beute- und mutualistischen Beziehungen ist eine entscheidende Komponente der biologischen Vielfalt in allen Systemen. Diese Netzwerke spielen sich sowohl auf der Ebene einzelner Wirtsindividuen (z. B. mutualistische und parasitäre Netzwerke im *Mikrobiom* des Wirts), in Lebensräumen (Baumkronen oder Wurzelwerk) als auch auf der Ebene ganzer Ökosysteme und *Meta-Ökosysteme* ab. Bei der Ausbreitung von Organismen gibt es viele Parallelen zwischen neuen Krankheitserregern und *invasiven* gebietsfremden *Arten*<sup>12</sup>, die ebenfalls starke Auswirkungen auf die globale biologische Vielfalt und sozioökonomische Systeme haben.<sup>13</sup> Unzureichend untersuchte Lebensräume oder Biome sind oft stark von gebietsfremden Arten besiedelt, deren Auswirkungen auf andere Arten dementsprechend unbekannt sind. Es ist wichtig, Interaktionsnetzwerke zu erforschen und die Einfuhr, Etablierung und Ausbreitung invasiver Arten zu überwachen, damit rechtzeitig geeignete Managementmaßnahmen ergriffen werden können.<sup>14</sup>

Eine wachsende Anzahl an Studien weist darauf hin, dass die Evolutionsdynamik Merkmale, die für Schutzmaßnahmen wichtig sind, stark beeinflussen kann. Darunter fallen Wachstumsraten von Populationen, Interaktionen zwischen Arten und die Fähigkeit von Organismen, auf globale Veränderungen zu reagieren. Für die Möglichkeit vorherzusagen, wie Organismen und Ökosysteme auf den Klimawandel (einschließlich der Urbanisierung) reagieren<sup>15</sup>, müssen Erkenntnisse bezüglich der Ausbreitung und Interaktionen von Arten sowie deren Biologie (Physiologie) und Entwicklung (Evolution) verknüpft werden.<sup>16</sup> Die Evolution kann mittelfristig auch eine wichtige Rolle für die Abschwächung von Umweltveränderungen<sup>17</sup> spielen oder bei der Stärkung der Widerstandsfähigkeit von Populationen. Dieses



Bei der Planung von Schutzgebieten müssen die horizontalen und vertikalen Bewegungen von Organismen berücksichtigt werden. Hindernisse können durch Bodenverdichtung, Bauten, Verschmutzung und künstliches Licht entstehen.

kann das Auftreten und die Dynamik von Ökosystemzusammenbrüchen und Regimewechseln in komplexen Systemen beeinflussen. Daher ist das Wissen über Evolutionsdynamiken ein entscheidender Aspekt der biologischen Vielfalt.<sup>18</sup> Evolutionsprozesse können sich aber auch direkt auf die Gesundheit der Bevölkerung und die Wirtschaft auswirken, wie uns die COVID-19-Pandemie vor Augen führt.<sup>19</sup> Eine umfassende Bewertung und Überwachung von Lebensräumen, z. B. in Abwasser<sup>20</sup>, Gebäuden<sup>21</sup> oder von sonst übersehenen Organismen, können neue Möglichkeiten für den Erhalt der biologischen Vielfalt und für die Entwicklung von Modellen bieten, mit denen sich die Reaktionen von Organismen und Ökosystemen auf vom Menschen verursachte Umweltveränderungen vorhersagen lassen.

### Hintergrund

Studien zeigen, dass Lebensräume und Organismen, die unter der Oberfläche in Wasser, Sedimenten oder Böden leben, nicht in gleichem Maße durch Regularien des Umweltschutzes berücksichtigt werden wie große, terrestrische Tiere und Pflanzen. In Süßwasserlebensräumen wird von einem Rückgang von Wirbeltierpopulationen um 84 Prozent seit 1970 ausgegangen.<sup>22</sup> Zum Schutz der biologischen Vielfalt im Süßwasser müssen frei fließende Gewässer, intakte Feuchtgebiete und große Einzugsgebiete erhalten oder wiederhergestellt werden.<sup>3</sup> Dennoch sind durch geplante Staudamm-

projekte verfügbare Lebensräume für die Süßwasser-Megafauna stark bedroht. In 19 Prozent (94 von 497) der heute noch frei fließenden Flüsse, die mehr als 500 Kilometer lang sind und in denen große Süßwassertiere vorkommen, ist eine Fragmentierung durch zukünftige Staudammprojekte wahrscheinlich.<sup>3</sup>

Die derzeitigen Lücken in unserem Wissen über die Treiber des Bodensterbens sind beunruhigend, insbesondere weil die meisten oberirdischen Ökosystemleistungen zu einem großen Teil vom Funktionieren der Bodendiversität abhängen.<sup>23</sup> Beispielsweise sind derzeit keine Modelle für das Aussterben von Bodenorganismen verfügbar. Bei den Modellen für die Populationsdynamik fehlen Informationen über die Vorhersagbarkeit der ungeschlechtlichen Vermehrung (die bei vielen Bodenorganismen gegeben ist) sowie über die Ruhestrukturen über längere Zeiträume. Um besser zu verstehen, wie Bodenorganismen mit einer schwankenden Verfügbarkeit von Nahrung infolge des globalen Wandels zurechtkommen, sollten künftige wissenschaftliche Arbeiten das Gleichgewicht von Nahrungselementen in Verbindung mit evolutionärer und klassischer Populations- und Lebensgemeinschaftsökologie erforschen.<sup>24</sup> Dieses Wissen ist von entscheidender Bedeutung, da Bodenorganismen die schier unvorstellbare Menge von 92 Gt CO<sub>2</sub> binden und damit vor dem Austreten in die Atmosphäre bewahren.<sup>25</sup>

Licht in der Nacht kann sich auf nachtaktive Organis-



men, ihren Lebensraum und ihre Bewegungen – einschließlich Mikroorganismen, Lebensgemeinschaften und ihre Interaktionen – auswirken und somit *kaskadenartige Effekte* auslösen. Diese können grundlegende *Ökosystemfunktionen* wie Mineralisierung, Bestäubung oder Samenausbreitung verändern.<sup>9</sup> Dem Faktor Licht in der Nacht muss dringend mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die Zunahme der Intensität und der Ausdehnung der Helligkeit wird global auf zwei bis sechs Prozent pro Jahr geschätzt.<sup>26</sup> Vorschriften gegen Lichtverschmutzung können wichtige Gebiete für die biologische Vielfalt schützen und gleichzeitig den CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch die Reduzierung des Energieverbrauchs senken (> *MustKnow1*). Darüber hinaus ist es wichtig zu verstehen, wie sich zunehmende nächtliche Helligkeit und Temperatur im Hinblick auf saisonale Veränderungen, die Nutzung von Lebensräumen und das Potenzial invasiver Arten gegenseitig beeinflussen können.

Es wird außerdem immer deutlicher, dass das Wissen

um Interaktionsnetze zwischen den Arten von entscheidender Bedeutung ist, um zu verstehen, wie Ökosysteme funktionieren, wie widerstandsfähig sie sind und wie sie auf vom Menschen verursachte Stressfaktoren reagieren. *Tierpathogene* und Parasiten können zwar eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung der Immunität des Wirts und der genetischen Vielfalt spielen, sie stellen aber auch eine große und zunehmende Bedrohung für die menschliche Gesellschaft dar. So können in hoher Anzahl vorkommende, sich schnell vermehrende Organismen wie Viren, Bakterien und andere Mikroben leicht Resistenzen gegen Gifte natürlichen Ursprungs wie antimikrobielle Mittel<sup>27</sup> oder Pestizide<sup>28</sup> entwickeln. In den vergangenen zwei Jahrzehnten haben Ausbrüche von *Zoonosen* und *vektorübertragenen Krankheiten* stark zugenommen (> *MustKnow2*). Wie die aktuelle COVID-19-Pandemie gezeigt hat, ist das Auftreten solcher zoonotischer Krankheiten nach wie vor schwer vorherzusagen. Es mangelt an Wissen über die Vielfalt



## Empfehlungen für die Politik

1. Schutzgebiete müssen so groß geplant werden und barrierefreie Korridore sowie Einzugsgebiete enthalten, dass sich die biologische Vielfalt bei Tag und Nacht, über und unter der Oberfläche vollständig entfalten kann.
2. Um den Verlust wenig erforschter Organismen und Lebensräume zu erkennen und so funktionierende Ökosysteme zu erhalten, bedarf es vernetzter Überwachungs- und Erfassungssysteme für natürliche, bebaute und anderweitig genutzte Lebensräume rund um den Globus und eines organisierten, interdisziplinären Austausches zwischen Wissenschaft und Politik.
3. Um umfassende Schutzmaßnahmen für Ökosysteme festzulegen und neu auftretende Krankheitserreger oder Missmanagement vorzusehen, das zu Überschwemmungen, Dürren, Bodenverlusten oder anderen zerstörerischen Kräften führen kann, müssen die Makro- und Mikroorganismen in Boden, Süßwasser und Sedimenten erfasst werden. Diese Kenntnisse gilt es, mit Metadaten über Boden oder Sediment, die Einzugsgebiete, das Klima und die Landnutzung (einschließlich der Beleuchtung) zu verknüpfen.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

1. Viele ökosystemrelevante Interaktionen laufen im Verborgenen ab, es ist daher wichtig, möglichst nachhaltig zu konsumieren, um die Ressourcen der Natur zu schonen und unbewusste Störungen von Ökosystemen zu vermeiden.
2. Naturräume wie Gärten oder Parks sind möglichst so zu gestalten, dass sie Lebensräume verknüpfen. Vielfältige und heimische Pflanzen verbinden Lebensräume; exotische Pflanzen, Versiegelung und schlecht geplante Beleuchtung können hingegen Barrieren bilden.
3. Eine ganzheitliche, globale Bewertung und Überwachung der biologischen Vielfalt und der Ursachen für deren Rückgang sowie der mikrobiellen Interaktionen und Vernetzungen der Ökosysteme in Boden, Süßwasser und Sedimenten sowohl tagsüber als auch in der Nacht sind erforderlich, um den Verlust der biologischen Vielfalt aufzuhalten.

# 4 Biokulturelle Lebensräume fördern

- 1** Das Konzept der biokulturellen Vielfalt berücksichtigt die Vielfalt des Lebens in seiner Mensch-Umwelt-Dimension, einschließlich der biologischen, soziokulturellen und sprachlichen Vielfalt. Biodiversität, kulturelle Vielfalt und sprachliche Vielfalt sind miteinander verbunden und haben sich als sozial-ökologische Systeme gemeinsam entwickelt.
- 2** Indigene Völker und lokale Gemeinschaften (*Indigenous Peoples and Local Communities, IPLCs*) spielen eine entscheidende Rolle bei der nachhaltigen Nutzung und Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme. Die Anerkennung der Rechte indigener Völker und lokaler Gemeinschaften auf ihre Territorien und Ressourcen ist für die Erhaltung der biologischen Vielfalt von grundlegender Bedeutung.
- 3** IPLCs auf der ganzen Welt haben unterschiedliche Weltanschauungen, Werte, Institutionen und Verwaltungssysteme, die für die Erhaltung der biokulturellen Vielfalt und der Nachhaltigkeit entscheidend sind.
- 4** Das hochentwickelte Umweltwissen der IPLCs ist für die wissenschaftliche Forschung, Entwicklungsprojekte, Naturschutz- und Umweltpolitik und Bioökonomie-Initiativen von höchster Bedeutung und sollte als Orientierungshilfe dienen.
- 5** Die meisten indigenen/lokalen Sprachen sind durch die gleichen Kräfte, die auch die biologische Vielfalt bedrohen, akut gefährdet. Genauso, wie diese Sprachen, Kulturen und Weltanschauungen vom Aussterben bedroht sind, sind es auch die damit verbundenen Wissenssysteme, die mit der biologischen Vielfalt verbunden sind und diese erhalten.

Biologische, soziokulturelle und sprachliche Vielfalt sind eng miteinander verwoben, da sie sich als sozial-ökologische Systeme gemeinsam entwickelt haben, und das Wissen sowie die Praktiken indigener Völker und lokaler Gemeinschaften sind der wesentliche Schlüssel, sie zu erhalten.

Das Konzept der biokulturellen Vielfalt berücksichtigt die Vielfalt des Lebens in seinen Mensch-Umwelt-Dimensionen, einschließlich der biologischen, menschlichen, kulturellen und sprachlichen Vielfalt.<sup>1</sup> Sie ist ein dynamischer, ortsbezogener Aspekt der Natur, der sich aus den Verbindungen und Rückkopplungen zwischen diesen unterschiedlichen Aspekten ergibt.<sup>2</sup> In Regionen, in denen viele der auf der Erde verbliebenen Arten leben, treten sprachliche und biologische Vielfalt in starkem Maße gemeinsam auf.<sup>3,4</sup> Biodiversität, kulturelle Vielfalt und sprachliche Vielfalt sind also miteinander verbunden und haben sich als sozial-ökologische Systeme gemeinsam entwickelt.

Indigene Völker und lokale Gemeinschaften (IPLCs) sind Gemeinschaften von Sprechenden stark gefährdeter Sprachen, die in Gebieten mit den höchsten Artenvielfalt leben. Die meisten dieser IPLCs sind durch die gleichen Treiber, die die biologische Vielfalt bedrohen, stark gefährdet.<sup>5</sup> Ihre Sprachen sind Träger ihrer soziokulturellen Wissenssysteme und kodieren traditionelles ökologisches Wissen, das für den Schutz und die Erhaltung ihres natürlichen Lebensraums von entscheidender Bedeutung ist. So wie diese Sprachen, Kulturen und Weltanschauungen vom Aussterben bedroht sind, sind es auch die damit verbundenen Wissenssysteme, die mit der biologischen Vielfalt verbunden sind und diese

Die meisten der

# 7.000

bisher bekannten Sprachen der Welt sind vom Aussterben bedroht.

Es gibt etwa

# 5.000

indigene Völker mit ihren eigenen soziokulturellen Traditionen. Als Jäger, Fischer und Sammler sind sie auf eine intakte Umwelt angewiesen.

Etwa

# 70%

der Sprachen werden auf etwa 24 Prozent der Erdoberfläche gesprochen, die die Regionen mit hoher Artenvielfalt umfassen.

erhalten. IPLCs spielen daher eine entscheidende Rolle bei der nachhaltigen Nutzung und Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme. Die IPLCs verfügen über unterschiedliche Weltanschauungen, Werte, Institutionen und Verwaltungssysteme, die für die Erhaltung der biokulturellen Vielfalt und der Nachhaltigkeit von entscheidender Bedeutung sind.<sup>6,7</sup> Das hochentwickelte Umweltwissen der IPLCs ist für die wissenschaftliche Forschung, Entwicklungsprojekte, Naturschutz- und Umweltpolitik sowie Bioökonomie-Initiativen von Bedeutung und dient als Orientierungshilfe.<sup>8</sup> Die Anerkennung der Rechte indigener Völker an ihren Gebieten und Ressourcen ist daher nicht nur für die Erhaltung der biologischen Vielfalt von grundlegender Bedeutung, sondern auch für die Bewahrung der soziokulturellen und sprachlichen Vielfalt.<sup>9</sup>

Viele indigene/lokale Sprachen, die mit ihnen verbundenen Wissenssysteme und die biologische Vielfalt stehen unter dem Druck derselben Kräfte. Dabei gibt es nicht nur ähnliche Gründe für den Verlust von Sprachen und den Verlust von Arten, sondern auch einen Rückkopplungseffekt. Denn mit dem Rückgang der sprach-

lichen Kompetenz in indigenen/lokalen Sprachen nimmt auch das Wissen über die biologische Welt ab, das im Lexikon dieser Sprachen gespeichert ist – und das kann Einfluss auf die Artenvielfalt haben. Im Lexikon einer Sprache werden wichtige Aspekte des kulturellen Wissens einer Sprachgemeinschaft bewahrt. Es ist oft nicht ohne Weiteres auf eine andere Sprache übertragbar.

In einer Untersuchung von 236 Sprachen aus Nordamerika, Amazonien und Neuguinea wurde festgestellt, dass weit über die Hälfte der Heilkräuter nur in einer Sprache bekannt sind und in keiner der Nachbarsprachen. Das einzigartige Wissen um die Heilkraft der Pflanzen geht mit dem Aussterben der Sprachen verloren.<sup>10</sup> Eine andere Studie zeigt, dass der Sprachschwund mit einem Rückgang des traditionellen Wissens über den natürlichen Lebensraum einhergeht.<sup>11</sup> Untersucht wurde die Sprachkompetenz von über 6.000 Schülerinnen und Schülern und deren Eltern in Papua-Neuguinea – fast 400 Sprachen waren vertreten. Die Studie untersuchte die biokulturelle Kompetenz und stellte fest, dass die Schülerinnen und Schüler, die indigene Sprachen sprechen, eine Vielzahl von Heilpflanzen



M. Mota, lizenziert nach CC BY-NC-ND

kennen, während diejenigen, die Englisch oder Tok Pisin (die nationale Verkehrssprache) sprechen, nur wenige, meist nicht einheimische Arten kennen. Es besteht also ein direkter Zusammenhang zwischen dem Rückgang der sprachlichen Kompetenz und dem Verlust des Wissens über die biologische Umwelt.

### Hintergrund

Wie die globale Artenvielfalt ist auch die Sprachenvielfalt der Welt immens bedroht.<sup>12</sup> Von den 7.000 bisher bekannten Sprachen gilt fast die Hälfte als bedroht.<sup>13</sup> Zum Vergleich: Etwa 41 Prozent der Amphibienarten, 26 Prozent der Säugetiere und 13 Prozent der Vögel sind derzeit vom Aussterben bedroht.<sup>14</sup> Die pessimistischsten Prognosen gehen davon aus, dass innerhalb eines Jahrhunderts 90 Prozent der Sprachen der Welt verloren gehen werden.<sup>15</sup> Die von den Vereinten Nationen für den Zeitraum 2022–2032 ausgerufenen „Internationalen Dekade der indigenen Sprachen“ soll das weltweite Bewusstsein für ihre Gefährdung und ihre Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung schärfen. Indigene/lokale Sprachen enthalten das Wissen, das die Gemeinschaften über die sie umgebenden Ökosysteme haben.

Dieses Wissen ist außerhalb der kleinen Sprachgemeinschaften, in denen die meisten bedrohten Sprachen gesprochen werden, oft nicht bekannt.

Viele indigene/lokale Sprachen sind durch dieselben Treiber, die die biologische Vielfalt bedrohen, stark gefährdet. So wie diese Sprachen, Kulturen und Weltanschauungen vom Aussterben bedroht sind, sind es auch die damit verbundenen Wissenssysteme, die mit der biologischen Vielfalt verbunden sind und diese erhalten. Die globale Bewertung des Weltbiodiversitätsrates (IPBES) hat ergeben, dass 72 Prozent der indigenen Indikatoren „eine anhaltende Verschlechterung der für sie wichtigen Elemente der Natur zeigen“.<sup>16</sup> Die Anerkennung der vielfältigen Verflechtungen zwischen soziokultureller und biologischer Vielfalt ist für die Nachhaltigkeit und Umweltgerechtigkeit von wesentlicher Bedeutung. Die biokulturelle Vielfalt manifestiert sich in den Sprachen, Weltanschauungen, Lebensgrundlagen und tiefen historischen Verflechtungen mit den Ökosystemen der IPLCs. Die Vielfalt in all ihren Formen muss als ein Wert verstanden werden, den es zu hegen, zu pflegen, zu fördern und zu schützen gilt.



## Empfehlungen für die Politik

1. Anerkennung der Land-, Territorial- und soziokulturellen Rechte von IPLCs in Verbindung mit einer Politik, die ökosystembasierte Lebensgrundlagen schätzt und unterstützt (z. B. UN-Konvention ILO 169).
2. Unterstützung für die Dokumentation und Bewahrung indigener Sprachen und damit verbundener Wissenssysteme als lebendige Manifestationen der gefährdeten biokulturellen Vielfalt.
3. Entwicklung von Strategien zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit für indigene Sprachen, einschließlich konkreter Maßnahmen zur Wiederbelebung und Erhaltung von Sprachen, die in die Maßnahmen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt integriert sind.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

1. Indigene Sprachen, Kulturen, Religionen und andere Aspekte des indigenen Lebens sollten von der Gesellschaft im Allgemeinen respektiert werden. Dieses erfordert angemessene Lehrpläne, Sensibilisierungskampagnen und die Ersetzung von Stereotypen und Mythen durch zuverlässige Informationen.
2. Eine nicht nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung sollte vermieden und stattdessen sollten Alternativen angeboten werden, die auf dem traditionellen ökologischen Wissen indigener/lokaler Gemeinschaften beruhen, wobei deren geistige Eigentumsrechte zu berücksichtigen sind.
3. Da derzeit schätzungsweise mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung mehrsprachig ist, sollte die Mehrsprachigkeit positiv bewertet und nicht als Hindernis betrachtet werden, und zwar sowohl von der Gesellschaft insgesamt als auch von den indigenen/lokalen Gemeinschaften selbst.

# 5

## Wald nachhaltig nutzen

- 1** Deutlich mehr als die Hälfte der in europäischen Wäldern gespeicherten Biomasse (58 Prozent) ist anfällig für Störungen durch Windwurf, Feuer und Insektenbefall. Diese Störungen werden durch den voranschreitenden Klimawandel in Häufigkeit und Intensität tendenziell stärker.
- 2** Nach drei Jahren Dürre in Folge (2018–2020) weisen 79 Prozent aller Bäume in deutschen Wäldern eine Kronenverlichtung auf. Vor dem Hintergrund des fortschreitenden Klimawandels erschweren diese Schäden es den Wäldern zusätzlich, vielfältige *Ökosystemleistungen* bereitzustellen und erfordern innovative Konzepte zur Anpassung.
- 3** Bewirtschaftete Wälder müssen vielfältigen und oft in Konkurrenz stehenden Nutzungsansprüchen genügen, wie z. B. der *Bioökonomie* oder dem Naturschutz. Daraus entstehende Zielkonflikte können beispielsweise durch eine räumliche Zonierung unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten zumindest teilweise gelöst werden.
- 4** Arten- und strukturreiche Wälder sind gegenüber Störungen und zukünftigen Klimaentwicklungen *resilienter* und stellen vielfältigere Ökosystemleistungen bereit.
- 5** Störungen sind Teil einer natürlichen Waldentwicklung und können die Arten- und Strukturvielfalt erhöhen. Sie können deshalb auch als Chance für eine Anpassung der Wälder gesehen werden.

Nachhaltige Waldbewirtschaftung ist wichtiger denn je, um Wälder und deren Produkte nachhaltig zu nutzen, vielfältige Ökosystemleistungen, Klima- und Biodiversitätsschutz zu gewährleisten sowie eine Anpassung der Wälder an den Klimawandel zu unterstützen.

Eine nachhaltige Waldwirtschaft steht vor der großen Herausforderung, vielfältige Ansprüche gleichzeitig zu erfüllen: den gesteigerten Holzbedarf für traditionelle Produkte, aber auch für die Bioökonomie zu decken (z. B. nachhaltige Energie, Bauwirtschaft, chemische Industrie), *klimaplastische Wälder* zu fördern, die gegenüber zunehmenden Störungen wie Windwurf, Feuer und Insekten weitestgehend resilient sind und so zum Klimaschutz beitragen sowie Biodiversitätsverluste einzudämmen<sup>1</sup> (> *MustKnow1*). *Primärwälder* gilt es vor Raubbau zu schützen, während erprobtes Waldmanagement in *Sekundärwäldern* und naturnahen Wäldern vielfältige Ökosystemleistungen nachhaltig bereitstellen kann. Klug in die Landschaft eingebettete, intensiv, aber nachhaltig bewirtschaftete Plantagen können den Nutzungsdruck von naturnäheren Wäldern nehmen.

Weltweit sind Störungen Teil einer natürlichen Waldentwicklung, aber diese haben in den vergangenen Jahren zugenommen, so sind Waldbrände extremer geworden. In europäischen Wäldern sind Windwurf, Feuer und Insektenbefall die dominanten Störungen. Sie werden durch vereinfachte Waldstrukturen und die Zusammensetzung der Baumarten im Rahmen der traditionellen Forstwirtschaft der vergangenen Jahrhunderte noch verstärkt. Vor allem massiver Insektenbefall tritt seit dem Jahr 2000 häufiger auf. Knapp 60 Prozent der Waldbiomasse sind anfällig gegenüber diesen Störungen. Das könnte potenziell zu einem Verlust von insgesamt ca. 33,4 Mrd. Tonnen Biomasse in Europa führen.<sup>2</sup> Auch die deutschen Wälder leiden generell häufiger unter Störungen.<sup>3</sup> Die starke Dürre von 2018 bis 2020 hat viele Waldbestände großflächig betroffen und eine

Nach den Dürrejahren  
2018–2020 weisen

**79%**

aller Bäume in Deutschland  
Kronenverlichtungen auf.

In deutschen Wäldern wurde 2019  
mit 32 Mio. Kubikmetern mehr als

**5x**

so viel Holz aufgrund von Insekten-  
schäden eingeschlagen als  
noch 2017. Der Anteil des Schad-  
holzeinschlags am Gesamtholz-  
einschlag war 2019 mit 67 Prozent  
mehr als dreimal so hoch wie noch  
2010 (19,7 Prozent).

**2/3**

des global aufgenommenen Kohlen-  
stoffs werden in temperierten  
und borealen Wäldern gespei-  
chert. Sekundär- und naturnahe  
Wälder tragen daran einen großen  
Anteil.<sup>15</sup>

Debatte ausgelöst, wie mit den betroffenen Flächen umgegangen werden soll und welche Verfahren zur Wiederbewaldung besonders geeignet sind.<sup>4-6</sup>

Natürliche oder durch Pflanzung unterstützte Verjüngung erhöht auch auf Störungsflächen die Resilienz der Wälder. Verbleibt Totholz auf diesen Flächen, kann ein Teil des Kohlenstoffs langfristig im Boden gespeichert und damit der Atmosphäre entzogen werden. Gleichzeitig entsteht durch die Verjüngung ein diverses Habitat für viele verschiedene Tier- und Pflanzenarten, und weiterer Kohlenstoff wird im Waldökosystem angereichert.<sup>7</sup> Je nach lokalen Bedingungen und Erfordernissen (Verjüngung eines wirtschaftlich orientierten Waldes unter voranschreitendem Klimawandel oder Fokus auf Erosionsschutz) können aber andere Maßnahmen geeignet sein, um diverse und resiliente Wälder zu fördern.

Gleichzeitig ist es wichtig, eine geeignete Mischung von Baumarten zu definieren, die – unter Beachtung der Unsicherheiten der Klimaprojektionen – dem Klimawandel trotzen bzw. das Risiko streuen. Nicht immer ist es ausreichend, nur auf natürliche Verjüngung zu setzen. Vielmehr muss die gewählte Mischung von Baumarten unter einem zukünftigen Klima, das insgesamt wärmer sein wird und in dem

extreme Wetterereignisse häufiger zu erwarten sind, resilient sein. Deshalb kann es auch zielführend und nötig sein, mittels gezielter Pflanzungen die Diversität und auch die Managementoptionen zu erhöhen. Dabei muss auf artspezifische Eigenschaften wie Dürretoleranz, Durchwurzelungstiefe, Anfälligkeit gegenüber *Pathogenen* und Insekten geachtet und zugleich die Invasivität neuer Baumarten beachtet werden.<sup>8</sup>

Auch wenn eine multifunktionale Nutzung vieler Wälder angestrebt wird, kann eine Zonierung unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten ein Lösungsansatz sein, um den vielfältigen Nutzungsansprüchen gerecht zu werden und gleichzeitig Biodiversität zu schützen. Zonen intensiver und extensiver Bewirtschaftung können sich räumlich an natürliche, unbewirtschaftete Wälder anschließen und damit einen besseren Prozess- und Biodiversitätsschutz ermöglichen.<sup>9</sup> Dennoch ist zu beachten, dass auch eine nachhaltige Waldwirtschaft sich global negativ auf die Biodiversität auswirken kann, denn Holzproduktion und -ernte beeinflussen die an Wälder gebundenen Arten. Selbst in Szenarien für nachhaltige Landnutzung und Holzernteintensität (*SSP1*) sind Biodiversitätsverluste, wenn auch in abgeschwächter Form, durch eine Ausweitung europäischer Wirt-

In europäischen Wäldern sind Windwurf, Feuer und Insektenbefall die dominanten Störungen. Sie werden durch vereinfachte Waldstrukturen und die Zusammensetzung der Baumarten im Rahmen der traditionellen Forstwirtschaft der vergangenen Jahrhunderte noch verstärkt.

# Globale Zukunftsprojektionen gehen von einer weiteren Zunahme des Land- und Holzbedarfs aus, was die Vereinbarkeit mit Biodiversitätsschutz schwieriger gestaltet.

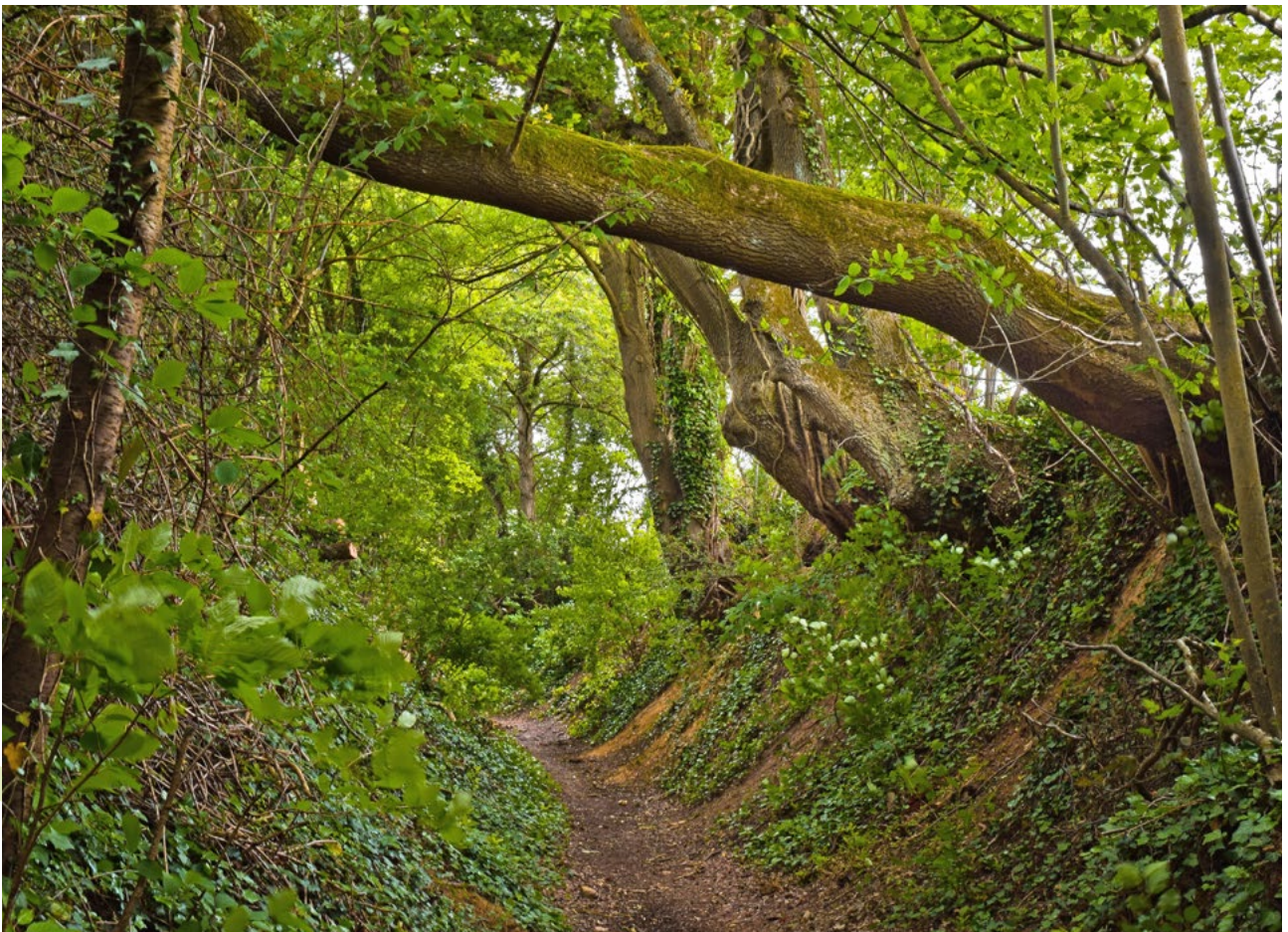
schaftswälder zu erwarten.<sup>10</sup> Andererseits kann eine nachhaltige Waldbewirtschaftung auch existierende Wirtschaftswälder und Plantagen artenreicher gestalten, indem vielfältige Lebensräume geschaffen werden.

Eine hohe Nachfrage nach Holzressourcen bei gleichzeitig hohem Schutz heimischer Wälder birgt das Risiko von ausgelagerter Holzentnahme in oft unzureichend geschützten Primärwäldern (z. B. in Sibirien<sup>11</sup> und in tropischen Trockenwäldern<sup>12</sup>), sodass diese dann von Kohlenstoffsinken zu Kohlenstoffquellen werden.<sup>13</sup> Die Forst-, Umwelt- und Handelspolitik muss deshalb die globale Vernetzung der Holzproduktion verstärkt berücksichtigen, insbesondere ist aber eine *Kohärenz* sektorübergreifender Maßnahmen gefordert, um Zielkonflikte mit anderen Ökosystemleistungen der Wirtschaftswälder besser abzuwägen.

## Hintergrund

Um den vielfältigen Nutzungsansprüchen gerecht zu werden und gleichzeitig geeignete Maßnahmen für eine nachhaltige Waldwirtschaft zu finden, muss eine Vielfalt an Faktoren berücksichtigt werden, die lokal und regional sehr unterschiedlich aussehen kann. Soziale Faktoren (Nutzungsgeschichte, Besitzverhältnisse), ökonomische Faktoren (Wertschöpfungsketten, Kosten für Waldbau), ökologische Faktoren (Klimawandel, Boden, Baumarten) sowie globale Faktoren (Holzhandel, Umweltpolitik) definieren die Rahmenbedingungen, Anforderungen und Möglichkeiten einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung.

Die Folgen zunehmender Klimaextreme sind regional unterschiedlich ausgeprägt. Die Wälder in Deutschland haben in den vergangenen Jahren stark unter Trockenheit und Hitzeperioden gelitten. Borkenkäfer wie der Buchdrucker (*Ips typographus*) können



© pixabay.com - 652234

sich in bereits geschwächten Bäumen besonders schnell vermehren und Bäume flächig abtöten. Das kann gefährlich für den gesamten Waldbestand werden. 2019 wurde mit 32 Mio. Kubikmetern fast dreimal so viel Holz aufgrund von Insektenschäden eingeschlagen wie 2018. Im Jahr 2017 waren es sogar nur sechs Mio. Kubikmeter. Mit 67 Prozent war der Anteil des Schadholzeinschlags am gesamten Holzeinschlag im Jahr 2019 mehr als dreimal so hoch wie im Jahr 2010 (19,7 Prozent).<sup>14</sup>

Globale Zukunftsprojektionen gehen von einer weiteren Zunahme des Land- und Holzbedarfs aus, was die Vereinbarkeit mit Biodiversitätsschutz schwieriger gestaltet. In Szenarien zur zukünftigen sozioökonomischen Entwicklung wurden erstmalig die benötigten Flächen für gepflanzte, intensiver bewirtschaftete

Wälder und mögliche weitere Verluste von naturnah bewirtschafteten Wäldern analysiert. Auch wenn diese globalen Simulationen mit hohen Unsicherheiten behaftet sind, so zeigen sie dennoch, dass selbst unter nachhaltigen Zukunftsszenarien zur sozioökonomischen Entwicklung 2050 global sieben Prozent mehr bewirtschaftete Waldfläche im Vergleich zum Jahr 2000 benötigt würden. Diese Änderungen hätten selbst im nachhaltigen Szenario Artenverluste zur Folge.<sup>10</sup> Eine höhere Holznachfrage könnte auch bedeuten, dass durch Entwaldung von unzureichend geschützten Primärwäldern in anderen Regionen Biodiversitätsverluste verursacht werden. Diese könnten je nach Kontinent ganz verschieden ausfallen. Eine Studie<sup>11</sup> berichtet zum Beispiel von großen Flächenverlusten in der Taiga durch die gestiegene Holznachfrage in China.

## Empfehlungen für die Politik

- 1.** Durch Pflanzungen unterstützte oder natürliche Verjüngung muss vor allem Baumarten fördern, die besser an den Klimawandel angepasst sind (Dürretoleranz, Durchwurzelungstiefe, Anfälligkeit gegenüber Pathogenen und Insekten) und damit Mischwälder bevorzugen.
- 2.** Der weltweite Schutz der Primärwälder ist für den Erhalt der Biodiversität und der Stabilisierung des Klimas essenziell. Durch eine räumliche Zonierung unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten können Wirtschaftswälder ebenfalls dazu beitragen und gleichzeitig vielfältige Ökosystemleistungen bereitstellen.
- 3.** Lösungsstrategien für Wirtschaftswälder müssen die Zielkonflikte, die aus vielfältigen Ansprüchen (Bioökonomie) und Erfordernissen (Biodiversitätsschutz und Klimaanpassung) resultieren sowie die Governance-Strukturen in einzelnen Ländern berücksichtigen.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

- 1.** Durch Störungen entstandene offene Flächen sowie dort belassenes Totholz bieten wichtige Lebensräume für viele Arten, die hier ihre Wachstumsnische während der natürlichen Verjüngung der Wälder finden. Zugleich muss abgewogen werden, wie in Nutzwäldern die bisherigen Waldstrukturen diversifiziert und resilienter gestaltet werden können, um eine Anpassung an den Klimawandel zu ermöglichen.
- 2.** Ein Ende der Abholzung von Primärwäldern, insbesondere in den Tropen, sollte höchste Priorität haben. Aktivitäten, die dieses Ziel konsequent unterstützen, sollten verstärkt werden. In Regionen mit vorwiegend Wirtschaftswäldern kann eine Bewirtschaftung aber ebenfalls positiv zum Erhalt vielfältiger Ökosystemleistungen beitragen (inklusive Rohstoffe für eine Kreislaufwirtschaft), wenn sie in eine nachhaltige Waldbewirtschaftung eingebettet ist.
- 3.** Lösungsstrategien für eine nachhaltige Waldwirtschaft müssen, auf allen Ebenen abgestimmt, auch den Handel und die damit verbundenen Risiken für ausgelagerte Naturverluste und Walddegradierung berücksichtigen. Nachhaltigkeitszertifizierungen können eine Möglichkeit sein, durch ein verändertes Konsumverhalten auch eine nachhaltige Nutzung der Wälder zu fördern. Diese Zertifizierungen müssen glaubwürdig sein und fortwährend evaluiert werden, um Missbrauch zu verhindern.



# 6

## Landwirtschaft umbauen

- 1** Die Landwirtschaft trägt wesentlich zum Verlust an Biodiversität bei und kann umgekehrt einen wesentlichen Beitrag zum Schutz und zur Förderung der Biodiversität leisten.
- 2** Diverse Anbauverfahren und neue Bewirtschaftungsformen nutzen Biodiversität als wichtigen und naturbasierten Produktionsfaktor und können gezielt den Erhalt biologischer Vielfalt fördern.
- 3** Die Produktivität kann flächenunabhängig gesteigert und damit von einer Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzfläche entkoppelt werden.
- 4** Finanzielle Anreizmechanismen und Beratung verbunden mit einer gesellschaftlichen Bewusstseinsbildung stimulieren biodiversitätsfördernde Landwirtschaft.

Landwirtinnen und Landwirte sind entscheidende Akteure für den Erhalt und die Entwicklung der Biodiversität.

Die Ausweitung der weltweiten Anbauflächen und die zunehmende Intensivierung der Landwirtschaft hat massive negative Auswirkungen auf die Biodiversität.<sup>1,2</sup> Die Landwirtschaft kann heute nicht nur als die größte Geoengineering-Maßnahme in der Geschichte der Menschheit bezeichnet werden, sondern sie gilt auch als Haupttreiber des Verlustes an biologischer Vielfalt. Der Trend zu intensiverer Produktion ging in vielen Ländern einher mit der Etablierung größerer Betriebs- und Schlaggrößen, der Ausweitung der Anbauflächen, weniger Anbaudiversität und dem Verlust an Biodiversität auf den genutzten Flächen wie auch in ihrer Umgebung.<sup>3,4</sup> Aktuelle Forschungsarbeiten belegen, dass der Anbau von Mischkulturen über einen längeren Zeitraum mit geringerem Input zu stabileren und durchschnittlich höheren Erträgen führt.<sup>5,6,7</sup> Eine höhere pflanzliche Diversität auf der Fläche steigert die Diversität anderer Organismen (z. B. Insekten, mikrobielles Leben).<sup>8,9</sup> Vielfältige Fruchtfolgen, der Anbau von Zwischenfrüchten, die Einbindung von

Eiweißpflanzen oder wiederentdeckte Kulturpflanzen verbessern nicht nur die Bodenfruchtbarkeit, sondern fördern auch die genetische Vielfalt von Arten und damit diversere Agrarlandschaften. Eine Vielfalt von Anbaumethoden geht in der Regel einher mit vielseitigeren und gegenüber Wetter- und Preisschwankungen *resilienteren* Betriebsformen. Gleichzeitig ergänzen neue Produktionsformen die traditionelle Landwirtschaft. So lässt sich z. B. Stärke durch chemo-enzymatische Synthese aus CO<sub>2</sub> und Wasserstoff in zellfreien Systemen erzeugen.<sup>11,12,13</sup>

Bisherige Berechnungen zur Agrarproduktion berücksichtigen nicht den ökonomischen Wert von Biodiversität, die ein entscheidender Produktionsfaktor ist (> [MustKnow10](#)). Der Verlust an Biodiversität gefährdet bereits heute das Ertragsniveau in der Landwirtschaft. Die gesellschaftlichen Kosten von Biodiversitätsverlusten durch die Landwirtschaft werden aktuell nicht oder nur ungenügend berücksichtigt. Gezielte finanzielle Anreizmechanismen, wie z. B. eine

Bisherige Berechnungen zur Agrarproduktion berücksichtigen nicht den ökonomischen Wert von Biodiversität, die ein entscheidender Produktionsfaktor ist.

# Die Landwirtschaft erbringt vielfältige Leistungen für Natur und Gesellschaft, die jedoch auch konkurrieren. Auftretende Zielkonflikte zu lösen, ist eine Herausforderung für Politik und die Gesellschaft.

ergebnisorientierte Honorierung für den Erhalt oder die Entwicklung von Biodiversität oder kooperative Finanzierungsmodelle, sind notwendige Bausteine für eine biodiversitätsfördernde Landwirtschaft.<sup>14</sup> Sowohl aufseiten der Produzierenden als auch der Konsumierenden sind Beratung und gezielte Information essenzielle Voraussetzungen, um den notwendigen gesellschaftlichen Wandel zu forcieren.<sup>15</sup>

*Intensive Landnutzung* sollte nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden, doch sind auch auf intensiv genutzten Flächen biodiversitätsfördernde Maßnahmen, wie eine weite Kulturfolge und reduzierte Bodenbearbeitung, einzubeziehen. Dies erhöht die funktionale Diversität und garantiert den Erhalt von Ökosystemleistungen. Agrarflächen von landwirtschaftlichen und öffentlichen Gütern, die mit einer klaren Zielstellung der Produktion definiert werden, wie die Sicherung von sauberem Grundwasser, fruchtbare Böden und Biodiversität, fördern langfristig Produktivität und Diversität. Biodiversität wird somit als ent-

scheidender Produktionsfaktor in einem systemischen Ansatz für eine vielfältigere und stabilere pflanzliche Produktion gezielt genutzt.

Klima- und Biodiversitätsschutz müssen generell für eine Transformation der Landwirtschaft gemeinsam und integrativ adressiert werden (> [MustKnow1](#)).<sup>16</sup> Ohne Klimaschutz sind Anstrengungen zur Erhaltung der Biodiversität langfristig nicht erfolgreich.<sup>17,18</sup>

## Hintergrund

Die Intensivierung der Landwirtschaft durch den Einsatz mineralischer Dünger, chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel und den Anbau ertragreicherer Sorten hat die landwirtschaftliche Produktion seit den 50er-Jahren des 20. Jahrhunderts enorm gesteigert. In den vergangenen 20 Jahren expandierten zudem die landwirtschaftlich genutzten Flächen global um neun Prozent im Vergleich zu 2003 – natürliche Vegetation und Waldbestände verschwanden.<sup>19,20</sup>

Die vorrangig an wirtschaftlichen Erfordernissen



Biodiversität wird ein entscheidender Produktionsfaktor für eine vielfältigere und stabilere pflanzliche Produktion.

Dominanz weniger Getreidearten:  
Anbau von Mais, Weizen und Reis auf

# 40%

der globalen Ernteflächen.

Agrarsubventionen:

# 540Mrd.

US-Dollar global derzeit.

Lebensbasis Pflanzen: Bis zu

# 39%

der pflanzlichen Vielfalt gelten als „vom Aussterben bedroht“.<sup>26,27</sup>

ausgerichtete landwirtschaftliche Produktion gefährdet Biodiversität und Ökosystemfunktionen (z. B. Bodenfruchtbarkeit und Kohlenstoffspeicherung) nicht nur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, sondern auch in den umliegenden Habitaten. Global gleichen sich Produktionsverfahren immer mehr an, Feld- sowie Betriebsgrößen steigen stetig<sup>21</sup>, und die Diversität der angebauten Kulturpflanzen nimmt ab. So bestimmen Mais, Weizen und Reis 40 Prozent des globalen Anbaus.<sup>22</sup> Damit einher geht ein erhöhtes Anbaurisiko, weil z. B. weniger Mikronährstoffe verfügbar sind oder vermehrt Krankheiten auftreten.<sup>23</sup>

Der Erhalt und die Verbesserung des Genpools von Flora und Fauna ist zudem für die Gesundheit des Menschen (*One Health*) von großer Bedeutung.<sup>24,25</sup>

Die Bereitstellung von genügend Nahrungsmitteln für eine ausgeglichene Ernährung einer wachsenden Bevölkerung bei pro Kopf abnehmender landwirtschaftlicher Nutzfläche stellt die Landwirtschaft vor große Herausforderungen. Diese können nur durch eine biodiversitätsfreundliche Bewirtschaftung und Nutzung von Biodiversität gelöst werden. Anreize für gesündere Ernährungsweisen, die gleichzeitig weniger Landressourcen beanspruchen, sind dafür ein essenzieller Baustein.

Die Landwirtschaft erbringt zudem vielfältige Leistungen für Natur und Gesellschaft, die jedoch auch konkurrieren. Auftretende Zielkonflikte zu lösen, ist eine Herausforderung für Politik und die Gesellschaft.

## Empfehlungen für die Politik

1. Die Nutzung von Biodiversität und vielfältigen Ökosystemleistungen als naturbasierte Ansätze für die landwirtschaftliche Produktion sind vermehrt gefordert und zu fördern. Vorhandene Subventionsmittel müssen gezielt für die Transformation der Landwirtschaft hin zu einer biodiversitätsfreundlichen Produktion eingesetzt werden.
2. Die Werte von Biodiversität in der Landwirtschaft sind sichtbar zu machen, verursacherbezogene Kosten in Rechnung zu stellen und eine Inwertsetzung von Biodiversitätsleistungen ist zu forcieren.
3. Die Landwirtschaft als wichtiger ökonomischer und gesellschaftlich relevanter Zukunftszweig und Startpunkt einer nachhaltigen Wertschöpfungskette bzw. eines Wertschöpfungsnetzes ist zu transformieren.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

1. Die Arbeit von Landwirtinnen und Landwirten als Bereitstellende und Bewahrende von Biodiversität ist wertzuschätzen.
2. Es bedarf der Entwicklung eines grundlegenden Verständnisses für die Folgen des eigenen Konsum- und Lebensverhaltens für Biodiversität und Klima.
3. Gesellschaftliche Bewusstseinsbildung trägt zu einem gesundheits- und umweltbewussteren Ernährungsverhalten bei und fördert somit eine nachhaltigere, biodiversitätsfreundliche Landwirtschaft.

# 7

## Land und Ressourcen schützen

- 1** Flächen- und ressourcenrelevante Entscheidungen können nur mittels Verfahren getroffen werden, die generell alle betroffenen Akteure in den Entscheidungsprozess einbeziehen. Der Versuch einer rein monetären Berechnung der Leistungen von natürlichen Ressourcen bzw. **Ökosystemleistungen**, inklusive Biodiversität, lässt die vielfältigen nichtmonetären Leistungen außer Acht.
- 2** Die Komplexität erschwert das Abwägen von Entscheidungen und das Setzen tatsächlich zielführender ökonomischer Anreize. Bisherige Strategien konnten den stetig fortschreitenden Verlust von Arten und Ressourcen nicht aufhalten. Global verändert die stark angestiegene Ressourcen(über)nutzung nahezu alle Ökosysteme grundlegend, mit schwer bzw. nicht absehbaren Folgen für biochemische Stoffkreisläufe und die gesamte Biosphäre.
- 3** Die EU hat ihr Ziel, den Nettoverlust von Biodiversität bis zum Jahr 2020 zu stoppen, nicht erreicht. Um die Ressourcen(über)nutzung global zu minimieren und weltweite Verflechtungen bzw. Auswirkungen nachhaltig zu gestalten, sind rechtlich verbindliche Nachhaltigkeitsstandards und -ziele notwendig. Das gilt beispielsweise für Zertifizierungen. Der Handlungsbedarf (in der EU und weltweit) wird immer dringender.
- 4** Biodiversitätsschutz darf nicht länger ein Ziel unter vielen sein. Der Schutz und die Verbesserung von Biodiversität muss bei Abwägungsentscheidungen künftig ein höheres (auch rechtliches) Gewicht bekommen: Eine saubere und gesunde Umwelt ist ein Menschenrecht.<sup>1</sup> Dieses grundlegende Recht muss mit internationalen, nationalen und auch kommunalen verbindlichen Zielen und klaren Verantwortlichkeiten unterstützt werden.

Um die Biodiversität zu erhalten, bedarf eines nachhaltigen Umgangs mit Ressourcen, insbesondere einer zukunftsfähigen Nutzung von Land- und Wasserressourcen durch die unmittelbar Nutzenden sowie einer klaren politischen und rechtlichen Rahmensetzung.

Die gravierenden Landnutzungs-, Wasser- und Biodiversitätskrisen sind nur in koordinierten, kooperativen und integrierten Verfahren lösbar. Ohne einen gesellschaftlichen Diskurs über gangbare Wege für mehr Ressourcenschutz und ohne eine deutliche politische Priorisierung dieses Themas bleiben die großen Krisen schwer fassbare „Probleme der Anderen“. Die Wasser- und Landwirtschaft sind hierbei Teil der Lösung. Sie sind zentrale Akteure (> [MustKnow6](#)). Es bedarf jedoch gravierender Anpassungsmaßnahmen wie z. B. einer völligen Umstellung der Subventionen in der europäischen Agrarpolitik.<sup>2</sup> Allerdings kann europäische und letztlich globale Politik nur umgesetzt werden, wenn regional und lokal Handelnde einbezogen werden. So können sich Pionierinnen und Pioniere des Wandels aus der Nische zum Main-

stream etablieren und künftige Entscheidungen für Biodiversität, nachhaltigere Wasser- und Landnutzungsformen (Land- und Forstwirtschaft) sowie mehr Klimaschutz prägen.

Damit koordinierte, kooperative und integrative Verfahren wirken, ist eine verbindliche Zuschreibung von gemeinsamer Verantwortung und entsprechenden Aufgaben erforderlich. Bekannte, realisierbare Alternativen zum „business as usual“ müssen ernsthaft als Lösungen abgewogen werden. Ein integrierter Diskussionsansatz, um Eingriffe in Biodiversität zu vermeiden, ist allein schon deshalb unabdingbar, weil erhebliche Finanzmittel notwendig sein werden, um beispielsweise Ökosysteme zu *renaturieren*, zu schützen oder Nutzungsausgleiche zu gestalten. Diese Investitionen können sich jedoch durchaus schnell

Stellschraube Agrarpolitik: Pestizideinsatz hat immense Auswirkungen auf die biologische Vielfalt. Auf längjährig ökologisch bewirtschafteten Äckern fanden Forschende eine deutlich höhere pflanzliche Biodiversität als auf konventionell bestellten Äckern.<sup>25</sup>

**53:3**

**77%**

der Landfläche (ohne die Antarktis) und 87 Prozent des Ozeans sind durch direkte Auswirkungen menschlicher Aktivität verändert worden (davon 50 Prozent sehr intensiv). Davon betroffen: 83 Prozent der Biomasse wild lebender Säugetiere und 50 Prozent der Biomasse von Pflanzen.<sup>23</sup>

Auch die Gewässerbiodiversität ist mit gravierenden Veränderungen konfrontiert, bedingt durch klimatische Änderungen oder (internationale) Nutzungsintensivierung. Mittlerweile sind beispielsweise mehr als

**80%**

der Lebewesen des Rheins invasive Arten (inklusive Kleinlebewesen wie Larven, Muscheln oder Schnecken).<sup>24</sup>

amortisieren, z. B. durch einhergehenden Nutzen für die Klimawandelanpassung oder die Minderung seiner Auswirkungen<sup>3</sup> (> [MustKnow1](#), 8).

Ressourcen(über)nutzung und deren Effekte – beispielsweise auf die Artenzusammensetzung innerhalb von *Biozönosen*, Biotopen oder Ökosystemen, auf deren Dynamik, Stabilität und Vernetzungen – zu stoppen, ist bislang nicht ausreichend gelungen. Sie geraten allerdings aufgrund ihres Ausmaßes und ihrer Geschwindigkeit deutlicher in den politischen und gesellschaftlichen Fokus. Erforderlich ist ein nachhaltigeres Gewässermanagement, um die beständig zunehmende Übernutzung, Verbauung, Verschmutzung und *Eutrophierung* natürlicher Gewässer zu beenden und mehr Aufmerksamkeit für blaue Infrastrukturen (Gewässer) zu erreichen.

Als ein Versuch, den Wert von Ökosystemen darzustellen, kann die TEEB-Studie gelten. Sie hat den Anstoß für weitere Projekte zur Erfassung und Inwertsetzung von Ökosystemleistungen gegeben.<sup>4</sup> In diesem Kontext wurde zugleich deutlich, dass die Bedeutung von Ökosystemen und Biodiversität für das menschliche Wohlergehen (*Human and Ecosystem Health*) schwer finanziell fassbar ist – viele Ökosystemleistungen sind nicht in Geldwerten auszudrücken. Folgeprojekte konkretisieren dieses Thema explizit für Planung und Raumentwicklung (z. B. ÖSKKIP-Projekt).<sup>5</sup> Aber selbst wenn der ökonomische Wert von Biodiversität und Res-

ourcen wie Böden und Gewässer nicht in Gänze erfasst werden kann, ist dies keine Entschuldigung, sich nicht vehement für deren Schutz, Gesundheit und nachhaltige Entwicklung einzusetzen (> [MustKnow3](#), 5, 9).

Ressourcenschädigende Wirtschaftsweisen sind „business as usual“ mit starken Beharrungskräften. Um die Ressourcen(über)nutzung zu minimieren, gilt es, Verantwortlichkeiten und gemeinsam definierte, verbindliche Ziele zu benennen und konsequent umzusetzen. Wichtig ist dafür ein verbindliches Monitoring, wie Ressourcen in Anspruch genommen werden.<sup>6</sup> Das Wirtschaftswachstum von der Ressourcennutzung zu entkoppeln ist im European Green Deal als Ziel enthalten. Die EU-Biodiversitätsstrategie 2030 nennt in ihrem Ziel Nr. 6 „Help stop the loss of global biodiversity“ vier Ansätze, um Effekte des Ressourcenverbrauches zu verringern.<sup>2</sup> Zentral sind veränderte europäische Produktions- und Konsummuster. Denn Schutzkonzepte (auf „exklusiven“ Flächen) können den Verlust biologischer Vielfalt allein nicht eindämmen. Zumal selbst in Naturschutzgebieten beispielsweise Insekten stark mit Pestiziden belastet sind.<sup>7</sup> Schutzzonen müssen neu konzipiert werden; sie müssen von großräumigen Pufferzonen umgeben sein, die ökologisch und ohne den Einsatz synthetischer Pestizide bewirtschaftet werden. Insgesamt muss der immens hohe Pestizideinsatz reduziert werden. Weltweit wird der Schutz-

Ein integrierter Diskussionsansatz, um Eingriffe in Biodiversität zu vermeiden, ist allein schon deshalb unabdingbar, weil erhebliche Finanzmittel notwendig sein werden, um beispielsweise Ökosysteme zu renaturieren, zu schützen oder Nutzungsausgleiche zu gestalten.



Schutzzonen müssen neu konzipiert werden. Sie müssen beispielsweise von großräumigen Pufferzonen umgeben sein, die ökologisch und ohne den Einsatz synthetischer Pestizide bewirtschaftet werden.

status allerdings sehr unterschiedlich definiert, interpretiert und umgesetzt, Zonierungskonzepte schließen nicht unbedingt alle notwendigen Ökosysteme ein. (>MustKnow3) Oft stehen nicht genügend Ressourcen (finanziell, logistisch und personell) zur Verfügung, um Schutzgebiete effektiv und nachhaltig zu betreuen und die Bevölkerung vor Ort zu integrieren.<sup>8</sup>

Biodiversitätsschutz muss integraler Bestandteil der Verantwortlichkeiten und des Handelns auf allen Ebenen sein. Die sozialökologische Transformation erfordert, dass sich der Staat für den Erhalt, den Schutz und die Entwicklung der Ressourcen Boden, Wasser, Luft und Biodiversität starkmacht. Gesetze, Planungsgrundlagen und -instrumente müssen erweitert werden, um den Schutz und die Entwicklung funktionierender Ökosysteme prioritär zu fördern, auf allen Planungsebenen. Bestehende Ausgleichsinstrumente sind dahingehend anzupassen. Stärkstes Instrument des Flächennaturschutzes ist die *Eingriffs-Ausgleichs-Regelung*, die dem Verschlechterungsverbot folgt.<sup>9</sup> Dieses Verbot sollte um ein Verbesserungsgebot (*Net Gain*) ergänzt werden<sup>10,11</sup>, um bei Eingriffen in Natur und Landschaft im Rahmen der Kompensation am Ende ein Plus bzw. ein Mehr an Biodiversität und Ökosystemleistungen zu erreichen – und nicht nur einen Nettoverlust zu verhindern. Die europäische Bodenstrategie beinhaltet das Ziel des Netto-Null-Flächenverbrauchs bis 2050.<sup>12</sup> Dieses ambitionierte Ziel

wird jedoch in den Mitgliedstaaten nicht koordiniert bzw. fachlich übergreifend angegangen. Vielmehr erscheint es wegen fortschreitender fortschreitender Neuinanspruchnahme von Flächen, Bodenversiegelung und -degradierung unrealistisch. Die EU-Mitgliedstaaten haben sich verpflichtet, 30 Prozent der Fläche von Nord- und Ostsee für die marine Flora und Fauna zu schützen. In Deutschland treten die Managementpläne für die Schutzgebiete in der deutschen Ostsee im Februar 2022 in Kraft und sind zügig umzusetzen.<sup>13</sup>

### Hintergrund

Es ist letztendlich unklar, welchen Ressourcenverbrauch sich die Menschheit noch „leisten“ kann, wenn die Biosphäre stabil bleiben soll. Die Faktoren, von denen eine Bewertung abhängt, sind äußerst vielfältig. Mit wachsender Weltbevölkerung, sich änderndem Pro-Kopf-Konsum, aufholender Technisierung und Industrialisierung, politischer Instabilität in vielen Schlüssel-ländern der Biodiversität und den vielfältigen, nicht überschaubaren Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme, Landnutzungsformen und Gesellschaften verselbstständigen sich Effekte, für deren Steuerung gesellschaftlicher, politischer oder ökonomischer Konsens gesucht werden muss.<sup>14</sup> Ein „Weiter so“ ist jedoch keinesfalls möglich.<sup>15,16</sup>

Der Klimawandel, der Biodiversitätsverlust und die Krise der Wasser- und Landnutzung sind zusammen-

hängende Phänomene, deren prognostizierte Entwicklung weitere Krisen beschleunigt (u. a. Migration, Armut, globale Ungerechtigkeit, fehlender Zugang zu Grundnahrungsmitteln).<sup>17,18</sup> Der Klimawandel und der Verlust der biologischen Vielfalt verstärken sich gegenseitig; eine Bearbeitung des einen Problems erfordert die Berücksichtigung des anderen.<sup>19</sup> So werden Biodiversitäts-Hotspots in ihren zentralen Funktionen für das globale Klima durch die regionalen und lokalen Folgen des Klimawandels zunehmend bedroht (> MustKnow1).

Die Renaturierung kohlenstoff- und artenreicher Süßwasser-, Land- und Meeresökosysteme trägt dazu bei, den Klimawandel einzudämmen, Wasserrückhaltung zu erhöhen, die biologische Vielfalt zu schützen und die Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen.<sup>20,21</sup> Aufgrund der Komplexität von Ökosystemen sind Szenarien zu ihrer Entwicklung noch nicht so weit vorangeschritten wie Szenarien zum Klimawandel. Maßnahmen zum Klimaschutz können daher noch nicht vollständig mit Blick auf ihre Wirkung auf Biodiversitäts-

szenarien bewertet werden. Um die Wirksamkeit von Maßnahmen zum Schutz von Biodiversität zu erhöhen, arbeitet die Wissenschaft daran, die Biodiversitätsszenarien zu verbessern.

Für politisches Engagement ist es zentral, gesellschaftliche Verständigungsprozesse anzustoßen, die auf wissenschaftlichen Erkenntnissen basieren, postfaktische Scheindiskussionen überwinden und Lösungswege verständlich aufzuzeigen. Hierfür müssen gemeinsam globale Ziele definiert und national, regional und lokal angegangen bzw. operationalisiert werden. Der Weltbiodiversitätsrat (IPBES) hat dafür eine Blaupause vorgelegt, in der Fortschritte bezüglich des Ressourcenverbrauchs methodisch sauber erfasst und global bilanziert werden können. Dafür sind verbindliche und akzeptierte Datengrundlagen notwendig. Diese Strategie kann die starken Beharrungskräfte überwinden und den globalen und effektiven Schutz von Biodiversität sowie einen grundsätzlichen Wandel in der Land- und Wassernutzung befördern.



## Empfehlungen für die Politik

1. Da alle menschlichen Aktivitäten Böden, Gewässer und Ökosysteme berühren, ist der Ressourcenschutz als ressortübergreifendes Ziel und als Verantwortung zu sehen. Er ist als globale Aufgabe in allen politischen und planerischen Entscheidungsprozessen prioritär zu berücksichtigen und darf durch Einzelinteressen nicht ausgehebelt werden.
2. Die Förderung innovativer gesellschaftlicher Kräfte (*Change Agents*, Multiplikatorinnen und Multiplikatoren sowie kreativer wissenschaftsbasierter Vorhaben) ist zentraler Baustein einer Transformation zu einer ressourcenschonenden Gesellschaft und Ökonomie, die natürliche Ressourcen als endlich und kostbar begreift, sie konsequent schützt und den Dialog hierüber konstruktiv unterstützt.
3. Die Umsetzung des geplanten *Aktionsprogramms „Natürlicher Klimaschutz“* ist wichtig, weil es Synergien zwischen Natur- und Klimaschutz schaffen und die Resilienz der Ökosysteme stärken soll. Konzepte wie die Kreislaufwirtschaft sind möglichst niedrigschwellig, mit angemessener Mittelausstattung und im Dialog mit der gesamten Gesellschaft zu realisieren.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

1. Ressourcenschutz muss als zentrales gesellschaftliches Anliegen tiefer im Bewusstsein verankert und wirksamer vorangetrieben werden. Es bedarf eines tiefgreifenden, transformativen Wandels im Umgang mit Biodiversität und natürlichen Ressourcen.
2. Kritische Reflexion und Änderungen des eigenen Konsumverhaltens, der Ernährungsgewohnheiten und eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen sind eigene Beiträge, um die Biodiversität zu schützen und den Klimawandel zu begrenzen. Dafür bedarf es einer klaren politischen Rückendeckung (s. o.).
3. Mut und Innovationswille sind gefragt und müssen politisch explizit unterstützt werden. Die Vision eines guten Lebens, das die Verantwortung gegenüber der Natur als zentral ansieht und das Gemeinwohl sowie die Gesundheit fördert, ist realisierbar: für eine Wohlstands- und Konsumwende.<sup>22</sup>

# 8 Transnationale Infrastrukturen und Bildung für Nachhaltigkeit ausbauen

1

Ein umfassender Biodiversitätsschutz erfordert, über traditionelle, staatsbasierte Betrachtungen hinauszugehen. Ausgelagerte Biodiversitätsverluste müssen entlang der Produktionskette verfolgt und in der Ökobilanz der Produkte berücksichtigt werden.

2

Die EU-Biodiversitätsstrategie 2030 kann nur erfolgreich sein, wenn andere Politikbereiche den Naturschutz einbeziehen, z. B. durch nachhaltige Landwirtschaft, Verringerung umweltschädlicher Subventionen und eine Integration in die Klima-, Gesundheits- oder Außenpolitik.

3

Standardisiertes Biodiversitätsmonitoring und offener Datenaustausch (> [MustKnow9](#)) sind unabdingbar, um länderübergreifende und globale Strategien zu entwickeln. Standardisierte Systeme zur Überwachung der biologischen Vielfalt, die etablierte Beobachtungsmethoden mit modernen, automatischen Methoden wie *eDNA*, automatische Bilderkennung oder Fernerkundung verbinden, ermöglichen, globale Trends zeitnah zu erfassen und zu analysieren. Sie schaffen die Basis dafür, wirksame Maßnahmen zum Schutz und zur Wiederherstellung der biologischen Vielfalt zu ergreifen.

4

Mehr als 70 Prozent aller Biodiversitätsdaten werden von Menschen erfasst, die außerhalb der akademischen Wissenschaft aktiv sind. *Citizen Science* kann einerseits umfangreiche, großskalige Datensätze in Raum und Zeit erheben und staatliches Biodiversitätsmonitoring ergänzen. Citizen Science kann andererseits auch zu einem erhöhten Bewusstsein über den Wert der Biodiversität in der Bevölkerung beitragen.

5

Ausgehend von existierenden nationalen und internationalen Strukturen müssen transregionale Systeme des Biodiversitätsmonitorings und globale Netzwerke ausgebaut werden. Die Erhebung von Biodiversitätsdaten auf globaler Ebene erlaubt es, die Veränderung der Biodiversität und ihrer Treiber zu erfassen. Zugleich müssen regionale und lokale Citizen-Science-Netzwerke und nationale Fachgesellschaften gestärkt werden, um mehr Menschen in Taxonomie auszubilden und zu fördern, um gemeinsam Monitorings durchführen zu können.

Biodiversität und Ökosysteme kennen keine politischen Grenzen: Biodiversitätsforschung und -monitoring, konkrete Massnahmen zum Schutz der biologischen Vielfalt sowie die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Akteurinnen und Akteuren erfordern eine Zusammenarbeit, die weit über die Landesgrenzen hinausreicht.

Sozioökonomische und ökologische Interaktionen zwischen weit voneinander entfernten gekoppelten menschlichen und natürlichen Systemen haben im Zeitalter der Globalisierung an Umfang und Intensität zugenommen (> [MustKnow1](#)). Der integrierte Rahmen

der *Telekopplung*<sup>1</sup> untersucht die Ströme von Informationen, Energie, Materie, Menschen, Organismen und anderen Dingen wie Finanzkapital, Waren und Produkten rund um den Globus. Er zeigt Ursachen und Auswirkungen auf, die sich aus dem Engagement ver-



Mehr als **1.600** Dämme und Wehre wurden in den USA entfernt, in Europa fast

**5.000**

Trotzdem sind viele frei fließende Flüsse weiterhin von Staudammprojekten bedroht.

Citizen-Science Programme in sieben Staaten der USA liefern mehr als

**50%**

der Beobachtungen für gängige Wasserqualitätsmessungen (Sichttiefe des Wassers, Nährstoffe und Algenbiomasse). Sie tragen zum Großteil der Langzeitüberwachung (mehr als 15 Jahre) für ausgewählte Messungen in Seen bei.

Das Natura-2000-Netz ist das weltweit größte Netzwerk von Naturschutzgebieten und umfasst derzeit (Ende 2020)

**18,5%**

der Landfläche und 8,9 Prozent der Meeresfläche der Europäischen Union.<sup>21</sup>

schiedener Akteurinnen und Akteure im globalen Raum ergeben. Dieser Ansatz ermöglicht auch, ausgelagerte Biodiversitätsverluste zu erkennen. Handelsabkommen müssen explizit die negativen Auswirkungen auf Umwelt und Menschen berücksichtigen und Nachhaltigkeitsverpflichtungen enthalten.<sup>2</sup>

Natura-2000 ist das größte, koordinierte Netzwerk von Schutzgebieten der Welt. Es schließt Binnengewässer, marine und terrestrische Systeme ein und zeigt auf, wie Natur- und Artenschutz auf internationaler Ebene, beispielsweise in der EU-Biodiversitätsstrategie 2030, umgesetzt werden können. Die auf wissenschaftlicher Evidenz beruhende Priorisierung von Schutzgebieten führt zu größerer *Kohärenz*. Standardisierte Evaluierungen erlauben einen Vergleich zwischen den Ländern sowie ein Aggregieren der Daten.<sup>3</sup> Dennoch reicht dieses Netzwerk nicht aus, um den Verlust der Artenvielfalt zu stoppen.<sup>4</sup> Zudem gleicht es nicht die Auswirkungen des Klimawandels, den Einfluss von Landnutzungsänderung und Übernutzung sowie die Einwanderung von *invasiven Arten* aus. In der EU-Biodiversitätsstrategie 2030 muss die Koordination zwischen den Staaten verstärkt werden, z. B. durch eine Harmonisierung der Protokolle zur Erfassung der Biodiversität und der Basisdaten.<sup>5</sup> Zudem sind einfach zugängliche Infrastrukturen nötig, um EU-weit die erhobenen Daten verfügbar und vergleichbar zu machen.<sup>6</sup> Die Erhebung von Daten auf Nutzflächen sowie eine quantitative Erfassung von direkten Treibern von Biodiversitätsveränderungen vor Ort muss gewährleistet sein. Der Erhalt der Biodiversität muss in

anderen Politikbereichen und Sektoren berücksichtigt und die Finanzierung vor allem im Biodiversitätsmanagement erhöht werden.<sup>4</sup>

Die Umsetzung von globalen Zielen auf nationaler Ebene muss nachvollziehbar und überprüfbar sein. Dies sollte durch koordinierte nationale und globale Biodiversitätsmonitoringsysteme geschehen, kombiniert mit evidenzbasierten Indikatoren.<sup>7,8</sup> Die Erfassung von Daten ist allerdings auf bestimmte, leicht zu erfassende *Taxa* beschränkt.<sup>9,10</sup> Ein systematisches Monitoring über Ländergrenzen hinweg sollte eine Erfassung der unsichtbaren Vielfalt (> *MustKnow3*) einschließen. Sie spielt eine wichtige Rolle für den Erhalt von Ökosystemen, *Ökosystemfunktionen* sowie von *Ökosystemleistungen*.

Ein Biodiversitätsmonitoring muss die Überwachung von Integrität und Funktion von Ökosystemen einschließen sowie Informationen über die Treiber von Biodiversitätsveränderungen liefern. Das Erfassen der Treiber am Ort des Monitorings erlaubt es, die Faktoren zu erkennen und zuzuweisen, die auf die Biodiversität einwirken, Fortschritte zu verfolgen und Maßnahmen zu priorisieren.

Für Citizen Science sind drei Themen im Bezug zur Biodiversität besonders wichtig: 1. Beprobung der biologischen Vielfalt auf großer räumlicher und zeitlicher Skala, 2. Förderung des Verständnisses der biologischen Vielfalt in Ländern des Globalen Südens und abgelegenen Gebieten und 3. Beprobung unterrepräsentierter und häufig auch unscheinbarer *Taxa*.<sup>11</sup> Citizen Science liefert robuste, qualitativ hochwertige

Handelsabkommen müssen explizit die negativen Auswirkungen auf Umwelt und Menschen berücksichtigen und Nachhaltigkeitsverpflichtungen enthalten.



## Citizen Science leistet einen wertvollen Beitrag zur Wissenschaft und integriert lokales Wissen.

Daten, die die Entscheidungsfindung unterstützen können<sup>12</sup>, sie kann Lücken im Biodiversitätsmonitoring schließen<sup>13</sup> und unterstützt das Sammeln von Daten über lange Zeiträume hinweg.<sup>14</sup> Das Einbeziehen der Öffentlichkeit in die Forschung erlaubt, lokales Wissen mit aufzunehmen und auf die Bedürfnisse der Bevölkerung einzugehen.<sup>15</sup>

Zugleich müssen transregionale Systeme des Biodiversitätsmonitorings und globale Netzwerke ausgebaut werden. LTER (*Long-Term Ecosystem Research*) Monitoring Sites bringen unterschiedliche Forschergruppen zusammen und ermöglichen es Wissenschaftlern, aktuelle Entwicklungen in der Biodiversität zeitnah zu erfassen und zu bewerten. Die ausgewählten Standortprofile sollen die globale Entwicklung repräsentativ abbilden. Im Themenbereich Süßwasser erfüllt beispielsweise GLEON (*Global Lake Ecological Observatory Network*) diese Rolle und untersucht die Auswirkungen des globalen Wandels auf Seen. Obwohl diese Netzwerke den Anspruch haben, die globale Entwicklung abzubilden, sind sie geografisch nicht repräsentativ und nicht systematisch über Erdteile und Ökosysteme verteilt. Die Netzwerke müssen daher ausgebaut und gestärkt werden.

Biodiversitätsmonitoring muss auf unterschiedlichen regionalen Ebenen organisiert und vernetzt werden. Um ein systematisches, globales Biodiversitätsmonitoring zu ermöglichen, müssen nationale Netzwerke und Biodiversitätsmonitorings stärker untereinander vernetzt und an regionale und globale Netzwerke (z. B. *Global Biodiversity Observation Network* (GEO BON) oder EuropaBON) angeschlos-

sen werden. Die harmonische Zusammenarbeit der Systeme (Interoperabilität), die Daten- und Protokollharmonisierung und die Kommunikation zwischen den Netzwerken muss durch regelmässigen Austausch verbessert werden. Nationale Infrastrukturen unterstützen die Erfassung der Daten, regionale und globale Informationssysteme sollten nicht nur als Datenportale fungieren. Vielmehr sollten sie Datenbanken integrieren, die die Möglichkeit zur Auswertung und expliziten Darstellung der Daten bieten. (> [MustKnow9](#))

Internationale Schutzgebiete und Wildtierkorridore müssen gefördert werden. Die grünen und blauen Bänder oder auch die Idee dunkler Infrastrukturen, die Korridore vor künstlichen Lichtbarrieren schützen sollen<sup>16</sup> (> [MustKnow3](#)) – bedürfen dringend der transnationalen Zusammenarbeit, um die Verknüpfung (Konnektivität) von geschützten Landschaften, Wildtierkorridoren und Wasserwegen zu gewährleisten. In stark urbanisierten Gebieten ist die Umsetzung geschützter Infrastrukturen wichtig, um die Lebensbedingungen zu verbessern und den negativen Auswirkungen des Klimawandels entgegenzuwirken<sup>17</sup> (> [MustKnow1](#)).

Best-Practice-Beispiele sind zum Beispiel bei der Planung und Umsetzung von Infrastrukturprojekten (z. B. Wasserkraftanlagen, Renaturierungsmaßnahmen) wertvoll. Die Bewertung der Funktionsfähigkeit solcher Infrastrukturen bedarf dringend einer länderübergreifenden Zusammenarbeit und Regelungen, da, neben vielen anderen Gründen, die zunehmende Vernetzung der Fließgewässer ihre Wasserspeicherkapazität erhöht.<sup>18</sup>

Süßwasserökosysteme sollten auf der Ebene des Einzugsgebiets bewirtschaftet und abgegrenzt werden, die nicht durch nationale Grenzen festgelegt sind, sondern durch ihre Entwässerungsnetze, Einzugsgebiete und angrenzenden Systeme.<sup>19</sup> Konnektivitäten in Ökosystemen – vertikal, lateral und longitudinal – können oft nur durch internationale Zusammenarbeit erreicht werden und bilden die Basis für einen umfassenden Biodiversitätsschutz, denn die Grundlage unserer Ökosysteme läuft oft im Verborgenen ab (> [MustKnow3](#)).

## Hintergrund

Die wesentlichen Biodiversitätsparameter (*Essential Biodiversity Variables*, EBVs)<sup>20</sup> bieten ein standardisiertes Rahmenwerk, um Biodiversitätsdaten auf verschiedenen Ebenen der (biologischen) Organisation – von den Genen über Populationen bis hin zu Ökosystemen – zu erfassen. EBVs bilden die Grundlage für Indikatoren, die auf nationaler und internationaler Ebene genutzt werden können, um Veränderungen der Biodiversität zu registrieren und zu vergleichen.<sup>8</sup>

Existierende nationale Infrastrukturen sind beispielsweise die National Research Data Infrastructure for Biodiversity oder das Distributed System of Scientific Collections (DiSSCo). Zu den regionalen und

globalen Informationssystemen zählen das Biodiversity Information System for Europe (BISE) und die Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

Es fehlen internationale Organisationen für das Monitoring von Arten, für Frühwarnsysteme (> [MustKnow3](#)) und für die Beteiligung von Bürgerwissenschaftlerinnen und Bürgerwissenschaftlern bei der Beobachtung nicht nur von Arten, sondern auch von Treibern des globalen Wandels. Das UN-Büro für Weltraumfragen (UNOOSA) wie auch das UN-Umweltprogramm zum Schutz für wandernde Wildtierarten rufen zur internationalen Zusammenarbeit auf, um die negativen Auswirkungen durch künstliche Beleuchtung zu reduzieren. Nicht nur die nächtliche Beleuchtung, sondern auch Kommunikationssatelliten in der erdnahen Umlaufbahn werden immer heller, größer und zahlreicher. Die Stimmen nach länderübergreifenden Regelungen, um die negativen Auswirkungen auf die Sicht des Nachthimmels, die Orientierung von Organismen, nächtliche Lebensräume und die menschliche Gesundheit zu stoppen, werden lauter. Unterschiedliche Disziplinen haben dafür bereits Vorschläge unterbreitet. Globale Richtlinien wären essentiell für den Erhalt der Arten, für den Schutz von Wanderrouten und auch für den Schutz des Klimas (> [MustKnow1](#)).



## Empfehlungen für die Politik

1. Ein überregionales, globales und systematisch *stratifiziertes* Biodiversitätsmonitoring (einschließlich der Treiber) muss etabliert und langfristig gesichert werden. Der Wissenstransfer in unterrepräsentierte Gebiete weltweit muss stattfinden, um die massiven räumlichen Lücken im globalen Monitoring zu schließen.
2. Ein flächendeckendes Frühwarnsystem der biologischen Vielfalt (z. B. über eDNA, Quasi-Echtzeiterfassung) muss etabliert werden. Bestehende Monitoring-Netzwerke müssen ausgebaut, gestärkt und langfristig gesichert werden.
3. Die zwischenstaatliche Koordination und Zusammenarbeit muss verstärkt werden und die Auswirkungen, die über Landesgrenzen hinausgehen (Telekopplung) müssen in Schutzstrategien berücksichtigt werden.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

1. Citizen Science leistet einen wertvollen Beitrag zur Wissenschaft und integriert lokales Wissen. Bürgerwissenschaftlerinnen und Bürgerwissenschaftler mit profunden Artenkenntnissen sind unerlässlich für das Monitoring von Arten und den Treibern des globalen Wandels.
2. Entscheidungen im eigenen Land haben immer Auswirkungen auf andere Länder – diese müssen bei Entscheidungen (z. B. in der Umweltpolitik) miteinbezogen werden.
3. Die globalen Treiber für Biodiversitätsverluste sind nicht national beschränkt, daher sind auch transnationale Maßnahmen erforderlich, um dem Artenverlust entgegenzuwirken.

# 9 Zugang und offene Nutzung von Forschungsdaten sichern

- 1** Offen geteilte und frei zugängliche wissenschaftliche Daten über die Verbreitung, Zusammensetzung und den Zustand der biologischen Vielfalt sind eine wesentliche Voraussetzung für die Bewältigung der Biodiversitätskrise.
- 2** Internationale Datenstandards in Verbindung mit den Grundsätzen einer offenen Wissenschaft (*Open Science*) ermöglichen eine effiziente, nachhaltige Nutzung und Integration von Daten und Informationen zur biologischen Vielfalt auf lokaler, regionaler und globaler Ebene.
- 3** Moderne Technologien versetzen Forschende erstmals in die Lage, neu entdeckte Organismen oder Veränderungen bei bekannten Organismen (z. B. Varianten bei Krankheitserregern) zielgerichtet mit *genetischen Sequenzen* zu verknüpfen, sodass diese eher identifiziert, schneller charakterisiert und gründlicher analysiert werden können. Diese Verknüpfung und Integration von biologischen und genetischen Erkenntnissen erfordern die freie Verfügbarkeit und den Zugang zu *digitalen Sequenzdaten*.
- 4** Breit angelegte und gemeinsame internationale Anstrengungen sind erforderlich, um alle vorhandenen Daten über die biologische Vielfalt digital und offen zugänglich zu machen und einschlägige Informationsinfrastrukturen auf internationaler Ebene auszubauen und zu erhalten. Gegenwärtig sind wesentliche Teile des vorhandenen Wissens und der Daten über die biologische Vielfalt noch nicht digitalisiert oder nur eingeschränkt zugänglich. Auch politische, administrative und technische Beschränkungen schränken die Nutzung vorhandener Daten ein. Das behindert Wissenschaft und Entwicklung.
- 5** Digitale Technologien ermöglichen eine aktive Beteiligung an der Entdeckung, der Beobachtung und dem Monitoring der biologischen Vielfalt durch die Gesellschaft als Ganzes (*Citizen Science*). Digitalisierung und Öffentlichkeitsarbeit verankern Wissenschaft und Forschung in unserer Gesellschaft und fördern das Verständnis für die biologische Vielfalt.

Biodiversität und Ökosysteme kennen keine politischen Grenzen – ein globaler, offener Austausch von Primärdaten und wissenschaftlichen Informationen über das Leben auf der Erde ist unerlässlich, um die Krise der biologischen Vielfalt erfolgreich zu bewältigen und die Zukunft nachhaltig zu gestalten.

Biodiversität und Ökosysteme halten sich nicht an politische Grenzen, stattdessen werden das aktuelle Vorkommen und die Dynamik aller Organismen durch klimatische, geografische und andere natürliche Faktoren und *Gradienten* bestimmt. Diese decken sich nur selten mit aktuellen politischen Einheiten, Ausnahmen sind vielleicht einige große Inseln (Australien, Kuba, Madagaskar) (> [MustKnow8](#)). Die Verfügbarkeit

und der Zugang zu zuverlässigen Daten und Informationen über den Zustand der Biodiversität sind gerade angesichts des anhaltenden Rückgangs von Arten und Lebensräumen weltweit und der zunehmenden Bedrohung der Ökosystemfunktionen für den Fortschritt der Wissenschaft und für unsere Fähigkeit, erfolgreich auf die großen Umweltherausforderungen zu reagieren, zentral.

Die GenBank-Version vom Februar 2022, als einer der drei großen Genomsequenzdaten-Repositorien unter dem Dach der INSDC, umfasst

**1.173.984.081.721**

Gensequenzen<sup>24</sup>, die weltweit frei zugänglich sind und genutzt werden.

GBIF bietet aktuell offenen Zugriff auf **1.927.599.238** Datensätze zu Funden und Vorkommen aller Organismengruppen auf der Erde. Sie stammen aus Datenbanken von **1.789** Institutionen und Einrichtungen aus allen Regionen und können kostenfrei genutzt werden.<sup>23</sup>

**39**

Staaten finanzieren diese seit 2001 bestehende, weltweit einmalige, global offene und verteilte Dateninfrastruktur gemeinsam..

TRY – eine Datenbank für Pflanzenmerkmale, deren Daten unter dem Dach von Future Earth seit 2019 offen zugänglich sind – bietet aktuell über

**11 Mio.**

Messzahlen von 2.100 unterschiedlichen Merkmalen von 160.000 Pflanzenarten weltweit.<sup>25</sup> Sie ermöglicht, globale Vegetationsmodelle entscheidend zu verbessern und trägt zur Erdsystemforschung bei.

Führende internationale Bemühungen, Strukturen und Mechanismen für den offenen Zugang zu großen Mengen biologischer Daten sowohl über zentrale (*International Nucleotide Sequence Database Collaboration*, INSDC)<sup>1</sup> als auch dezentrale (GBIF)<sup>2</sup> Datenspeicher zu schaffen, beflügeln Wissenschaft und Entwicklung.<sup>1-4</sup> Wichtige Fortschritte bei der Entdeckung und Charakterisierung der biologischen Vielfalt<sup>5,6</sup> sowie beim Monitoring von Biodiversitätsveränderungen (besonders für den Naturschutz)<sup>7-9</sup> wurden durch diese globalen und offenen Dateninfrastrukturen erst ermöglicht. Weitere Durchbrüche sind zu erwarten, wenn unterschiedliche Datenbereiche integriert werden, z. B. *In-situ-Daten* aus den umfangreichen biologischen Sammlungen mit Fernerkundungsdaten sowie die Kombination vollständiger *Genom-* und großer *Metagenomik-Datensätze*. (> [MustKnow8](#)) Die digitale Informationswissenschaft ist inzwischen so weit ausgereift, dass sie zunehmend die notwendigen Konzepte und oft schon die Werkzeuge

für eine ganzheitliche Betrachtung einzelner Ökosysteme und letztlich des gesamten Erdsystems bereitstellt. Dabei erfordern vor allem die erheblich verbesserten Modellierungsfähigkeiten immer größere, standardisierte und maschinenlesbar verfügbare Datenquellen zu möglichst vielen Lebensformen auf der Erde. Die Erkenntnisse der Grundlagenwissenschaft werden die Land- und Forstwirtschaft, die Fischerei, die Biotechnologie und die Biomedizin voranbringen, die alle auf neue, genaue, zeitnahe und offen zugängliche Daten zu lebenden Organismen angewiesen sind.

Während die sich rasch entwickelnden Technologien und Werkzeuge für die digitale Datenerfassung und -analyse den Fortschritt in den biologischen und medizinischen Wissenschaften sowie die Entstehung einer offeneren und partizipativen Wissenschaft vorantreiben, sind viele relevante Biodiversitätsdaten noch immer nicht digital verfügbar. Vielmehr sind die vorhandenen Datenquellen und das Wissen weit ver-

So wie die offene und schnelle Verfügbarkeit von zuverlässigen Wetter- und Klimadaten für die Bewältigung des Klimawandels unerlässlich ist, sind vollständig offene und international gemeinsam verwaltete und genutzte Daten und Informationen zur biologischen Vielfalt unverzichtbar, um die Biodiversität – unsere Lebensgrundlage – zu erhalten und nachhaltig zu nutzen.

Die Erkenntnisse der Grundlagenwissenschaft werden die Land- und Forstwirtschaft, die Fischerei, die Biotechnologie und die Biomedizin voranbringen, die alle auf neue, genaue, zeitnahe und offen zugängliche Daten zu lebenden Organismen angewiesen sind.

streut, oft nicht miteinander vernetzt und/oder nicht offen zugänglich (die „dunkle Materie“ des Biodiversitätswissens).<sup>5,9</sup>

Darüber hinaus stellen die zunehmenden Tendenzen zur Einschränkung des offenen Zugangs oder zur „Nationalisierung“ von Daten und Wissen über die biologische Vielfalt, z. B. im Rahmen der Übereinkunft zur biologischen Vielfalt (CBD), eine ernsthafte Herausforderung für den wissenschaftlichen Fortschritt und die Entwicklung wirksamer Pläne und Maßnahmen zur Bewältigung der Biodiversitäts- und Umweltkrisen dar.<sup>10,11</sup> Ein protektionistischer Umgang mit Daten ist kontraproduktiv für Bemühungen, dem Verlust der biologischen Vielfalt entgegenzutreten und Ökosysteme wiederherzustellen.

Daher müssen bestehende und neu entstehende internationale Datennetze und -infrastrukturen gestärkt und langfristig offen verfügbar und nachnutzbar sein. Alle Versuche, den Zugang zu und den Austausch von Biodiversitätsdaten einzuschränken, müssen abgelehnt werden.

So wie die offene und schnelle Verfügbarkeit von zuverlässigen Wetter- und Klimadaten für die Bewältigung des Klimawandels unerlässlich ist, sind vollständig offene und international gemeinsam verwaltete und genutzte Daten und Informationen zur biologischen Vielfalt unverzichtbar, um die Biodiversität – unsere Lebensgrundlage – zu erhalten und nachhaltig zu nutzen.

## Hintergrund

Beispiele für wichtige Errungenschaften und Entwicklungen im Zusammenhang mit der gemeinsamen Nutzung von Daten zur biologischen Vielfalt sind (unter anderem):

- a) GBIF ermöglicht den freien Zugang zu mehr als 1,9 Mrd. Bio-Datensätzen von einzelnen Organismen weltweit – für alle Organismengruppen und Länder bzw. Gebiete. Diese ständig wachsende Infrastruktur für eine gemeinsame, offene Nutzung von Primärdaten hat die wissenschaftliche Produktivität wesentlich erhöht. Derzeit erscheint durchschnittlich eine neue Veröffentlichung pro Tag, die auf GBIF-vermittelten Daten beruht.<sup>2</sup>
- b) Forschende weltweit nutzen digitale *Genomsequenzen* aus den drei unter dem Dach der International Nucleotide Sequence Database Collaboration (INSDC) verbundenen großen, offenen *Repositorien*, die mit mehr als 1.600 Datenbanken weltweit verknüpft sind.<sup>12</sup> Eine aktuelle Studie zur Nachnutzung von 263 Mio. Datensätzen genetischer Sequenzen zeigt, dass Dateneinspeisung und Nutzung weltweit ausgeglichen und hochgradig kooperativ erfolgen.<sup>3</sup> Ein offener Zugang zu diesen vernetzten Daten ist somit für die Wissenschaft enorm vorteilhaft.
- c) Offen zugängliche Daten sind relevant für die weltweite Nahrungsvorsorge. Die Analyse digital verfügbarer Daten der genetischen Vielfalt legt in Verbindung mit integrierenden Vorhersagemodellen zu Umwelteigenschaften das Fundament für neue

Sorten. Big Data und damit offen zugängliche Datensätze bilden das Fundament einer wissensbasierten Pflanzenzüchtung.<sup>13</sup>

- d) Neue Technologien und thematisch ausgerichtete Portale ermöglichen die Integration heterogener Daten aus unterschiedlichen Quellen. Das eröffnet neue Wege, Biodiversität zu erhalten. So verknüpft beispielsweise das globale FishBase-Portal<sup>14</sup> Daten aus der Grundlagenforschung mit Instrumenten für Populations- und Bestandsvorhersagen für alle bekannten Fischarten, das Data Warehouse Edaphobase<sup>15</sup> Daten für Forschung und Anwendungen zur biologischen Vielfalt der Bodenzologie in Europa.
- e) Offen zugängliche Biodiversitätsdaten wie z. B. von der TRY-Datenbank für Pflanzenmerkmale verbessern Vorhersagen, wie sich der Klimawandel auf die künftige Verbreitung und Vielfalt von Tieren und Pflanzen auswirken wird, erheblich.<sup>16</sup> Das stärkt die wissenschaftliche Politikberatung und trägt dazu bei, bessere und nachhaltigere Managementstrategien für viele Regionen der Erde zu entwickeln.

- f) Big-Data-Anwendungen in der Biodiversitätsforschung ermöglichen es, Fragen zur Funktionsweise von Ökosystemen mit hoher räumlicher Auflösung und dennoch globaler Abdeckung anzugehen.<sup>17</sup>

Neuere Versuche, den offenen Zugang und vor allem die internationale gemeinsame Nutzung wissenschaftlicher Biodiversitätsdaten einzuschränken, gehen vor allem auf das Nagoya-Protokoll im Rahmen der CBD zurück<sup>10,18</sup>, wie auch auf entsprechende nationale Gesetze und Vorschriften.<sup>19,20</sup> In den laufenden CBD-Verhandlungen steht der offene Zugang zu digitalen Genomsequenzdaten zur Disposition.<sup>21,22</sup> Dies behindert entscheidend die internationale Forschung und Entwicklung, widerspricht den Grundsätzen einer freien, offenen Wissenschaft (Open Science) sowie der internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit, und es birgt die Gefahr einer (weiteren) Isolierung von Biodiversitätsforschenden und -institutionen in den betroffenen Ländern und Regionen – dabei ist eine verstärkte internationale Zusammenarbeit für den Erhalt der biologischen Vielfalt unerlässlich.



## Empfehlungen für die Politik

- 1.** Internationale Informationsinfrastrukturen und -systeme (z. B. GBIF, INSDC, EMBL-Bank, OBIS, FishBase), die einen schnellen und offenen Zugang zu wissenschaftlichen Biodiversitätsdaten und -informationen sowie deren gemeinsame Nutzung ermöglichen, gilt es weltweit zu stärken, auszubauen und langfristig zu erhalten.
- 2.** Alle Versuche, den Zugang zu und den Austausch von Biodiversitätsdaten einzuschränken, müssen abgelehnt werden. Der offene Zugang und die uneingeschränkte, gemeinsame Nutzung wissenschaftlicher Biodiversitätsdaten aus öffentlichen Quellen ist durch einschlägige internationale Mechanismen, Übereinkommen und Vereinbarungen abzusichern.
- 3.** Um Biodiversitätsdaten vollständig zu digitalisieren und offen zu teilen, sind Anreize und angemessene Ressourcen für Institutionen, Infrastrukturen und beteiligte Interessengruppen bereitzustellen und relevante Informationsinfrastrukturen und Initiativen zu unterstützen. Mit positiven Rückkopplungsschleifen (Belohnungen) ist die gemeinsame Nutzung offener Daten weiter zu fördern.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

- 1.** Eine verstärkte Einbindung unterschiedlicher gesellschaftlicher Interessengruppen in die Erhebung und Analyse von Biodiversitätsdaten sowie in die Biodiversitätsforschung (Citizen Science) ist geboten.
- 2.** Der freie und schnelle Austausch von Daten und Informationen über die biologische Vielfalt soll unterstützt werden, indem neue und aufkommende digitale Technologien und Dienste optimal genutzt werden.
- 3.** Es wird für alle Akteurinnen und Akteure ein umfassenderer Zugang zu Biodiversitätsdaten gefordert, bei dem die Rechte von Einzelpersonen und Organisationen sowie relevante Datenschutzbestimmungen respektiert werden müssen.

# 10 Biodiversitätsfreundliche Anreize setzen

- 1** Wissenschaftliche Erkenntnisse unterstreichen den hohen ökonomischen Wert von Ökosystemleistungen und dem Schutz der biologischen Vielfalt.
- 2** Instrumente für die Ökosystemgesamtrechnungen sind statistischer Standard und sollten genutzt werden, um den Wert der biologischen Vielfalt in die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung einzubeziehen.
- 3** Politische Maßnahmen zum Erhalt der biologischen Vielfalt müssen dem sektorenübergreifenden Charakter der biologischen Vielfalt Rechnung tragen.
- 4** Handelsbezogene Verflechtungen machen den Erhalt der biologischen Vielfalt zu einer inhärent internationalen Aufgabe.
- 5** Die Politik muss schädliche Subventionen, die die Biodiversitäts- und Klimakrise befördern, abschaffen und Anreize für öffentliche und private Investoren schaffen, in den Erhalt und die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt zu investieren.

Politische Maßnahmen, die das Markt- und Investitionsverhalten auf den Erhalt und die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt ausrichten, sind von entscheidender Bedeutung für die Lösung der Krise.

Der ökonomische Wert der biologischen Vielfalt ist vielschichtig.<sup>1</sup> Biodiversität unterstützt und stabilisiert die Bereitstellung öffentlicher Umweltgüter, einschließlich der Bereitstellung und Regulierung von Ökosystemleistungen.<sup>2</sup> Sie kann als Ersatz für eine finanzielle Absicherung z. B. gegen Klimaschocks<sup>3,4</sup> dienen, und bietet – durch die Bereitstellung eines Portfolios potenzieller künftiger Nutzungen – einen Optionswert.<sup>5,6</sup> Außerdem wird der Wert der biologischen Vielfalt von ökonomischer Ungleichheit beeinflusst – ärmere Menschen profitieren tendenziell stärker von dem Erhalt der biologischen Vielfalt.<sup>7</sup> Diese Wohlfahrtseffekte variieren stark von Standort zu Standort, je nach ökologischem und soziokulturellem Kontext. Ein globaler Schattenpreis, der die gesellschaftlichen Kosten für den Verlust der biologischen Vielfalt abdeckt, vergleichbar mit dem Preis für CO<sub>2</sub>-Emissionen, ist daher nicht realisierbar. Eine vollständige Einbeziehung des Wertes der biologischen Vielfalt in die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung erfordert eine tiefgreifende Reform, um den Rahmen für inklusiven Wohlstand zu gestalten.<sup>1</sup> Erste Schritte in diese Richtung gibt es bereits. Instrumente für das Ziel der Übereinkunft zur biologischen Vielfalt

(CBD), den Wert der biologischen Vielfalt in die öffentliche Entscheidungsfindung einzubeziehen, sind jetzt statistischer Standard. Die Statistische Kommission der Vereinten Nationen hat die Ökosystemgesamtrechnungen als Teil des Systems der umweltökonomischen Gesamtrechnungen übernommen.<sup>8</sup> Das deutsche Statistische Bundesamt hat mit der Umsetzung der Flächenbilanzierung der Ökosysteme begonnen und das Ökosystem-Zustandskonto initiiert.<sup>9</sup> In den staatlichen Statistikämtern sind weitere Anstrengungen erforderlich, um die monetäre Bilanzierung von Ökosystemleistungen und des Wertes der Ökosysteme einzubeziehen.

Die biologische Vielfalt wird durch ein breites Spektrum von Politiken beeinflusst. Nicht nur direkte Maßnahmen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt sind von Bedeutung, wie etwa Schutzgebiete, sondern es müssen auch die Auswirkungen anderer Sektoren und Maßnahmen, einschließlich schädlicher Subventionen, verstärkt berücksichtigt werden. So sind beispielsweise Landwirtschaft, Fischerei und die Ernährungsindustrie, aber auch der Energie-, Industrie- und Verkehrssektor für den Rückgang der biologischen Vielfalt verantwortlich.<sup>10</sup> Die sektoralen



Die weltweiten Finanzmittel für die biologische Vielfalt (öffentlich und privat) belaufen sich auf bis zu

**143 Mrd.**

US-Dollar pro Jahr (berechnet mit Daten von 2015 bis 2017).<sup>14</sup>

Im Jahr 2019 investierten private Geldgeber mehr als

**2,6 Bio.**

US-Dollar in Sektoren, die sich negativ auf die biologische Vielfalt auswirken.<sup>24</sup>

Öffentliche Subventionen, die der biologischen Vielfalt schaden, betragen

**500 Mrd.**

US-Dollar pro Jahr.<sup>23</sup>

Eine vollständige Einbeziehung des Wertes der biologischen Vielfalt in die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung erfordert eine tiefgreifende Reform, um den Rahmen für inklusiven Wohlstand zu gestalten.

Interdependenzen schaffen Herausforderungen, aber auch Chancen für die Politikgestaltung. So können beispielsweise politische Maßnahmen, die den Übergang zu gesünderen Lebensmittelsystemen fördern, gleichzeitig die Ergebnisse für die biologische Vielfalt verbessern<sup>11</sup> (> [MustKnow6](#)), und klimapolitische Maßnahmen können die Erhaltung der biologischen Vielfalt unterstützen<sup>12</sup> (> [MustKnow1](#)). Ebenso können Handel und Handelspolitik die biologische Vielfalt beeinträchtigen, indem sie beispielsweise die Einfuhr von Agrarrohstoffen aus anderen Ländern beeinflussen.<sup>13</sup> Ein ganzheitlicher, sektorenübergreifender politischer Rahmen ist daher dringend erforderlich, um den Rückgang der biologischen Vielfalt aufzuhalten.

Weltweit werden jährlich öffentliche Subventionen in Höhe von 78 bis 143 Milliarden US-Dollar für den Erhalt der biologischen Vielfalt ausgegeben.<sup>14</sup> Der größte Teil dieser Mittel stammt aus den USA und der EU, wo sie häufig in andere Politikbereiche eingebettet sind. So werden beispielsweise im Rahmen der Agrarpolitik in den USA jährlich 5,5 Mrd. Euro für wichtige Naturschutzprogramme bereitgestellt.<sup>15</sup> In der EU sind die Agrar- und Fischereipolitik sowie Teile des Natura-2000-Netzwerks auf EU-Ebene geregelt, während andere Politikbereiche in die Zuständigkeit der Mitgliedstaaten fallen.<sup>16</sup> Im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU werden jährlich 5,3 Mrd. Euro (von 63 Mrd. Euro, d. h. 8,5 Prozent) für den Erhalt der biologischen Vielfalt bereit-



**Investitionen, die die biologische Vielfalt schädigen, überwiegen die Investitionen zur Förderung der biologischen Vielfalt.**



# Die vorherrschenden rechtlichen Rahmenbedingungen tragen dazu bei, dass Investitionsentscheidungen zugunsten umweltschädlicher Aktivitäten fehlgeleitet werden.

gestellt.<sup>17</sup> Während der größte Teil der im Rahmen der GAP ausgegebenen öffentlichen Gelder keine positiven Umweltauswirkungen erzielt, erhalten die wirksamsten Maßnahmen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt tendenziell die geringsten Mittel.<sup>18</sup>

Umweltschädliche Aktivitäten verlagern sich auf globaler Ebene zwischen Ländern, um Regulierungen zu vermeiden (Leakage), und sind für den Schutz der biologischen Vielfalt schwer zu regulieren.<sup>19,20</sup> Im Gegensatz zu den Kosten von Kohlenstoffemissionen, die unabhängig vom Ort der Emissionen gleich sind, variieren die Schäden für die biologische Vielfalt je nach Ort und räumlichem Maßstab. Darüber hinaus muss entschieden werden, wessen Wertmaßstäbe verwendet werden sollen.<sup>21</sup> Sollten beispielsweise die in der deutschen

Politik verwendeten Bewertungen auf den deutschen Werten für eine bestimmte Art basieren oder auf den Werten der Population in dem Gebiet, in dem die Art aufgrund von Importen nach Deutschland verloren gegangen ist? Ein Ansatz ist es, alle Nutzungs- und Nichtnutzungswerte, die durch den Verlust der biologischen Vielfalt entstehen, aufzusummieren. Nichtnutzungswerte – insbesondere die Existenzwerte für Arten in weit entfernten Lebensräumen – ökonomisch zu bewerten ist jedoch sehr kritisch zu sehen. Das zeigt, dass der Informationsbedarf für den Schutz der biologischen Vielfalt groß ist, und die Regulierung von Wertschöpfungsketten mit einem Biodiversitätswert äquivalent zu möglichen Grenzanpassungen für CO<sub>2</sub>-Emissionen ist schwer vorstellbar.



© Wendler/DR 2021, lizenziert nach CC-BY-NC-ND

## Hintergrund

Das derzeitige Ausmaß des Rückgangs der biologischen Vielfalt ist eindeutig nicht nachhaltig.<sup>1</sup> Wenn der Verbrauch der Umwelt weiterhin über die sicheren planetarischen Grenzen hinausgeht, ist es nur eine Frage von Jahrzehnten, bis das globale Pro-Kopf-BIP aufgrund von Umweltknappheit sinkt.<sup>22</sup> Dies kann nur durch eine erhebliche Verringerung der Umwandlung von Naturkapital und damit des Rückgangs der biologischen Vielfalt verhindert werden.

Der Finanzsektor ist das Epizentrum dieser Krise. Der Verlust der biologischen Vielfalt und die Verringerung der Ökosystemleistungen und der Widerstandsfähigkeit können erhebliche nachteilige wirtschaftliche und finanzielle Auswirkungen haben. Dennoch spiegeln die Investitionsrenditen diese Risiken aufgrund mangelnder Informationen und fehlender oder falscher Vorschriften nicht wider. Die vorherrschenden rechtlichen Rahmenbedingungen tragen außerdem dazu bei, dass Investitionsentscheidungen zugunsten umweltschädlicher Aktivitäten fehlgeleitet werden. Gegenwärtig belaufen sich die öffentlichen Investitionen, die mit einem Verlust an biologischer Vielfalt und der Verschlechterung der Öko-

systeme einhergehen, auf 500 Milliarden US-Dollar pro Jahr. Sie sind damit sechsmal höher als die öffentlichen und privaten Finanzmittel, die weltweit zur Förderung der biologischen Vielfalt bereitgestellt werden.<sup>14,23</sup> Private Finanzmittel, die die biologische Vielfalt schädigen, sind noch fünfmal höher und werden für 2019 auf 2,6 Billionen US-Dollar geschätzt.<sup>24</sup> Der Finanzsektor muss daher eine zentrale Rolle bei der Lösung der Biodiversitätskrise spielen.

Initiativen, die darauf abzielen, die Investitionsmöglichkeiten von Finanzinstituten zu verbessern, bieten ein großes Potenzial, um Kapitalströme für den Schutz und die Erhaltung der biologischen Vielfalt zu mobilisieren (> [MustKnow6](#)). Um die Ressourcenallokation in diese Richtung zu steuern, sind neue Investitionsanreize erforderlich, die den ökonomischen Wert von Veränderungen des Naturkapitals und der biologischen Vielfalt abbilden. Die Politik muss die Rahmenbedingungen setzen, die diese Investitionen lenken, ergebnisorientierte Handlungsanreize bieten und auf eine internationale Harmonisierung hinarbeiten, um Verlagerungen zwischen den Ländern aufgrund ehrgeiziger nationaler Maßnahmen zu vermeiden.

## Empfehlungen für die Politik

- 1.** Das derzeitige Ausmaß des Rückgangs der biologischen Vielfalt ist unhaltbar. Eine dringende und grundlegende Korrektur ist erforderlich, um die wirtschaftlichen Anreize auf die Erhaltung der biologischen Vielfalt auszurichten.
- 2.** Die Politik sollte biodiversitätsschädigende Subventionen abschaffen und Anreize für Wirtschaftsakteure und den Finanzsektor (privat und öffentlich) schaffen, die Investitionen in den Schutz und die Erhaltung der biologischen Vielfalt lenken.
- 3.** Der Wert der biologischen Vielfalt ist in hohem Maße kontextspezifisch und erfordert eine sektorübergreifende politische Koordinierung; die Stärkung von Ökosystemgesamtrechnungen wird entscheidende Informationen für politische und Investitionsentscheidungen liefern.

## Empfehlungen für die Gesellschaft

- 1.** Die biologische Vielfalt untermauert und bewahrt die Bereitstellung zahlreicher Ökosystemleistungen für die Gesellschaft und bietet der Gesellschaft somit eine Versicherung gegen externe Schocks.
- 2.** Privater Konsum sowie Spar- und Investitionsentscheidungen privater Haushalte beeinflussen das Niveau der biologischen Vielfalt und können die Erhaltung der biologischen Vielfalt unterstützen.
- 3.** Druck aus der Wählerschaft sollte die Politik dahingehend beeinflussen, dass wirtschaftliche Anreize in einer Weise neu ausgerichtet werden, die den Wert der biologischen Vielfalt für die Gesellschaft insgesamt widerspiegelt.



# Danksagung

Vielen Dank an alle Autorinnen und Autoren, an alle Gutachterinnen und Gutachter sowie an alle weiteren Beteiligten für die ausgezeichnete und engagierte Zusammenarbeit an diesem Policy Report. Stellvertretend für Future Earth möchten wir Maria Martin, Giles Sioen und Cornelia Krug für ihre wertvollen Beratungen und Erfahrungswerte danken. Vielen Dank an Matthias Premke-Kraus für die stets responsive und äußerst hilfreiche Unterstützung seitens der Leibniz-Geschäftsstelle.

Ganz besonders möchten wir Angela Grosse für die sprachliche Verfeinerung der 10MustKnows sowie die gelungene Zusammenführung der wissenschaftlichen Erkenntnisse im Vorwort unseres Reports sowie Carla Klusmann für ihre vielseitige und engagierte Unterstützung bei der Recherche, Überarbeitung und Synthese in den vergangenen Wochen danken.

## Wissenschaftliche Koordination

### **Eva Rahner**

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

### **PD Dr. Kirsten Thonicke**

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

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

# Leitautor\*innen

Im Folgenden werden Länderkennzeichnungen nur bei Forschungsstandorten außerhalb Deutschlands vorgenommen.

## 1 MustKnow

### PD Dr. Kirsten Thonicke

Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität (Leibniz Biodiversität), Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und Universität Potsdam [als Autorin auch beteiligt an MustKnow4, als Leitautorin auch an MustKnow5]

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

### Prof. Dr. Thomas Hickler

Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum und Goethe-Universität, Frankfurt am Main [als Autor auch beteiligt an MustKnow5]

<https://orcid.org/0000-0002-4668-7552>

### Prof. Dr. Wolfgang Wende

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) und Technische Universität Dresden [als Autor auch beteiligt an MustKnow7]

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

## 2 MustKnow

### Prof. Dr. Stephanie Kramer-Schadt

Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) und Technische Universität Berlin [als Autorin auch beteiligt an MustKnow1]

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

### Prof. Dr. Aletta Bonn

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Friedrich-Schiller-Universität Jena und Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig [als Autorin auch beteiligt an MustKnow8]

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

### Dr. Kim Grützmaker

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

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

## 3 MustKnow

### Dr. Sibylle Schroer

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Berlin [als Autorin auch beteiligt an MustKnow8]

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

## 4 MustKnow

### Dr. Tonjes Veenstra

Leibniz-Zentrum Allgemeine Sprachwissenschaft (ZAS), Berlin [als Autor auch beteiligt an MustKnow1]

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

## 5 MustKnow

### PD Dr. Kirsten Thonicke

Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität (Leibniz Biodiversität), Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und Universität Potsdam [als Leitautorin auch beteiligt an MustKnow1, als Autorin an MustKnow4]

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

### Dr. Christopher Reyer

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

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

## 6 MustKnow

### 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 Zierpflanzenbau (IGZ), Großbeeren

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

## 7 MustKnow

### Dr. Barbara Warner

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

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

## 8 MustKnow

### Dr. Cornelia Krug

Universität Zürich, Schweiz [als Autorin auch beteiligt an MustKnow1]

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

### Prof. Dr. Klement Tockner

Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung und Goethe-Universität Frankfurt am Main,

<https://orcid.org/0000-0002-0038-8151>

## 9 MustKnow

### Dr. Christoph Häuser

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

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

## 10 MustKnow

### PD 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**

(MustKnow7), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU), Garmisch-Partenkirchen  
<https://orcid.org/0000-0001-6616-0822>

## **Dr. Bartosz Bartkowski**

(MustKnow10), Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Leipzig,  
<https://orcid.org/0000-0001-5938-1221>

## **Dr. Christian Döhler**

(MustKnow4), Leibniz-Zentrum Allgemeine Sprachwissenschaft (ZAS), Berlin  
<https://orcid.org/0000-0002-9659-5920>

## **Prof. Dr. Robert Finger**

(MustKnow10), Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, Schweiz  
<https://orcid.org/0000-0002-0634-5742>

## **Prof. Dr. Hans-Peter Grossart**

(MustKnow2, 7, 8), Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Berlin und Universität Potsdam  
<https://orcid.org/0000-0002-9141-0325>

## **Dr. Amber Hartman Scholz**

(MustKnow9), Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, Braunschweig (DSMZ)  
<https://orcid.org/0000-0002-3461-0881>

## **PD Dr. Franz Hölker**

(MustKnow3), Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) und Freie Universität Berlin  
<https://orcid.org/0000-0001-5932-266X>

## **Prof. Dr. Sonja C. Jähnig**

(MustKnow3), Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) und Humboldt-Universität zu Berlin,  
<https://orcid.org/0000-0002-6349-9561>

## **Prof. Dr. Jonathan Jeschke**

(MustKnow3), Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) und Freie Universität Berlin  
<https://orcid.org/0000-0003-3328-4217>

## **Prof. Dr. Rees Kassen**

(MustKnow2, 3), University of Ottawa, Kanada  
<https://orcid.org/0000-0002-5617-4259>

## **Dr. Thomas Kastner**

(MustKnow5, 7), Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum, Frankfurt am Main  
<https://orcid.org/0000-0002-8155-136X>

## **Prof. Dr. Sebastian Lakner**

(MustKnow10), Universität Rostock  
<https://orcid.org/0000-0002-5122-8924>

## **Dr. Lasse Loft**

(MustKnow5), Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg  
<https://orcid.org/0000-0001-5640-7289>

## **Prof. Dr. Bettina Matzdorf**

(MustKnow6, 10), Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg und Leibniz-Universität Hannover  
<https://orcid.org/0000-0002-6244-6724>

## **Prof. Dr. Felicity Meakins**

(MustKnow4), University of Queensland, Brisbane, Australien  
<https://orcid.org/0000-0003-4487-4351>

## **Prof. Dr. Luc De Meester**

(MustKnow3), Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Freie Universität Berlin und Katholieke Universiteit Leuven, Belgien  
<https://orcid.org/0000-0001-5433-6843>

## **Prof. Dr. Michael T. Monaghan**

(MustKnow3), Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) und Freie Universität Berlin  
<https://orcid.org/0000-0001-6200-2376>

## **Prof. Dr. Jörg Overmann**

(MustKnow3), Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen (DSMZ) und Technische Universität Braunschweig  
<https://orcid.org/0000-0003-3909-7201>

## **Prof. Dr. Martin Quaas**

(MustKnow10), Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig und Universität Leipzig  
<https://orcid.org/0000-0003-0812-8829>

## **Dr. Viktoriia Radchuk**

(MustKnow1), Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW), Berlin  
<https://orcid.org/0000-0003-3072-0095>

## **Prof. Dr. Christian Roos**

(MustKnow5), Deutsches Primatenzentrum – Leibniz-Institut für Primatenforschung und Georg-August-Universität Göttingen  
<https://orcid.org/0000-0003-0190-4266>

## **Prof. Dr. Imme Scholz**

(MustKnow7, 9), Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE), Bonn und Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt-Augustin  
<https://orcid.org/0000-0001-9647-1787>

**Dr. Giles Bruno 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**

(MustKnow1, 4), Museum für Naturkunde, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung, Berlin

<https://orcid.org/0000-0003-3666-7352>

**Dr. Zachary Turk**

(MustKnow10), Universität Rostock

**Prof. Dr. Frank Wätzold**

(MustKnow1), Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

<https://orcid.org/0000-0002-4664-0113>

**Dr. Hein van der Voort**

(MustKnow4), Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Belém, Brasilien

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

# Gutachterinnen und Gutachter

## Alle 10 MustKnows

**Prof. Dr. Katrin Böhning-Gaese**

Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum und Goethe Universität Frankfurt am Main

**Prof. Dr. Johan Rockström**

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und Universität Potsdam

**Prof. Dr. Peter H. Verburgh**

Vrije Universität Amsterdam, Niederlande

**Prof. Dr. Christian Wirth**

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

## Einzelne MustKnows

**Prof. Dr. Harald Bugmann**

(MustKnow5), Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, Schweiz

**Prof. Dr. François Buscot**

(MustKnow3), Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Halle an der Saale und Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig und Universität Leipzig

**Prof. Dr. Konrad Förstner**

(MustKnow9), ZB MED – Informationszentrum Lebenswissenschaften und Technische Hochschule Köln

**Prof. Dr. Sabine Gabrysch**

(MustKnow2), Charité – Universitätsmedizin Berlin und Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

**Prof. Dr. Bernd Hansjürgens**

(MustKnow10), Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Leipzig und Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

**Prof. Dr. Janet Hering**

(MustKnow1, 8), Eawag, Dübendorf, Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich und Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL), Schweiz

**Prof. Dr. Miriam Meyerhoff**

(MustKnow4), Oxford University, Vereinigtes Königreich

**Dr. Steffi Ober**

(MustKnow6), Naturschutzbund (NABU) und Zivilgesellschaftliche Plattform Forschungswende, Berlin

**Dr. Andrea Perino**

(MustKnow1), Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig

**Prof. Dr. Karen Pittel**

(MustKnow1, 10), ifo Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung und Ludwig-Maximilians-Universität München

**Prof. Dr. Michael Schloter**

(MustKnow3), Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Neuherberg und Technische Universität München

**Prof. Dr. Rupert Seidl**

(MustKnow5), Technische Universität München

**Prof. Dr. Josef Settele**

(MustKnow1, 6), Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) und Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

**Dr. Marten Winter**

(MustKnow8), Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig und Universität Leipzig

# Beteiligte Einrichtungen



Leibniz Forschungsnetzwerk Biodiversität



POTS DAM-INSTITUT FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG



AKADEMIE FÜR RAUMENTWICKLUNG IN DER LEIBNIZ-GEMEINSCHAFT



Deutsches Primatenzentrum  
Leibniz-Institut für Primatenforschung



Leibniz Institute  
DSMZ-German Collection of Microorganisms and Cell Cultures GmbH



Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels



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



Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung



MUSEUM FÜR NATURKUNDE  
BERLIN



Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei



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



Leibniz-Zentrum Allgemeine Sprachwissenschaft



Leibniz-Institut für Agrarentwicklung

## weitere Einrichtungen



Brandenburgische Technische Universität  
Cottbus - Senftenberg



Deutsches Institut für Entwicklungspolitik



ETH zürich

futureearth



HELMHOLTZ Zentrum für Umweltforschung



Karlsruher Institut für Technologie



CHARITÉ UNIVERSITÄTSMEDIZIN BERLIN



Technische Universität München



Universität Zürich UZH



universität uulm



VU UNIVERSITY AMSTERDAM



THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND AUSTRALIA



Informationszentrum Lebenswissenschaften  
ZBMED



uOttawa



eawag aquatic research



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



Universität Rostock



# Glossar

**Wo möglich wurden für die folgenden Begriffe die Erläuterungen des Weltklimarates (IPCC), des Weltbiodiversitätsrates (IPBES) und der Übereinkunft zur biologischen Vielfalt (CBD) verwendet.**

## **Aktionsprogramm „Natürlicher Klimaschutz“**

Ein 2021 vom BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN vorgeschlagenes Aktionsprogramm, welches explizit Moor- und Auenflächen, Wälder und Böden schützen soll, da jene Systeme relevante Klimaschutzfunktionen (z. B. Kohlenstoffspeicherung) erfüllen. Die Renaturierung der genannten Gebiete soll außerdem die lokale Biodiversität stärken.

## **Benthos**

Die Gesamtheit aller in der Bodenzone eines Gewässers lebenden Organismen.

## **Biodiversity-Offsets**

Ausgleichsmaßnahmen für unvermeidbare oder nicht weiter reduzierbare Eingriffe in die biologische Vielfalt und in Ökosystemleistungen. Sie führen zu messbaren Ergebnissen in der Aufwertung von Natur und biologischer Vielfalt.

## **Bioökonomie**

Die Erzeugung, Erschließung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Systeme, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen. Sie birgt somit das Potenzial für nachhaltige Lösungen, die Ressourcen schonen und gleichzeitig Wohlstand schaffen.

## **Biozönose**

Eine Gemeinschaft von Lebewesen innerhalb eines abgegrenzten Lebensraumes (Biotop). Biozönose

und Biotop bilden zusammen ein Ökosystem.

## **Change Agents**

Beratende Expertinnen und Experten, die die konstruktive Herbeiführung von Klärungen in Entscheidungs- und Konfliktsituationen sowie von Innovationen, Neuerungen und Veränderungen in organisatorischen, gesellschaftlichen, politischen oder technologischen Bereichen steuern und forcieren.

## **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>-Äquivalente**

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

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

Das digitale Ergebnis der molekularbiologischen Entschlüsselung (Sequenzierung) von Genomen oder Proteinen. Somit die Information über die molekulare Zusammensetzung genetischer Ressourcen.

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

Spuren freier DNA, die Organismen in die Umwelt abgeben und die mithilfe von Umweltproben erkannt werden können. Lebewesen geben DNA unter anderem in Form von Schleim, Schuppen, Fell oder Zellresten ab.

## **Eingriffs-Ausgleichs-Regelung**

Ein naturschutzrechtliches Instrument zur Durchsetzung von Naturschutzbelangen in sogenannten „Normallandschaften“. Ziel ist, die Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes auch außerhalb besonderer Schutzgebiete zu sichern und zu erhalten.

## **Eutrophierung**

Eine durch menschliche Aktivitäten verursachte Anreicherung von Nährstoffen in Ökosystemen. In Gewässern bewirkt diese ein beschleunigtes Wachstum von einzelligen Algen. Die Folgen sind: z. T. giftige Algenblüten, Abnahme der Wasserqualität und des Sauerstoffgehaltes, Absterben von Flora und Fauna.

## **Genetische Sequenz**

Die Abfolge der genetischen Bausteine (Basen), die ein Gen zusammensetzen.

## **Genexpression**

Ein Vorgang, bei dem die genetische Information eines Gens in ein Genprodukt (beispielsweise ein Protein oder RNA-Molekül) umgesetzt wird und dadurch in Erscheinung tritt.

# Glossar

## **Genom, Metagenom und Genomsequenz**

Das Genom ist das gesamte Erbgut eines Lebewesens. Ein Metagenom ist die Gesamtheit der genomischen Information der Mikroorganismen eines Lebensraums zum Zeitpunkt der Untersuchung. Eine Genomsequenz enthält die Gesamtheit der genetischen Information eines Lebewesens.

## **Gradient (ökologisch)**

Die allmähliche Änderung eines Umweltfaktors (Temperatur, Licht, Feuchtigkeit). Es ist häufig von Interesse, wie sich gewisse Komponenten, z. B. die Artenzusammensetzung, eines Ökosystems in Abhängigkeit eines Gradienten verhalten.

## **Holobiont, holobiontisch**

Eine Einheit aus einem Wirt und vielen anderen Arten, die in oder um ihn herum leben und zusammen ein geschlossenes biologisches System bilden. Der Mensch ist z. B. ein Holobiont, weil er in engen Wechselwirkungen mit vielen Mikroorganismen (im Darm, auf der Haut) steht.

## **Intensive und extensive Landwirtschaft**

Die intensive (auch konventionelle oder industrielle) Landwirtschaft hat das Ziel, den Ertrag pro landwirtschaftlicher Nutzflächeneinheit zu maximieren. Im Gegensatz dazu ist die ökologischere und umweltfreundlichere extensive Landwirtschaft durch einen im Verhältnis zur Fläche geringen Kapital- und Arbeitseinsatz (z. B. Düngemittel, Pestizide, Maschinen) gekennzeichnet. Die Erträge pro Flächeneinheit sind hierbei geringer als in der intensiven Landwirtschaft.

## **In-situ-Daten**

Beobachtungsdaten, die auf vor-Ort-Messungen beruhen. Beispiele sind Vermessungen von Bergen, Meeresböden oder Flusstströmen.

## **Invasive Arten**

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

## **Kaskadenartige Effekte**

Ein stufenartiger Effekt, ähnlich dem Domino-Effekt. Der Auslösung folgen unaufhaltbar eine Reihe an Auswirkungen.

## **Kippunkte**

Ein Änderungsniveau in System-eigenschaften, jenseits dessen sich ein System – häufig abrupt – reorganisiert und nicht mehr zum ursprünglichen Zustand zurückkehrt, selbst wenn die Treiber der Änderung abgebaut werden. In Bezug auf das Klimasystem bezeichnet dieser Begriff eine kritische Schwelle des Übergangs des globalen oder regionalen Klimas von einem stabilen Zustand in einen neuen stabilen Zustand. Das Kippunkt-Ereignis kann irreversibel sein.

## **Klimastabilisierungsgebiete (Climate Stabilization Areas, CSAs)**

Gebiete, die enorme Reserven an Kohlenstoff und anderen Treibhausgasen speichern und deren Schutz somit eine große Rolle in der Stabilisierung des Klimas spielt. Im Einklang mit dem Pariser Klimaabkommen würden sich jene Gebiete auf Lebensräume wie Mangroven,

die Tundra, andere Torfgebiete sowie boreale Wälder und tropische Regenwälder konzentrieren..

## **Klimaplastischer Wald**

Klimaplastizität beschreibt die Fähigkeit eines Ökosystems zur dauerhaften und langfristigen Anpassung seiner Strukturen an den Klimawandel. Klimaplastische Wälder bestehen aus Baumarten mit verschiedenen waldd geografischen und klimatischen Herkünften wodurch das Potenzial, sich an wandelnde Klimabedingungen anzupassen, erhöht ist.

## **Kohärenz**

Innerer oder äußerer Zusammenhang oder Zusammenhalt von etwas.

## **Leakage**

Beim Carbon Leakage verlagern Unternehmen z. B. ihre Produktion in andere Länder, in denen Emissionsauflagen weniger streng sind. Somit können die Treibhausgasemissionen in einem Land sinken, in einem anderen hingegen zunehmen.

## **Megafauna**

Der Anteil der Fauna (Tiere) einer Region, eines Habitats oder eines Zeitraums, der die körperlich größten Organismen mit über 45 kg Körpergewicht stellt.

## **Meta-Ökosysteme**

Eine Vielzahl an Ökosystemen, die durch räumliche Energie-, Material- und Organismenflüsse über Ökosystemgrenzen hinweg verbunden sind.

## **Mikrobiom**

Gesamtheit aller Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Viren), die den Menschen oder andere Lebewesen besiedeln.

### **Molekulares Hochdurchsatzverfahren**

Ein Verfahren mit dem sich molekulare Substanzen wie DNA, RNA, Proteine und Metabolite aus biologischen Proben in einem weitgehend automatisierten Prozess in kurzer Zeit umfassend untersuchen lassen.

### **Mutualismus, mutualistische Symbiose**

Eine Form der Wechselbeziehung zwischen artverschiedenen Lebewesen, bei der alle beteiligten Individuen einen Nutzen aus der Struktur bzw. Lebensweise ziehen.

### **Ökosystemfunktionen (Ecosystem Functions)**

Der Fluss von Energie und Materialien durch lebendige und leblose Komponenten eines Ökosystems. Ökosystemfunktionen sind viele Prozesse und Funktionen eines Ökosystems, wie Biomasseproduktion, Nährstoffkreislauf, Wasserdynamik und Wärmeübertragung.

### **Ökosystemgesamtrechnungen (Ecosystem Accounting)**

Die Ökosystemgesamtrechnung ist ein in sich geschlossener Ansatz für die Bewertung der Umwelt durch die Messung von Ökosystemen und die Messung der von den Ökosystemen erbrachten Leistungen für wirtschaftliche und andere menschliche Tätigkeiten. Diese Grundlage über den Nutzen der Ökosysteme für den Menschen soll es Entscheidungsträgern in Politik und Gesellschaft ermöglichen, die Leistungen der Umwelt adäquat zu berücksichtigen.

### **Ökosystemgesundheit**

Die Gesundheit eines Ökosystems wird definiert als der Zustand eines Ökosystems, in dem es stabil und

nachhaltig ist, d. h. wenn es aktiv ist, seine Organisation und Autonomie im Laufe der Zeit beibehält und gegenüber Stress widerstandsfähig ist.

### **Ökosystemleistungen (Ecosystem Services)**

Der Nutzen, den die Menschen aus den Ökosystemen ziehen. Dieser kann von monetärem oder nicht-monetärem Wert für Einzelne oder die Gesellschaft sein. Die Ökosystemleistungen werden in unterstützende, regulierende, versorgende und kulturelle Leistungen unterteilt. Beispiele sind die Regulierung des Klimas, Bereitstellung von Nahrung, Wasser, Baumaterial und die Bestäubung von Nutzpflanzen.

### **Open Science**

Dieser Begriff bündelt Strategien und Verfahren, die darauf abzielen, die Chancen der Digitalisierung konsequent zu nutzen, um alle Bestandteile des wissenschaftlichen Prozesses über das Internet offen zugänglich, nachvollziehbar und nachnutzbar zu machen.

### **Natürliche Klimälösungen (Nature-Based Solutions)**

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.

### **Natural Capital**

Naturkapital beschreibt den weltweiten Bestand an natürlichen Ressourcen, zu denen Mineralien,

Boden, Luft, Wasser und alle Lebewesen der Biosphäre gehören. Naturkapital liefert wertvolle Güter und Ökosystemdienstleistungen, die das menschliche Leben ermöglichen.

### **One Health**

Der Begriff steht für einen ganzheitlichen, interdisziplinären Gesundheitsansatz, der auf der Erkenntnis beruht, dass die Gesundheit des Menschen eng mit der Gesundheit von Pflanzen, Tieren und der Umwelt sowie dem gesunden Gleichgewicht ihrer Auswirkungen auf die Ökosysteme, die sie gemeinsam nutzen, verbunden ist.

### **Ökologische Belastbarkeit**

Die Fähigkeit eines Ökosystems, ein bestimmtes Ausmaß an Belastungen zu ertragen, ohne dass seine Struktur, Organisation, Funktion und Identität maßgeblich verändert werden. Die ökologische Belastbarkeit wird hauptsächlich von den Resistenz- und Resilienzeigenschaften eines Systems bestimmt.

### **Ökologischer Fußabdruck**

Ein Nachhaltigkeitsindikator, der beschreibt, wie viel Fläche der Erde ein Mensch benötigt, um seinen Ressourcenbedarf (Rohstoffe und Energie) zu decken. Faktoren, die in die Berechnung einfließen, sind u. a. Herkunft und Art der Lebensmittel, die verbraucht werden, genutzte Transportmittel oder die Produktionsbedingungen von Konsumgütern.

### **Spillover-Ereignisse**

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

# Glossar

## **Planetare Gesundheit (Planetary Health)**

Die der menschlichen Zivilisation, und der Zustand der natürlichen Systeme, von denen sie abhängt.

## **Primärdaten**

Primärdaten (oft auch Roh- oder Urdaten) basieren auf einer Befragung, Beobachtung, Messung oder einer anderen Art der direkten Datenerhebung. Deshalb ermöglichen sie den direkten Bezug auf den Untersuchungsgegenstand sowie umfangreiche Auswertungen. Im Gegensatz dazu stehen die abgeleiteten Sekundärdaten (prozessierte Daten).

## **Primäre Pandemieprävention**

Präventive Maßnahmen, die das Risiko eines Pandemieausbruchs und der Pandemieverbreitung minimieren. Zur primären Pandemieprävention gehören Maßnahmen wie eine bessere Überwachung der Erregerverschleppung, eine bessere Regulierung des Wildtierhandels und eine deutliche Verringerung der Abholzung.

## **Primärproduktion**

Die durch Primärproduzenten wie Pflanzen, Algen und photosynthetische Bakterien erzeugte Biomasse.

## **Primärwald (Urwald)**

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

## **Renaturierung**

Alle absichtlichen Aktivitäten, die die Erholung eines Ökosystems von einem geschädigten in einen gesunden Zustand einleiten oder beschleunigen. Oft ist auch die aktive Wiederherstellung eines mög-

lichst naturnahen Zustandes von Landschaften oder ihrer einzelnen Elemente gemeint.

## **Repositorium**

Ein an Universitäten oder Forschungseinrichtungen betriebener Dokumentenserver, auf dem wissenschaftliche Materialien archiviert und weltweit entgeltfrei zugänglich gemacht werden.

## **Resilienz (ökologisch)**

Die Regenerations- und Anpassungsfähigkeit eines Ökosystems, welches Stress, Störungen oder anderen äußeren Einflüssen ausgesetzt ist.

## **Resistenz (ökologisch)**

Die Widerstandsfähigkeit eines Ökosystems gegenüber Stress, Störungen oder anderen äußeren Einflüssen. Gemeinsam mit der Resilienz determiniert die Resistenz die ökologische Belastbarkeit eines Systems.

## **Sekundärwald**

Wald, der sich nach der Zerstörung des ursprünglichen Primärwaldes, z. B. durch Straßenbau, Holzeinschlag oder Brandrodung, bildet und dessen Zusammensetzung häufig aus schnellwüchsigen, sich vom Primärwald unterscheidenden Arten besteht.

## **Stratifiziertes**

### **Biodiversitätsmonitoring**

Eine Form des Monitorings, bei der die Monitoringintensität je nach räumlicher und zeitlicher Ebene variiert. Es findet häufig dann Verwendung, wenn das detaillierte Monitoring aus zeitlichen oder finanziellen Gründen nicht möglich ist.

## **Taxa (Einzahl: Taxon)**

Eine Gruppe von Lebewesen, die aufgrund bestimmter Kriterien eine Einheit innerhalb der biologischen Systematik bilden. Beispiele für Taxa sind Arten, Gattungen, Familien, Klassen.

## **Telekopplung**

Ein Prozess, der weit entfernte Systeme über Netzwerke und Ströme miteinander verbindet. Beispiele sind Handel, Migration, Tourismus oder Technologietransfer. Dies kann sowohl Rohstoffe oder Energie als auch Menschen, Informationen oder Technologien umfassen. Telekopplung beschreibt somit, dass vom Menschen verursachte Prozesse in einem Teil der Welt sich in einer bestimmten Weise auf einen entfernten Teil (oder Teile) der Welt auswirken.

## **Tierpathogene**

Organismen, die in der Lage sind, bei Tieren Krankheiten hervorzurufen.

## **Vektorübertragene Krankheiten**

Krankheiten, die durch Vektororganismen übertragen werden. Ein Vektor ist ein lebender Organismus, der Krankheitserreger von einem infizierten Tier (z. B. Moskitos, Zecken) auf einen Menschen oder ein anderes Tier überträgt. Bei vielen vektorübertragenen Krankheiten handelt es sich um Zoonosen.

## **Zoonosen**

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

# Referenzen

## Vorwort

1. António Guterres (2020). Rede: The state of the planet, 2.12.2020, Columbia University, (<https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/sgspeech-the-state-of-planet.pdf>) Letzter Zugriff: 1.3.22
2. 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. IPBES sekretariat, Bonn, Germany
3. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2020) Global Biodiversity Outlook 5 – Summary for Policy Makers. Montréal. ISBN:9789292256883.
4. Pörtner, H.-O. et al. (2021). Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change. doi:10.5281/zenodo.5101125.
5. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ (2021), Biodiversität und Klimawandel, Kurzfassung der wissenschaftlichen Ergebnisse, (Deutsch) ([www.ufz.de/export/data/2/254782\\_Workshop-Bericht\\_FLINAL\\_1.pdf](http://www.ufz.de/export/data/2/254782_Workshop-Bericht_FLINAL_1.pdf)) Letzter Zugriff: 1.3.22
6. IPCC (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Cambridge University Press)
7. Convention on Biological Diversity (2010). Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020, including Aichi Biodiversity Targets. (<https://www.cbd.int/sp/>) Letzter Zugriff: 1.3.22
8. United Nations (2015). Sustainable Development Goals (SDGs) (<https://sdgs.un.org/goals/>) Letzter Zugriff: 1.3.22
9. Europäische Kommission (2021). Generaldirektion Umwelt, EU biodiversity strategy for 2030: bringing nature back into our lives. doi:10.2779/048
10. BMUB (2007). Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. ([https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/nationale\\_strategie\\_biologische\\_vielfalt\\_2015\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/nationale_strategie_biologische_vielfalt_2015_bf.pdf)) Letzter Zugriff: 2.3.22
11. Getirana et al. (2021). Brazil is in water crisis — it needs a drought plan. *Nature*. doi:10.1038/d41586-021-03625-w
12. Wende et al. (2018). Biodiversity Offsets. *European Perspectives on No Net Loss of Biodiversity and Ecosystem Services*. XII, 252 (Springer Nature).
13. Arneth et al. (2019). Framing and Context. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. (IPCC)
14. Bullock et al. (2020). Satellite-based estimates reveal widespread forest degradation in the Amazon. *Global Change Biology*. doi:10.1111/gcb.15029
15. Anderegg William et al. (2020). Climate-driven risks to the climate mitigation potential of forests. *Science*. doi:10.1126/science.aaz7005
16. Schuldt et al. (2020). A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests. *Basic and Applied Ecology*. doi:https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.04.003
17. Tanneberger et al. (2021). Towards net zero CO<sub>2</sub> in 2050: An emission reduction pathway for organic soils in Germany. *Mires and Peat*. doi:10.19189/MaP.2020.SNPG.StA.1951
18. Wichmann et al. (2020). Paludiculture on former bog grassland: Profitability of Sphagnum farming in North West Germany. *Mires and Peat*. doi:10.19189/MaP.2019.SNPG.StA.1768
19. Atwood et al. (2020). Global Patterns in Marine Sediment Carbon Stocks. *Frontiers in Marine Science*. doi:10.3389/fmars.2020.00165
20. Savoca et al. (2021). Baleen whale prey consumption based on high-resolution foraging measurements. *Nature*. doi:10.1038/s41586-021-03991-5
21. Rajão et al. (2020). The rotten apples of Brazil's agribusiness. *Science*. doi:10.1126/science.aba6646
22. Cook-Patton et al. (2021). Protect, manage and then restore lands for climate mitigation. *Nat. Clim. Chang*. doi:10.1038/s41558-021-01198-0
23. EU Commission (2020). Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions - EU Biodiversity Strategy for 2030, Bringing nature back into our lives.
24. Wende et al. (2020). Evaluating municipal landscape plans and their influence on selected aspects of landscape development – An empirical study from Germany. *Land Use Policy*. doi:10.1016/j.landusepol.2020.104855
25. Friedlingstein et al. (2021). Global Carbon Budget 2021. *Earth Syst. Sci. Data Discuss*. doi:10.5194/essd-2021-386

## 1 Biodiversitäts- und Klimaschutz zusammen verwirklichen

1. Pörtner et al. (2021). Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change. (IPBES sekretariat, Bonn, Germany) doi:10.5281/zenodo.5101125
2. Smith et al. (2021). How do we best synergize climate mitigation actions to co-benefit biodiversity? *Glob Chang Biol*. doi:10.1111/gcb.16056
3. Shin et al. (2022). Actions to halt biodiversity loss generally benefit the climate. *Global Change Biology*. doi:10.1111/gcb.16109
4. Gatti et al. (2021). Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature*. doi:10.1038/s41586-021-03629-6
5. 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. 56 pages (IPBES sekretariat, Bonn, Germany).
6. Dinerstein et al. (2019). A Global Deal For Nature: Guiding principles, milestones, and targets. *Science Advances*. doi:10.1126/sciadv.aaw2869
7. Hannah et al. (2020). 30% land conservation and climate action reduces tropical extinction risk by more than 50%. *Ecography*. doi:10.1111/ecog.05166
8. Strassburg Bernardo (2021). A Decade for restoring Earth. *Science*. doi:10.1126/science.abm6556
9. Sala et al. (2021). Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature*. doi:10.1038/s41586-021-03371-z
10. Gerling & Wätzold (2021). An economic evaluation framework for land-use-based conservation policy instruments in a changing climate. *Conserv Biol*. doi:10.1111/cobi.13631
11. Arneth et al. (2020). Post-2020 biodiversity targets need to embrace climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. doi:10.1073/pnas.2009584117
12. Kehoe et al. (2020). Inclusion, Transparency, and Enforcement: How the EU-Mercosur Trade Agreement Fails the Sustainability Test. *One Earth*. doi:10.1016/j.oneear.2020.08.013

## 2 Planetare Gesundheit stärken

1. Marselle et al. (2021). Pathways linking biodiversity to human health: A conceptual framework. *Environment International*. doi:10.1016/j.envint.2021.106420
2. Bernstein et al. (2022). The costs and benefits of primary prevention of zoonotic pandemics. *Sci. Adv*. doi:10.1126/sciadv.abl4183
3. 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
4. Volta et al. (2021). Co-benefits of changing diet. A modelling assessment at the regional scale integrating social acceptability, environmental and health impacts. *Science of The Total Environment*. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.143708
5. Ebi et al. (2020). Transdisciplinary Research Priorities for Human and Planetary Health in the Context of the 2030 Agenda for Sustainable Development. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. doi:10.3390/ijerph17238890
6. Delabre et al. (2021). Actions on sustainable food production and consumption for the post-2020 global biodiversity framework. *Science Advances*. doi:10.1126/sciadv.abc8259
7. Howes et al. (2020). Molecules from nature: Reconciling biodiversity conservation and global healthcare imperatives for sustainable use of medicinal plants and fungi. *PLANTS, PEOPLE, PLANET*. doi:10.1002/ppp3.10138

# Referenzen

8. Garcia-Candela et al. (2021). Antiviral activity of the sea cucumber tegument extract (*Pattalus mollis*) on human rotavirus A (RVA). *Nat Prod Res.* doi:10.1080/14786419.2019.1611807
9. Newman & Cragg (2020). Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. *J. Nat. Prod.* doi:10.1021/acs.jnatprod.9b01285
10. Roe (2019). Biodiversity loss—more than an environmental emergency. *The Lancet Planetary Health.* doi:10.1016/S2542-5196(19)30113-5
11. Marselle et al. (2019). Biodiversity and Health in the Face of Climate Change. doi:10.1007/978-3-030-02318-8
12. Cox et al. (2017). Doses of Neighborhood Nature: The Benefits for Mental Health of Living with Nature. *BioScience.* doi:10.1093/biosci/biw173
13. Methorst et al. (2021). The importance of species diversity for human well-being in Europe. *Ecological Economics.* doi:10.1016/j.ecolecon.2020.106917
14. Ohly et al. (2016). Attention Restoration Theory: A systematic review of the attention restoration potential of exposure to natural environments. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* doi:10.1080/10937404.2016.1196155
15. Venter et al. (2020). Urban nature in a time of crisis: recreational use of green space increases during the COVID-19 outbreak in Oslo, Norway. *Environ. Res. Lett.* doi:10.1088/1748-9326/abb396
16. Soga & Gaston (2016). Extinction of experience: the loss of human-nature interactions. *Frontiers in Ecology and the Environment.* doi:10.1002/fee.1225
17. Weiss & Sankaran (2022). Emergence of epidemic diseases: zoonoses and other origins. *F1000Prime Rep.* doi:10.12703/r/11-2
18. Plowright et al. (2021). Land use-induced spillover: a call to action to safeguard environmental, animal, and human health. *The Lancet Planetary Health.* doi:10.1016/S2542-5196(21)00031-0
19. Johnson et al. (2020). Global shifts in mammalian population trends reveal key predictors of virus spillover risk. *Proc Biol Sci.* doi:10.1098/rspb.2019.2736
20. Morand & Lajaunie (2021). Outbreaks of Vector-Borne and Zoonotic Diseases Are Associated With Changes in Forest Cover and Oil Palm Expansion at Global Scale. *Frontiers in Veterinary Science.* doi:10.3389/fvets.2021.661063
21. Huong et al. (2020). Coronavirus testing indicates transmission risk increases along wildlife supply chains for human consumption in Viet Nam, 2013–2014. *PLOS ONE.* doi:10.1371/journal.pone.0237129
22. Machalaba et al. (2021). Gaps in health security related to wildlife and environment affecting pandemic prevention and preparedness, 2007–2020. *Bull. World Health Organ.* doi:10.2471/BLT.20.272690
23. World Organisation for Animal Health (2021). OIE Wildlife Health Framework [https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/International\\_Standard\\_Setting/docs/pdf/WGWildlife/A\\_Wildlifehealth\\_conceptnote.pdf](https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/International_Standard_Setting/docs/pdf/WGWildlife/A_Wildlifehealth_conceptnote.pdf). Letzter Zugriff: 2.3.22
24. Hale et al. (2022). SARS-CoV-2 infection in free-ranging white-tailed deer. *Nature.* doi:10.1038/s41586-021-04353-x
25. Dobson et al. (2020). Ecology and economics for pandemic prevention: Investments to prevent tropical deforestation and to limit wildlife trade will protect against future zoonosis outbreaks. *Science.* doi:10.1126/science.abc3189
26. van Bruggen et al. (2019). One Health - Cycling of diverse microbial communities as a connecting force for soil, plant, animal, human and ecosystem health. *Sci Total Environ.* doi:10.1016/j.scitotenv.2019.02.091
27. Pörtner et al. (2021). Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change. (IPBES secretariat, Bonn, Germany). doi:10.5281/zenodo.5101125
28. Zanten et al. (2016). Opinion paper: The role of livestock in a sustainable diet: a land-use perspective. *Animal.* doi:10.1017/S1751731115002694
29. Ekor (2014). The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. *Frontiers in Pharmacology.* doi:10.3389/fphar.2013.00177
30. Fuller et al. (2007). Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology Letters.* doi:10.1098/rsbl.2007.0149
31. Dallimer et al. (2012). Biodiversity and the Feel-Good Factor: Understanding Associations between Self-Reported Human Well-being and Species Richness. *BioScience.* doi:10.1525/bio.2012.62.19
32. Marselle et al. (2020). Urban street tree biodiversity and antidepressant prescriptions. *Sci Rep.* doi:10.1038/s41598-020-79924-5
33. Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J. & Bonn, A. (2017) Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas - Linkages of science, policy and practice. Springer, Cham, Switzerland. (<https://www.springer.com/de/book/9783319537504>). Letzter Zugriff: 2.3.22
34. Hobbie & Grimm (2020). Nature-based approaches to managing climate change impacts in cities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences.* doi:10.1098/rstb.2019.0124
35. Carroll et al. (2018). The Global Virome Project. *Science.* doi:10.1126/science.aap7463
36. Jones et al. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature.* doi:10.1038/nature06536
37. Andersen et al. (2020). The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nat Med.* doi:10.1038/s41591-020-0820-9
38. Taylor et al. (2001). Risk factors for human disease emergence. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* doi:10.1098/rstb.2001.0888
39. Schmeller et al. (2020). Biodiversity loss, emerging pathogens and human health risks. *Biodivers Conserv.* doi:10.1007/s10531-020-02021-6
40. Patz et al. (2004). Unhealthy Landscapes: Policy Recommendations on Land Use Change and Infectious Disease Emergence. *Environ Health Perspect.* doi:10.1289/ehp.6877
41. Wolfe et al. (2007). Origins of major human infectious diseases. *Nature.* doi:10.1038/nature05775
42. Reddy & Saier (2020). The Causal Relationship between Eating Animals and Viral Epidemics. *Microb Physiol.* doi:10.1159/000511192
43. Andleeb et al. (2020). Chapter 18 - Environmental and public health effects of antibiotics and AMR/ARGs. in *Antibiotics and Antimicrobial Resistance Genes in the Environment* doi:10.1016/B978-0-12-818882-8.00018-8
44. Graham et al. (2019). Complexities in understanding antimicrobial resistance across domesticated animal, human, and environmental systems. *Ann N Y Acad Sci.* doi:10.1111/nyas.14036
45. Dhingra et al. (2020). Microbial Resistance Movements: An Overview of Global Public Health Threats Posed by Antimicrobial Resistance, and How Best to Counter. *Frontiers in Public Health.* doi:10.3389/fpubh.2020.535668
46. Reaser et al. (2022). Fostering landscape immunity to protect human health: A science-based rationale for shifting conservation policy paradigms. *Conservation Letters.* doi:10.1111/conl.12869
47. White et al. (2019). Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing. *Sci Rep.* doi:10.1038/s41598-019-44097-3

## 3 Unsichtbare Biodiversität beachten

1. Delso et al. (2021). Protected area networks do not represent unseen biodiversity. *Sci Rep.* doi:10.1038/s41598-021-91651-z
2. Acreman et al. (2020). Protected areas and freshwater biodiversity: a novel systematic review distils eight lessons for effective conservation. *Conservation Letters.* doi:10.1111/conl.12684
3. He et al. (2021). Impacts of loss of free-flowing rivers on global freshwater megafauna. *Biological Conservation.* doi:10.1016/j.biocon.2021.109335
4. Tickner et al. (2020). Bending the Curve of Global Freshwater Biodiversity Loss: An Emergency Recovery Plan. *BioScience.* doi:10.1093/biosci/biaa002
5. Maasri et al. (2022). A global agenda for advancing freshwater biodiversity research. *Ecol Lett.* doi:10.1111/ele.13931
6. O'Connor (2021). Microbiology challenges and opportunities in the circular economy. *Microbiology (Reading).* doi:10.1099/mic.0.001026
7. Guerra et al. (2021). Tracking, targeting, and conserving soil biodiversity. *Science.* doi:10.1126/science.abd7926
8. Bennett et al. (2020). Resistance of soil biota and plant growth to disturbance increases with plant diversity. *Ecology Letters.* doi:10.1111/ele.13408
9. Hölker et al. (2021). 11 Pressing Research Questions on How Light Pollution Affects Biodiversity. *Frontiers in Ecology and Evolution.* doi:10.3389/fevo.2021.767177

10. Schroer et al. (2020). Working with Inadequate Tools: Legislative Shortcomings in Protection against Ecological Effects of Artificial Light at Night. *Sustainability*. doi:10.3390/su12062551
11. Sordello et al. (2022). A plea for a worldwide development of dark infrastructure for biodiversity – Practical examples and ways to go forward. *Landscape and Urban Planning*. doi:10.1016/j.landurbplan.2021.104332
12. Vilà et al. (2021). Viewing Emerging Human Infectious Epidemics through the Lens of Invasion Biology. *BioScience*. doi:10.1093/biosci/biab047
13. Pyšek et al. (2020). Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews*. doi:10.1111/brv.12627
14. Pergl et al. (2020). Need for routine tracking of biological invasions. *Conservation Biology*. doi:10.1111/cobi.13445
15. Wei et al. (2020). Long-term urbanization impacts the eastern golden frog (*Pelophylax plancyi*) in Shanghai City: Demographic history, genetic structure, and implications for amphibian conservation in intensively urbanizing environments. *Evol. Appl.* doi:10.1111/eva.13156
16. Urban et al. (2022). Coding for Life: Designing a Platform for Projecting and Protecting Global Biodiversity. *BioScience*. doi:10.1093/biosci/biab099
17. Urban et al. (2020). Evolutionary origins for ecological patterns in space. *PNAS*. doi:10.1073/pnas.1918960117
18. Díaz et al. (2020). Set ambitious goals for biodiversity and sustainability. *Science*. doi:10.1126/science.abe1530
19. Otto et al. (2021). The origins and potential future of SARS-CoV-2 variants of concern in the evolving COVID-19 pandemic. *Curr Biol*. doi:10.1016/j.cub.2021.06.049
20. Manuel et al. (2022). Strengthening Public Health Surveillance Through Wastewater Testing: An Essential Investment for the COVID-19 Pandemic and Future Health Threats. doi:10.1596/36852
21. Hinz et al. (2022). SARS-CoV-2 detection from the built environment and wastewater and its use for hospital surveillance. *FACETS*. doi:10.1139/facets-2021-0139
22. WWF Living Planet Report 2020. WWF Deutschland. (<https://www.wwf.de/living-planet-report>) Letzter Zugriff: 2.3.22
23. Veresoglou et al. (2015). Extinction risk of soil biota. *Nat Commun*. doi:10.1038/ncomms9862
24. Maaroufi & De Long (2020). Global Change Impacts on Forest Soils: Linkage Between Soil Biota and Carbon-Nitrogen-Phosphorus Stoichiometry. *Frontiers in Forests and Global Change*. doi: 10.3389/ffgc.2020.00016
25. Geisen et al. (2019). Challenges and Opportunities for Soil Biodiversity in the Anthropocene. *Current Biology*. doi:10.1016/j.cub.2019.08.007
26. Kyba et al. (2017). Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent. *Sci. Adv.* doi:10.1126/sciadv.1701528
27. CCA, Council of Canadian Academies Report (2019). When Antibiotics Fail: The Expert Panel on the Potential Socio-Economic Impacts of Antimicrobial Resistance in Canada. (<https://cca-reports.ca/wp-content/uploads/2018/10/When-Antibiotics-Fail-1.pdf>) Letzter Zugriff: 2.3.22
28. Singh et al. (2021). Global patterns in genomic diversity underpinning the evolution of insecticide resistance in the aphid crop pest *Myzus persicae*. *Commun Biol*. doi:10.1038/s42003-021-02373-x
29. IPBES (2020). Workshop Report on Biodiversity and Pandemics of the Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). doi:10.5281/ZENODO.4147317
4. Harmon & Loh (2018). Congruence Between Species and Language Diversity. in: *The Oxford handbook of endangered languages*. (Oxford, Oxford University Press), ISBN: 9780190610029, doi:10.1093/oxfordhb/9780190610029.013.31
5. Rapport & Singh (2006). An EcoHealth-based framework for State of Environment Reporting. *Ecological Indicators*. doi:10.1016/j.ecoind.2005.05.003
6. 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
7. Mann et al. (2021). Assessing forest governance innovations in Europe: Needs, challenges and ways forward for sustainable forest ecosystem service provision. *Ecosystem Services*. doi:10.1016/j.ecoser.2021.101384
8. Hill et al. (2020). Working with Indigenous, local and scientific knowledge in assessments of nature and nature's linkages with people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. doi:10.1016/j.cosust.2019.12.006
9. 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
10. Cámara-Leret & Bascompte (2021). Language extinction triggers the loss of unique medicinal knowledge. *PNAS*. doi:10.1073/pnas.2103683118
11. Kik et al. (2021). Language and ethnobiological skills decline precipitously in Papua New Guinea, the world's most linguistically diverse nation. *PNAS*. doi:10.1073/pnas.2100096118
12. 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
13. Campbell & Belew (2018). Cataloguing the world's endangered languages. (New York, Routledge), ISBN: ISBN 9780367580902
14. IUCN Red List 2021-3. (<https://www.iucnredlist.org>) Letzter Zugriff: 2.3.22
15. Bromham et al. (2022). Global predictors of language endangerment and the future of linguistic diversity. *Nat Ecol Evol*. doi:10.1038/s41559-021-01604-y
16. Díaz et al. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science*. doi:10.1126/science.aax3100

## 5 Wald nachhaltig nutzen

1. Mann et al. (2021). Assessing forest governance innovations in Europe: Needs, challenges and ways forward for sustainable forest ecosystem service provision. *Ecosystem Services*. doi:10.1016/j.ecoser.2021.101384
2. Forzieri et al. (2021). Emergent vulnerability to climate-driven disturbances in European forests. *Nature Communications*. doi:10.1038/s41467-021-21399-7
3. Senf & Seidl (2021). Mapping the forest disturbance regimes of Europe. *Nature Sustainability*. doi:10.1038/s41893-020-00609-y
4. Brun et al. (2020). Large-scale early-wilting response of Central European forests to the 2018 extreme drought. *Global Change Biology*. doi:<https://doi.org/10.1111/gcb.15360>
5. Senf & Seidl (2021). Persistent impacts of the 2018 drought on forest disturbance regimes in Europe. *Biogeosciences*. doi:10.5194/bg-18-5223-2021
6. Schuldt et al. (2020). A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests. *Basic and Applied Ecology*. doi:10.1016/j.baae.2020.04.003
7. Anderegg William et al. (2020). Climate-driven risks to the climate mitigation potential of forests. *Science*. doi:10.1126/science.aaz7005
8. Schroeder et al. (2021). Oaks as Beacons of Hope for Threatened Mixed Forests in Central Europe. *Frontiers in Forests and Global Change*. doi:10.3389/ffgc.2021.670797
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

## 4 Biokulturelle Lebensräume fördern

1. Maffi (2001). *On biocultural diversity: linking language, knowledge, and the environment*. (Washington, Smithsonian Institution Press), ISBN: 978-1-56098-905-9 978-1-56098-930-1
2. Bridgewater & Rotherham (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
3. Gorenflo et al. (2012). Co-occurrence of linguistic and biological diversity in biodiversity hotspots and high biodiversity wilderness areas. *PNAS*. doi:10.1073/pnas.111751109

# Referenzen

- Schulze et al. (2020). The Impact of Accounting for Future Wood Production in Global Vertebrate Biodiversity Assessments. *Environ Manage.* doi:10.1007/s00267-020-01322-4
- Kirpotin et al. (2021). Impacts of environmental change on biodiversity and vegetation dynamics in Siberia. *Ambio.* doi:10.1007/s13280-021-01570-6
- de la Sancha et al. (2021). The disappearing Dry Chaco, one of the last dry forest systems on earth. *Landscape Ecology.* doi:10.1007/s10980-021-01291-x
- Maia et al. (2020). The carbon sink of tropical seasonal forests in southeastern Brazil can be under threat. *Science Advances.* doi:10.1126/sciadv.abd4548
- Statisches Bundesamt (2022), D. Pressemitteilung Nr. N 041 vom 27. Juli 2020. ([https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/07/PD20\\_N041\\_412.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/07/PD20_N041_412.html)) Letzter Zugriff: 2.3.22
- Harris et al. (2021). Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. *Nature Climate Change.* doi:10.1038/s41558-020-00976-6
- Lowder et al. (2021). Which farms feed the world and has farmland become more concentrated? *World Development.* doi:10.1016/j.worlddev.2021.105455

## 7 Land und Ressourcen schützen

1. UN News. Global perspective Human stories. Access to a healthy environment, declared a human right by UN rights council. (<https://news.un.org/en/node/1102582/%20%0D2>). Letzter Zugriff: 21.2.22
2. Europäische Kommission (2011). Lebensversicherung und Naturkapital: Eine Biodiversitätsstrategie der EU für das Jahr 2020.
3. Arneth et al. (2021). Biodiversität und Klimawandel. Eine gemeinsame Analyse von Autoren des Weltbiodiversitätsrates IPBES und des Weltklimarates IPCC (Workshop- Bericht). ([https://www.ufz.de/export/data/2/254782\\_Workshop-Bericht\\_FINAL\\_1.pdf](https://www.ufz.de/export/data/2/254782_Workshop-Bericht_FINAL_1.pdf)). Letzter Zugriff: 21.2.22
4. Sukhdev et al. (2014). The Economics of Ecosystems and biodiversity (TEEB): Challenges and Responses, in D. Helm and C. Hepburn (eds), *Nature in the Balance: The Economics of Biodiversity. The Economics of Ecosystems and Biodiversity.* (Oxford, Oxford University Press)
5. Informationen zum Projekt "Ökosystemleistungen in Stadt- und Regionalplanung - ÖSKKIP". (<https://www.öskkip.de/>). Letzter Zugriff: 21.2.22
6. Perino et al. Biodiversity post-2020: Closing the gap between global targets and national-level implementation. *Conservation Letters.* doi:10.1111/conl.12848
7. Brühl et al. (2021). Direct pesticide exposure of insects in nature conservation areas in Germany. *Sci Rep.* doi:10.1038/s41598-021-03366-w
8. Dinerstein et al. (2019). A Global Deal For Nature: Guiding principles, milestones, and targets. *Science Advances.* doi:10.1126/sciadv.aaw2869
9. Schütte et al. (2018). Aktivierung nichtnaturschutzrechtlicher Fachplanungsinstrumente und der räumlichen Gesamtplanung zur Umsetzung der Nationalen Biodiversitätsstrategie. *Umweltbundesamt.* ISSN: 1862-4359
10. Hofreiter & Niebert (2021). Schluss mit 'ja, aber!' Gastbeitrag im klimareporter, 07.07.2021. (<https://www.klimareporter.de/energie/wende/schluss-mit-ja-aber>). Letzter Zugriff: 21.2.22
11. Europäische Kommission (2021). EU biodiversity strategy for 2030 : bringing nature back into our lives. doi:10.10.2779/677548
12. Europäische Kommission (2021). EU-Bodenstrategie für 2030. Die Vorteile gesunder Böden für Menschen, Lebensmittel, Natur und Klima nutzen.
13. Krause et al. (2013). Die Meeresschutzgebiete der deutschen Nordsee – vom Wattenmeer bis in die ausschließliche Wirtschaftszone. *Natur und Landschaft* 97.1/2022: 2–8; s. auch Managementpläne für die Schutzgebiete der Nord- und Ostsee (<https://www.bfn.de/management-1>) Letzter Zugriff: 21.2.22
14. von Weizsäcker et al. (2017). Wir sind dran. Club of Rome: Der große Bericht: Was wir ändern müssen, wenn wir bleiben wollen. Eine neue Aufklärung für eine volle Welt. Gütersloher Verlagshaus. ISBN:978-3-579-08693-4
15. Lesch & Kamphausen (2018). Die Menschheit schafft sich ab - Die Erde im Griff des Anthropozän. Knauer TB. ISBN: 978-3-426-78940-7
16. IPCC (2019). Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. In press.
17. Projektauftritt „SALBES“: Landwirtschaft und Biodiversität – auf der Suche nach dem Gleichgewicht. (<https://www.kooperation-international.de/aktuelles/nachrichten/detail/info/projektauftritt-salbes-landwirtschaft-und-biodiversitaet-auf-der-suche-nach-dem-gleichgewicht/>). Letzter Zugriff: 21.2.22
18. Agricultural Climate Resilience Enhancement Initiative (ACREI). (<https://public.wmo.int/en/projects/agricultural-climate-resilience-enhancement-initiative-acrei-0>). Letzter Zugriff: 21.2.22
19. Pörtner, H.-O. et al. (2021). IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change. doi:10.5281/ZENODO.4782538
20. „EUKI - Kohlenstoffbindung durch baltische Moorlandwirte“, (<https://www.succow-stiftung.de/moor-klima/baltikum-euki-kohlenstoffbindung-durch-baltische-moorlandwirte>). Letzter Zugriff: 21.2.22

## 6 Landwirtschaft umbauen

1. Beckmann et al. (2019). Conventional land-use intensification reduces species richness and increases production: A global meta-analysis. *Global Change Biology.* doi:10.1111/gcb.14606
2. Schuldt et al. (2019). Multiple plant diversity components drive consumer communities across ecosystems. *Nat Commun.* doi:10.1038/s41467-019-09448-8
3. Raven & Wagner (2021). Agricultural intensification and climate change are rapidly decreasing insect biodiversity. *PNAS.* doi:10.1073/pnas.2002548117
4. Marques et al. (2019). Increasing impacts of land use on biodiversity and carbon sequestration driven by population and economic growth. *Nat Ecol Evol.* doi:10.1038/s41559-019-0824-3
5. Nicholson et al. (2021). Global relationships between crop diversity and nutritional stability. *Nat Commun.* doi:10.1038/s41467-021-25615-2
6. Chen et al. (2021). Diversity increases yield but reduces harvest index in crop mixtures. *Nat. Plants.* doi:10.1038/s41477-021-00948-4
7. Turner et al. (2020). Effects of genomic and functional diversity on stand-level productivity and performance of non-native *Arabidopsis*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences.* doi:10.1098/rspb.2020.2041
8. Weisser et al. (2017). Biodiversity effects on ecosystem functioning in a 15-year grassland experiment: Patterns, mechanisms, and open questions. *Basic and Applied Ecology.* doi:10.1016/j.baae.2017.06.002
9. Furey & Tilman (2021). Plant biodiversity and the regeneration of soil fertility. *PNAS.* doi:10.1073/pnas.2111321118
10. Egli et al. (2020). Crop asynchrony stabilizes food production. *Nature.* doi:10.1038/s41586-020-2965-6
11. Cai et al. (2021). Cell-free chemoenzymatic starch synthesis from carbon dioxide. *Science.* doi:10.1126/science.abh4049
12. Eldridge et al. (2020). Getting to the roots of aeroponic indoor farming. *New Phytologist.* doi:10.1111/nph.16780
13. Asseng et al. (2020). Wheat yield potential in controlled-environment vertical farms. *PNAS.* doi:10.1073/pnas.2002655117
14. OECD Incentive Measures for Biodiversity (<https://www.oecd.org/env/resources/incentive-measures-for-biodiversity.htm>). Letzter Zugriff: 25.2.22
15. Maas et al. (2021). Divergent farmer and scientist perceptions of agricultural biodiversity, ecosystem services and decision-making. *Biological Conservation.* doi:10.1016/j.biocon.2021.109065
16. Seppelt et al. (2020). Deciphering the Biodiversity-Production Mutualism in the Global Food Security Debate. *Trends in Ecology & Evolution.* doi:10.1016/j.tree.2020.06.012
17. Arneth et al. (2020). Post-2020 biodiversity targets need to embrace climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* doi:10.1073/pnas.2009584117
18. Eichenberg et al. (2021). Widespread decline in Central European plant diversity across six decades. *Global Change Biology.* doi:10.1111/gcb.15447



21. Wiedervernässung von Torfmooren in Russland – Verhütung von Bränden und Abmilderung des Klimawandels. ([https://www.international-climate-initiative.com/de/details/project/wiedervernaessung-von-torfmooren-in-russland-verhuetung-von-braenden-und-abmilderung-des-klimawandels-11\\_III\\_040-117](https://www.international-climate-initiative.com/de/details/project/wiedervernaessung-von-torfmooren-in-russland-verhuetung-von-braenden-und-abmilderung-des-klimawandels-11_III_040-117)). Letzter Zugriff: 21.2.22
22. Schneidewind (2018). Die große Transformation – Eine Einführung in die Kunst gesellschaftlichen Wandels. FISCHER Taschenbuch. ISBN:978-3-596-70259-6
23. Pörtner (2021). Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change. (IPBES secretariat, Bonn, Germany) doi:10.5281/zenodo.5101125
24. van der Velde & Leuven (2011). The Special Column of Aquatic Invasive Species Science. *Current Zoology*. doi:10.1093/czoolo/57.6.816
25. Pestizidatlas 2022: Gifte in der Landwirtschaft. Heinrich-Böll-Stiftung. (<https://www.boell.de/de/pestizidatlas>). Letzter Zugriff: 21.2.22
26. FAO (2020). State of knowledge of soil biodiversity – Status, challenges and potentialities: Report 2020. doi:10.4060/cb1928en
27. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-take-3/assessment-and-https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/land-take-statistics>. Letzter Zugriff: Feb 21, 2022

## 8 Transnationale Infrastrukturen und Bildung für Nachhaltigkeit ausbauen

1. Schröter et al. (2018). Interregional flows of ecosystem services: Concepts, typology and four cases. *Ecosystem Services*. doi:10.1016/j.ecoser.2018.02.003
2. Kehoe et al. (2020). Inclusion, Transparency, and Enforcement: How the EU-Mercosur Trade Agreement Fails the Sustainability Test. *One Earth*. doi:10.1016/j.oneear.2020.08.013
3. Campagnaro et al. (2019). Half Earth or Whole Earth: What Can Natura 2000 Teach Us? *BioScience*. doi:10.1093/biosci/biy153
4. Hermoso et al. (2022). The EU Biodiversity Strategy for 2030: Opportunities and challenges on the path towards biodiversity recovery. *Environmental Science & Policy*. doi:10.1016/j.envsci.2021.10.028
5. Pereira et al. (2022). Europa Biodiversity Observation Network: integrating data streams to support policy. *ARPHA Preprints*. doi:10.3897/arphapreprints.e81207
6. Moersberger et al. (2021). EuropaBON: User and Policy Needs Assessment. *EuropaBON/iDiv*. doi:10.3897/rio.coll.145
7. Perino et al. (2021). Biodiversity post-2020: Closing the gap between global targets and national-level implementation. *Conservation Letters*. doi:10.1111/conl.12848
8. Navarro et al. (2017). Monitoring biodiversity change through effective global coordination. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. doi:10.1016/j.cosust.2018.02.005
9. Hughes et al. (2021). Sampling biases shape our view of the natural world. *Ecography*. doi:10.1111/ecog.05926
10. Hochkirch et al. (2021). A strategy for the next decade to address data deficiency in neglected biodiversity. *Conserv Biol*. doi:10.1111/cobi.13589
11. Callaghan et al. (2020). Three Frontiers for the Future of Biodiversity Research Using Citizen Science Data. *BioScience*. doi:10.1093/biosci/biaa131
12. Kelly et al. (2020). Citizen science and marine conservation: a global review. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. doi:10.1098/rstb.2019.0461
13. Rapacciuolo et al. (2021). Deriving indicators of biodiversity change from unstructured community-contributed data. *Oikos*. doi:10.1111/oik.08215
14. Richter et al. (2021). Motivation and support services in citizen science insect monitoring: A cross-country study. *Biological Conservation*. doi:10.1016/j.biocon.2021.109325
15. Bonney et al. (2021). Sea Change: Using Citizen Science to Inform Fisheries Management. *BioScience*. doi:10.1093/biosci/biab016
16. Sordello et al. (2022). A plea for a worldwide development of dark infrastructure for biodiversity – Practical examples and ways to go forward. *Landscape and Urban Planning*. doi:10.1016/j.landurbplan.2021.104332
17. Kimic & Ostrysz (2021). Assessment of Blue and Green Infrastructure Solutions in Shaping Urban Public Spaces—Spatial and Functional, Environmental, and Social Aspects. *Sustainability*. doi:10.3390/su131911041
18. Gao et al. (2020). Change of stream network connectivity and its impact on flood control. *Water Science and Engineering*. doi:10.1016/j.wse.2020.12.004
19. van Rees et al. (2021). Safeguarding freshwater life beyond 2020: Recommendations for the new global biodiversity framework from the European experience. *Conservation Letters*. doi:10.1111/conl.12771
20. Pereira et al. (2013). Essential Biodiversity Variables. doi:10.1126/science.1229931

## 9 Zugang und offene Nutzung von Forschungsdaten sichern

1. Calas et al. (2021). Biodiversity: toward better data sharing. ID4D: Sustainable Development News. (<https://ideas4development.org/en/biodiversity-toward-better-data-sharing/>) Letzter Zugriff: 2.3.22
2. Heberling et al. (2021). Data integration enables global biodiversity synthesis. *PNAS*. doi:10.1073/pnas.2018093118
3. Lange et al. (2014). Biotic and Abiotic Properties Mediating Plant Diversity Effects on Soil Microbial Communities in an Experimental Grassland. *PLoS ONE*. doi:10.1371/journal.pone.0096182
4. Mandeville et al. (2021). Open Data Practices among Users of Primary Biodiversity Data. *BioScience*. doi:10.1093/biosci/biab072
5. Miralles et al. (2020). Repositories for Taxonomic Data: Where We Are and What is Missing. *Systematic biology*. doi:10.1093/sysbio/syaa026
6. Wührl et al. (2021). DiversityScanner: Robotic discovery of small invertebrates with machine learning methods. doi:10.1101/2021.05.17.444523
7. Ewers-Saucedo et al. Natural history collections recapitulate 200 years of faunal change. *Royal Society Open Science*. doi:10.1098/rsos.201983
8. Stephenson & Stengel (2020). An inventory of biodiversity data sources for conservation monitoring. *PLOS ONE*. doi:10.1371/journal.pone.0242923
9. Wetzal et al. (2018). Unlocking biodiversity data: Prioritization and filling the gaps in biodiversity observation data in Europe. *Biological Conservation*. doi:10.1016/j.biocon.2017.12.024
10. Heinrich et al. (2020). Access and Benefit Sharing Under the Nagoya Protocol—Quo Vadis? Six Latin American Case Studies Assessing Opportunities and Risk. *Frontiers in Pharmacology*. doi:10.3389/fphar.2020.00765
11. von Wettberg & Khoury (2022). Biodiversity data: The importance of access and the challenges regarding benefit sharing. *PLANTS, PEOPLE, PLANET*. doi:10.1002/ppp3.10241
12. Arita et al. (2021). The international nucleotide sequence database collaboration. *Nucleic Acids Research*. doi:10.1093/nar/gkaa967
13. Tian et al. (2021). Designing future crops: challenges and strategies for sustainable agriculture. *The Plant Journal*. doi:10.1111/tpj.15107
14. FishBase ([www.fishbase.de](http://www.fishbase.de)) Letzter Zugriff: 2.3.22
15. Edaphobase ([portal.edaphobase.org](http://portal.edaphobase.org)) Letzter Zugriff: 2.3.22
16. Thonicke et al. (2020). Simulating functional diversity of European natural forests along climatic gradients. *Journal of Biogeography*. doi:10.1111/jbi.13809
17. Bruelheide et al. (2018). Global trait–environment relationships of plant communities. *Nat Ecol Evol*. doi:10.1038/s41559-018-0699-8
18. Overmann & Scholz (2017). Microbiological Research Under the Nagoya Protocol: Facts and Fiction. *Trends in Microbiology*. doi:10.1016/j.tim.2016.11.001
19. Alves et al. (2018). Brazilian legislation on genetic heritage harms Biodiversity Convention goals and threatens basic biology research and education. *An. Acad. Bras. Ciênc.* doi:10.1590/0001-3765201820180460
20. Pawar (2020). Strict biodiversity laws prevent Indian scientists from sharing new microbes with the world. *Science*. doi:10.1126/science.abf3547
21. Scholz et al. (2021). Myth-busting the provider-user relationship for digital sequence information. *GigaScience*. doi:10.1093/gigascience/giab085

# Referenzen

22. Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2021). Den offenen Zugang zu digitalen Sequenzinformationen erhalten - multi-lateraler Vorteilsausgleich und offene Wissenschaft. Halle (Saale), 27pp. ISBN: 978-3-8047-4219-2
23. Global Biodiversity Information Facility ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)) Letzter Zugriff: 2.3.22
24. GenBank ([www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/statistics/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/statistics/)) Letzter Zugriff: 2.3.22
25. TRY-Datenbank ([www.try-db.org/TryWeb/Home.php](http://www.try-db.org/TryWeb/Home.php)) Letzter Zugriff: 2.3.22

## 10 Biodiversitätsfreundliche Anreize setzen

1. Dasgupta (2021). The economics of biodiversity: the Dasgupta review: full report. (London, HM Treasury). ISBN:978-1-911680-29-1
2. Huber & Finger (2020). A Meta- analysis of the Willingness to Pay for Cultural Services from Grasslands in Europe. *Journal of Agricultural Economics*. doi:10.1111/1477-9552.12361
3. Dallimer et al. (2020). Taking stock of the empirical evidence on the insurance value of ecosystems. *Ecological Economics*. doi:10.1016/j.ecolecon.2019.106451
4. Quaas et al. (2019). Insurance value of natural capital. *Ecological Economics*. doi:10.1016/j.ecolecon.2019.106388
5. Faith (2021). Valuation and Appreciation of Biodiversity: The "Maintenance of Options" Provided by the Variety of Life. *Frontiers in Ecology and Evolution*. doi:10.3389/fevo.2021.635670
6. Bartkowski (2017). Are diverse ecosystems more valuable? Economic value of biodiversity as result of uncertainty and spatial interactions in ecosystem service provision. *Ecosystem Services*. doi:10.1016/j.ecoser.2017.02.023
7. Drupp et al. (2018). Economic Inequality and the Value of Nature. *Ecological Economics*. doi:10.1016/j.ecolecon.2018.03.029
8. UN (2022). System of Environmental-Economic Accounting - Ecosystem Accounting. ([https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EA/seea\\_ea\\_white\\_cover\\_final.pdf](https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EA/seea_ea_white_cover_final.pdf)) Letzter Zugriff: 5.2.22
9. DESTATIS (Statistisches Bundesamt, 2022). Environmental-economic accounting - Ecosystem Accounts. ([https://www.destatis.de/EN/Themes/Society-Environment/Environment/Environmental-Economic-Accounting/ecosystem-account/\\_node.html](https://www.destatis.de/EN/Themes/Society-Environment/Environment/Environmental-Economic-Accounting/ecosystem-account/_node.html)) Letzter Zugriff: 5.2.22
10. Isbell et al. (2013). Nutrient enrichment, biodiversity loss, and consequent declines in ecosystem productivity. *Proc Natl Acad Sci USA*. doi:10.1073/pnas.1310880110
11. Franzo (2021). *Can Fixing Dinner Fix the Planet?* (Baltimore, John Hopkins University Press). ISBN: 978-1-4214-4112-2
12. IPCC (2021). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. (Cambridge, Cambridge University Press. In Press)
13. Kastner et al. (2021). Global agricultural trade and land system sustainability: Implications for ecosystem carbon storage, biodiversity, and human nutrition. *One Earth*. doi:10.1016/j.oneear.2021.09.006
14. OECD (2020). A Comprehensive Overview of Global Biodiversity Finance. (<https://www.oecd.org/environment/resources/biodiversity/report-a-comprehensive-overview-of-global-biodiversity-finance.pdf>) Letzter Zugriff: 14.2.22
15. USDA ERS (2022). Conservation Programs. (<https://www.ers.usda.gov/topics/natural-resources-environment/conservation-programs/>) Letzter Zugriff: 5.2.22
16. Lakner et al. (2020). Combining management plans and payment schemes for targeted grassland conservation within the Habitats Directive in Saxony, Eastern Germany. *Land Use Policy*. doi:10.1016/j.landusepol.2020.104642
17. Pe'er et al. (2019). A greener path for the EU Common Agricultural Policy. *Science*. doi:10.1126/science.aax3146
18. Pe'er et al. (2017). Adding Some Green to the Greening: Improving the EU's Ecological Focus Areas for Biodiversity and Farmers. *Conservation Letters*. doi:10.1111/conl.12333
19. Wiedmann & Lenzen (2018). Environmental and social footprints of international trade. *Nature Geosci*. doi:10.1038/s41561-018-0113-9
20. Kosłowski et al. (2020). Quantifying Europe's biodiversity footprints and the role of urbanization and income. *Glob. Sustain*. doi:10.1017/sus.2019.23
21. Kling et al. (2012). From Exxon to BP: Has Some Number Become Better Than No Number? *Journal of Economic Perspectives*. doi:10.1257/jep.26.4.3
22. Groom & Turk (2021). Reflections on the Dasgupta Review on the Economics of Biodiversity. *Environ Resource Econ*. doi:10.1007/s10640-021-00560-2
23. OECD (2019). Biodiversity: Finance and the Economic and Business Case for Action. (<https://www.oecd.org/env/resources/biodiversity/biodiversity-finance-and-the-economic-and-business-case-for-action.htm>). Letzter Zugriff: 14.2.22
24. Portfolio Earth (2021). Bankrolling Extinction: The banking sector's role in the global biodiversity crisis. (<https://portfolio.earth/>). Letzter Zugriff: 15.2.22

# Impressum

## Zitierweise

Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität (2022):

### **10 Must-Knows aus der Biodiversitätsforschung 2022.**

Thonicke, K., Rahner, E., Arneth, A., Bartkowski, B., Bonn, A., Döhler, C., Finger, R., Freitag, J., Grosch, R., Grossart, H.-P., Grützmaker, K., Hartman Scholz, A., Häuser, C., Hickler, T., Hölker, F., Jähnig, S. C., Jeschke, J., Kasen, R., Kastner, T., Kramer-Schadt, S., Krug, C., Lakner, S., Loft, L., Matzdorf, B., Meakins, F., De Meester, L., Monaghan, M. T., Müller, D., Overmann, J., Quaas, M., Radchuk, V., Reyer, C., Roos, C., Scholz, I., Schroer, S., Sioen, G. B., Sommer, S., Sommerwerk, N., Tockner, K., Turk, Z., Warner, B., Wätzold, F., Wende, W., Veenstra, T. und van der Voort, H. Potsdam, Deutschland. 60 Seiten. DOI: 10.5281/zenodo.6257476



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

## Design und Satz

Dirk Biermann · PIK

## Klimaneutral gedruckt

auf Enviro Ahead - FSC® Bilderdruck  
matt gestrichen (100% Altpapier),  
Recyclingpapier

## Herausgeber

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e. V. (PIK)  
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

## 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)

## Adresse

Telegraphenberg A62  
14473 Potsdam  
Deutschland

Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität

**10 Must-Knows aus der Biodiversitätsforschung 2022**

DOI: [10.5281/zenodo.6257476](https://doi.org/10.5281/zenodo.6257476)

