

Ökosystemleistungen und Biodiversität: Risse im natürlichen Fundament der Volkswirtschaft

Nr. 552, 13. Juli 2026

Autor: Dr. Arne Leifels, +49 69 7431-4861, arne.leifels@kfw.de

Zwei Drittel der EU-Wirtschaftsleistung sind direkt oder indirekt von Ökosystemleistungen abhängig. Dazu gehören erstens Versorgungsleistungen wie Nahrung, Rohstoffe und Süßwasser, zweitens Regulierungsleistungen wie z. B. die Klimaregulierung, die Filterung von Schadstoffen und der Schutz vor Hitze und Hochwasser. Drittens bietet die Natur kulturelle Leistungen wie Erholung und Inspiration. Ökosystemleistungen sind die Grundlage menschlichen Lebens und Wirtschaftens. Sie sind meist unsichtbar und kostenlos, doch ihr jährlicher Wert wird auf das 1,7-fache Welt-BIP geschätzt.

Trotz dieser enormen Bedeutung führt Marktversagen systematisch zu Naturschäden, und unverzichtbare Ökosystemleistungen und die langfristige Ernährungssicherheit sind in Gefahr. Das hängt direkt mit dem rapiden Rückgang der Biodiversität weltweit und auch in Deutschland zusammen. Denn die Vielfalt von Arten, Genen und Ökosystemen ist die wesentliche Voraussetzung für produktive und resiliente Ökosysteme. Doch drei Viertel der ursprünglichen Landökosysteme sind bereits massiv beeinträchtigt oder zerstört. Das Artensterben vollzieht sich 100- bis 1.000-mal so schnell wie in vormenschlicher Zeit.

Die Biodiversitätsverluste sind zum Teil irreversibel, doch zumindest eine Trendumkehr ist mit tiefgreifenden Reformen möglich. Auf UN-Ebene gibt es ambitionierte Etappenziele: Bis 2030 sollen z. B. 30 % der Erde unter Naturschutz gestellt und 30 % der geschädigten Ökosysteme wiederhergestellt werden. Der globale Biodiversitätsschutz ist im Interesse Deutschlands – nicht zuletzt wegen Risiken für Lieferketten, Produktivität und Preisstabilität. Die wichtigsten Gegenmaßnahmen sind die Renaturierung von Feuchtgebieten und die Transformation der Landwirtschaft.

Ökosystemleistungen sind die Basis der Volkswirtschaft

Die Natur ist die Grundlage menschlichen Wohlergehens und wirtschaftlicher Wertschöpfung. Angesichts zunehmend sichtbarer Umweltprobleme haben sich in den 1970er- bis 1990er-Jahren umweltökonomische Konzepte verbreitet, um die Nutzung bzw. Übernutzung natürlicher Ressourcen zu analysieren. So bezeichnet das **Naturkapital** den Bestand der natürlichen Ressourcen in Abgrenzung zu (produziertem) Sachkapital und Humankapital. Aus dem Naturkapital resultieren **Ökosystemleistungen (ÖSL)**, d. h. direkte und indirekte Leistungen der Natur, die den Menschen Nutzen stiften. Sie lassen sich in drei Kategorien einteilen: 1. Versorgungsleistungen, 2. Regulierungsleistungen und 3. kulturelle Leistungen (Grafik 1).¹

Grafik 1: Ökosystemleistungen von Nahrung bis Erholung

Versorgungs-, Regulierung- und kulturelle Ökosystemleistungen im Überblick



Quelle: Eigene Darstellung, Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) v5.2.

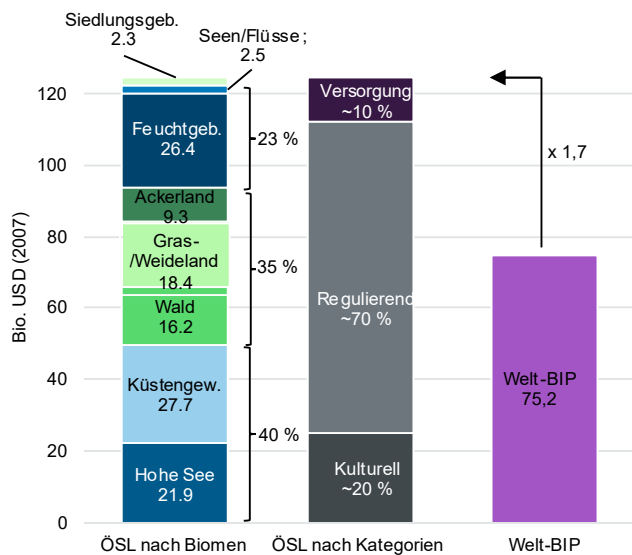
Versorgungsleistungen sind Güter, die von Ökosystemen oder mit deren Hilfe produziert werden. Zu diesen aus der Natur entnommenen erneuerbaren Ressourcen gehören z. B. pflanzliche und tierische Nahrung, Süßwasser, Bauholz, Brennstoffe, Fasern und medizinische Wirkstoffe. **Regulierungsleistungen** sind natürliche Prozesse von Ökosystemen. Dazu gehören klimatologische ÖSL wie z. B. die Filterung von Luftschadstoffen, der Schutz vor Extremwetter und die CO₂-Bindung in Pflanzen, Böden und Gewässern. Viele Regulierungsleistungen sind Voraussetzung für Versorgungsleistungen, z. B. fruchtbare Böden und Erosionsschutz (pedologische ÖSL), biologische ÖSL wie natürliche Bestäubung und die hydrologische Regulierung von Wasserhaushalten und -qualität. Neben den Grundlagen unserer physischen Existenz erbringen Ökosysteme auch **kulturelle Leistungen**: Die Natur bietet Erholungs- und Freizeitwert, ästhetischen Nutzen und Inspiration – von bildender Kunst bis zu bionischen Erfindungen.

Ökosystemleistungen im Wert des 1,7-fachen Welt-BIP

Die Bandbreite der ÖSL zeigt, wie sehr Produktion, Konsum und Wohlfahrt von der Natur abhängen. ÖSL sind ein harter ökonomischer Faktor, aber ihr Wert ist schwer zu beziffern. Denn die meisten ÖSL sind öffentliche Güter ohne Märkte und Preise. Um den **ökonomischen Wert von Ökosystemleistungen** gleichwohl zu ermitteln und in politische und wirtschaftliche Entscheidungen einfließen zu lassen, ist in den 1990er-Jahren ein interdisziplinärer Forschungszweig entstanden. Im Kern geht es darum, ÖSL erstens naturwissenschaftlich zu quantifizieren, um sie zweitens monetär zu bewerten. Mit komplexen Methoden werden „Schattenpreise“ ermittelt, z. B. anhand von Wiederherstellungs-, Schadens(vermeidungs)- oder Alternativkosten und – vor allem bei indirektem Nutzen von Regulierungsleistungen – durch Schätzung von Zahlungsbereitschaften mittels Befragungen und Verhaltensexperimenten. Wissenschaftliche Bewertungsstudien beziehen sich meist auf bestimmte ÖSL oder Ökosysteme. Oft dienen sie der Entscheidung über die Nutzung einer bestimmten Fläche, z. B. um wirtschaftliche Vorteile eines geplanten Bauprojekts gegen Verluste von ÖSL abzuwägen.²

Grafik 2: 125 Bio. USD globale Ökosystemleistungen

Wert der globalen Ökosystemleistungen im Jahr 2011 nach Biomen und ÖSL-Kategorien.



Quelle: Eigene Darstellung nach Costanza et al. (2014) und BCG (2019).

Durch Aggregation zahlreicher Bewertungsstudien wurde im Jahr 1997 erstmals der globale Wert aller ÖSL berechnet und dies im Jahr 2014 aktualisiert.³ Das Ergebnis: Die jährlichen ÖSL der Erde waren im Jahr 2011 ca. **125 Bio. USD** wert. Das entspricht dem 1,7-Fachen des damaligen Welt-BIP von 75 Bio. USD (jeweils in Preisen von 2007).⁴ Den mit Abstand größten Anteil daran haben die normalerweise unsichtbaren regulierende ÖSL mit ca. 70 % (87 Bio. USD), gefolgt von kulturellen Leistungen mit 20 % (25 Bio. USD). Die Versorgungsleistungen machen etwa 10 % (12 Bio. USD) aus – und können als Spitze des Eisbergs betrachtet werden, der (zumindest teilweise) anhand von Marktpreisen ökonomisch sichtbar ist (Grafik 2).

Die Ozeane erstrecken sich über drei Viertel der Erdoberfläche und erbringen ca. 40 % (49,7 Bio. USD) der globalen Ökosys-

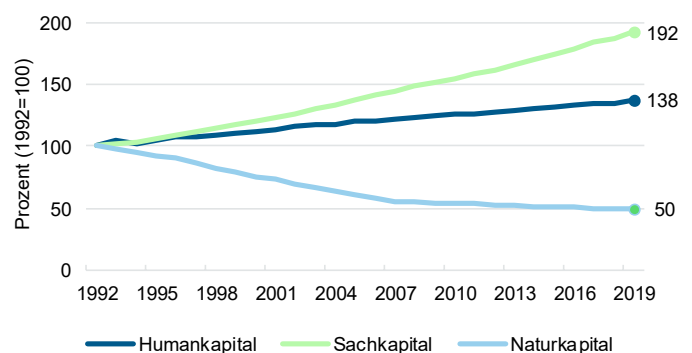
temleistungen. Hierbei sind die Küstengewässer trotz ihrer geringeren Fläche weitaus produktiver und für mehr als die Hälfte der marinen ÖSL verantwortlich. Zum Vergleich: Ein Hektar offenes Meer erbringt ÖSL im Wert von 660 USD, bei Seegraswiesen sind es 29.000 USD/ha und bei Korallenriffen – als weltweit **wertvollstes Ökosystem** – 350.000 USD/ha. An Land liegen Wälder, Gras-/Weideland und Ackerland im Bereich zwischen 3.800 und 5.600 USD/ha, Flüsse und Seen bei 12.500 USD/ha und Feuchtgebiete bei 140.000 USD/ha (darunter Mangroven mit 194.000 USD/ha).⁵ Insgesamt bedecken Süßwasserökosysteme – Seen, Flüsse und Feuchtgebiete – nur ca. ein Prozent der Erdoberfläche, stellen aber fast ein Viertel (23 %) der globalen ÖSL zur Verfügung.

We use it because it's valuable, we lose it because it's free⁶

Trotz ihrer überragenden Bedeutung für die Menschen führt die Nutzung der Natur systematisch zu **ökologischen Schäden**. Denn die meisten ÖSL sind unsichtbar und gratis, v. a. Regulierungs- und kulturelle Leistungen. Das verzerrt die Anreize für wirtschaftliche Entscheidungen, denn Beeinträchtigungen der Natur und ihrer ÖSL werden nicht ausreichend berücksichtigt. Mit anderen Worten werden negative **externe Effekte** nicht beim Verursacher „eingepreist“. ⁷ Auch bei vielen Versorgungsleistungen treten Externalitäten auf, etwa bei Wäldern oder Fischgründen, die übernutzt werden, weil ihre Ressourcen beschränkt sind, nicht aber ihr Nutzerkreis. Daraus resultiert ein **Marktversagen**, das zur Degradierung und Zerstörung der Natur führt.

Grafik 3: Sachkapital verdoppelt, Naturkapital halbiert

Veränderung des weltweiten Sach-, Human- und Naturkapitals 1992–2019 (1992=100 %)



Quelle: UNEP (2023).

Dies lässt sich u. a. an der Entwicklung des Naturkapitals im Vergleich zum Sach- und Humankapital zeigen: Im Zeitraum 1992–2019 betrug das globale Pro-Kopf-Wirtschaftswachstum 60 %. Währenddessen hat sich das Pro-Kopf-Sachkapital nahezu verdoppelt (+92 %), während das Pro-Kopf-Humankapital um 38 % gewachsen ist. Das Pro-Kopf-Naturkapital wurde jedoch in den drei Jahrzehnten halbiert (-50 %, Grafik 3).⁸

Ökosystemleistungen nehmen seit Jahrzehnten ab

Auch im Hinblick auf die ÖSL ist der Trend eindeutig. Eine breit angelegte Untersuchung des Weltbiodiversitätsrats IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) zeigt: In den vergangenen 50 Jahren ist die **Kapazität** von fast allen regulierenden und kulturellen **ÖSL**

deutlich zurückgegangen. Das betrifft besonders die Regulierung des Klimas, der Wasserqualität und -quantität, die natürliche Bestäubung, Bodenbildung/Erosionsschutz, den natürlichen Schutz vor Extremwetterereignissen und die Regulierung von Krankheitserregern. Demgegenüber hat die Kapazität von Versorgungsleistungen teilweise zu- und teilweise abgenommen: Die landwirtschaftliche Fläche zur Erzeugung von Nahrung, Futtermitteln, Rohstoffen und Energiepflanzen wurde stark ausgeweitet, während z. B. Waldflächen und marine Fischbestände in den letzten Jahrzehnten geschrumpft sind.⁹

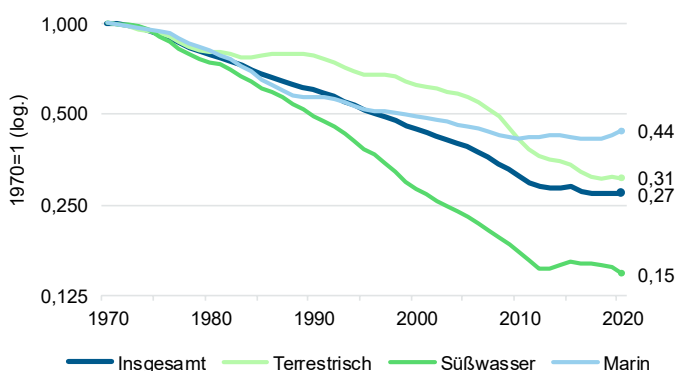
Diese Situation ist nicht nachhaltig, denn die Ausweitung und Intensivierung der Landwirtschaft schädigt die Regulierungsleistungen, von denen sie langfristig selbst abhängig ist (Bestäubung, Bodenregeneration, Wasserkreisläufe usw.). Der Verlust von ÖSL spiegelt sich auch in ihrem Wert wider. Zwischen 1997 und 2011 ist der global aggregierte Wert – konservativ geschätzt – von 145 auf 125 Bio. USD gesunken, das sind jährlich ca. -1,5 Bio. USD bzw. -1,1 %. Diese Verluste sind besonders auf **verlorene Korallenriffe** (-11,9 Bio. USD), **Feuchtgebiete** (-9,9 Bio. USD) und **Tropenwälder** (-3,5 Bio. USD) zurückzuführen.

Problem: menschengemachte Biodiversitätskrise

Die anhaltende Degradierung und Zerstörung von Ökosystemen und das beschleunigte Artensterben wird in Wissenschaft und Politik oft mit dem Begriff „Biodiversitätsverlust“ zusammengefasst. **Biodiversität** bzw. biologische Vielfalt bezeichnet das gesamte Leben auf der Erde, d. h. den lebenden Teil der Natur. Biodiversität bezieht sich auf drei Dimensionen: 1. die **Artenvielfalt**, 2. die **genetische Vielfalt** innerhalb der Tier- und Pflanzenarten und 3. die **Vielfalt der Ökosysteme**, die unterschiedliche Lebensräume und ÖSL bereitstellen. Biodiversität ist die Basis funktionierender Ökosysteme, die zentrale Eigenschaft intakter Natur – und deshalb seit vielen Jahren der Fokuspunkt des Naturschutzes. Mangelt es Ökosystemen an biologischer Vielfalt, sind sie weniger produktiv, d. h. sie erbringen weniger ÖSL. Sie sind dann auch weniger widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse und können sogar kollabieren (Box).

Grafik 4: Jahrzehntelanger Rückgang der Biodiversität

Veränderung des Living Planet Index 1970–2020 nach Biomen (1970=1)



Quelle: Zoological Society of London & WWF (www.livingplanetindex.org).

Die Biodiversität ist weltweit in allen drei Dimensionen stark rückläufig. Der größte **Treiber der Biodiversitätskrise** ist die massiv **veränderte Landnutzung**. Dabei handelt es sich vor

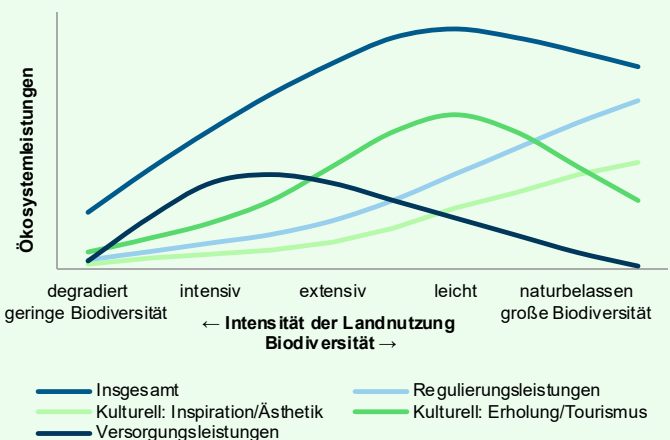
allem die Degradierung und Zerstörung natürlicher Ökosysteme für die Landwirtschaft, die ca. 80 % der weltweiten Biodiversitätsverluste verursacht hat.¹⁰ Weitere Treiber sind die **Übernutzung natürlicher Ressourcen** (z. B. Fischfang, Jagd), der **Klimawandel**, die **Umweltverschmutzung** durch Schadstoffe und Überdüngung sowie die Ausbreitung **invasiver Arten**.

Biodiversität macht Ökosysteme produktiv und resilient

Größere biologische Vielfalt geht grundsätzlich mit größerer Produktivität u. a. in Bezug auf Ökosystemleistungen einher. Biodiversität bedeutet auch Resilienz, denn vielfältige Ökosysteme sind anpassungs- und widerstandsfähiger, wenn sich Umweltbedingungen ändern. Beides liegt am ökologischen Prinzip der Komplementarität. Zum einen können unterschiedliche Arten sich gut ergänzen, indem sie verschiedene Nischen besetzen und so die vorhandenen Ressourcen effizient nutzen. So können z. B. Pflanzen mit unterschiedlicher Wurzeltiefe auf einem Stück Boden mehr Biomasse erzeugen und Kohlenstoff speichern. Zum anderen können sich vielfältige Arten, die sich nur leicht voneinander unterscheiden, bei Störungen gegenseitig ersetzen und so die Funktionen des Ökosystems erhalten.

Grafik: Mehr Vielfalt, mehr Ökosystemleistungen?

Zusammenhang zwischen Ökosystemleistungen (nach Kategorien) und Biodiversität (zunehmend) bzw. Landnutzungsintensität (abnehmend)



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Salles (2011).¹¹

Der positive Zusammenhang zwischen Biodiversität und Ökosystemleistungskapazität gilt uneingeschränkt für Regulierungsleistungen: Je naturbelassener und damit vielfältiger Ökosysteme sind, desto besser regulieren sie Klima, Wasser, Luft und Böden (Grafik). Dasselbe gilt für einen Teil der kulturellen ÖSL wie z. B. Inspiration und ästhetische und spirituelle Werte, die ebenfalls durch unberührte und vielfältige Natur maximiert werden. Für Erholung und (Öko-)Tourismus sind hingegen auch Erreichbarkeit und Infrastrukturen notwendig, weshalb das Maximum der ÖSL bei moderater Landnutzung und entsprechenden Einschränkungen der Biodiversität erreicht wird. Viele Versorgungsleistungen werden sogar auf intensiv genutzten Agrarflächen maximiert, also bei geringer Biodiversität. Es kommt hier jedoch auf den Betrachtungshorizont an: Langfristig ist oft eine extensive Landnutzung produktiver, weil die Regulierungsleistungen erhalten bleiben, welche der Degradierung des Bodens und dem Zusammenbruch der versorgenden ÖSL vorbeugen.

Dass die Biodiversität schon seit mindestens 50 Jahren stark rückläufig ist,¹² zeigt exemplarisch der „Living Planet Index“ (Grafik 4). Der Indikator misst die Veränderung der relativen Häufigkeit („Abundanz“) von 5.500 Wirbeltierarten – darunter sowohl bedrohte als auch sehr häufige Arten.¹³ Er zeigt für den Zeitraum 1970–2020 einen **Rückgang von 73 %**. Das bedeutet: Die untersuchten Populationen sind binnen 50 Jahren um durchschnittlich 73 % (bzw. jährlich 2,6 %) geschrumpft. Besonders stark ausgeprägt ist der Rückgang mit 85 % in Süßwasserökosystemen wie Flüssen und Seen. In Landökosystemen beträgt der Rückgang 69 %, in Meeresökosystemen 56 %.

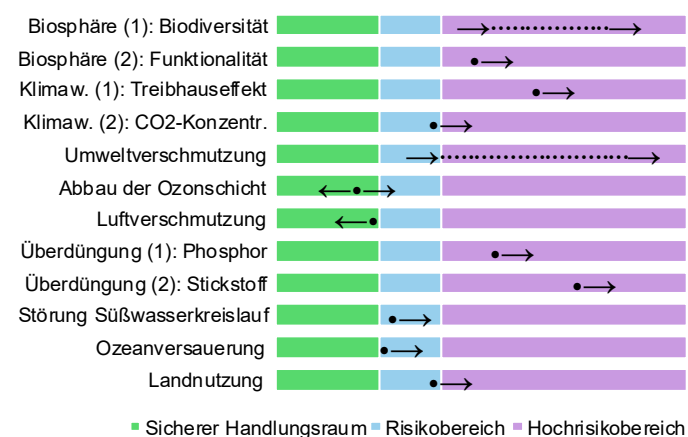
Biodiversitätsverlust überschreitet planetare Grenzen

Andere Biodiversitätsindikatoren zeigen denselben negativen Trend.¹⁴ So wurden global mittlerweile drei Viertel der ursprünglichen Landökosysteme und zwei Drittel der marinen **Ökosysteme massiv beeinträchtigt oder zerstört**. Von den ca. 9 Mio. Tier-, Pflanzen und Pilzarten auf der Erde sind 1 Mio. vom Aussterben bedroht.¹⁵ Das Artensterben vollzieht sich derzeit ca. 100- bis 1.000-mal so schnell wie in vormenschlicher Zeit, weshalb Forschende vom sechsten **Massenaussterben** der Erdschichte sprechen.¹⁶

Die Aussterberate ist auch der zentrale Biodiversitätsindikator im wissenschaftlichen Konzept der **Planetaren Grenzen**, in dem neun biophysikalische Prozesse im Hinblick auf ihre Belastungsgrenzen untersucht werden.¹⁷ Dazu gehören z. B. der Klimawandel, die Umweltverschmutzung (durch Chemikalien, Kunststoff, Schwermetalle usw.), die Störung der Süßwasserkreisläufe (bei Pflanzen-/Grund-/Oberflächenwasser), die Überdüngung (mit Phosphor und Stickstoff) – und die **Intaktheit der Biosphäre** (Grafik 5).

Grafik 5: Biosphäre im Hochrisikobereich

Planetare Grenzen: Überschreitung von Schwellenwerten und Trend (←/→).



Anmerkung: = Bereich des Indikatorwerts (Punktschätzung nicht möglich)

Quelle: PIK (2025).

Letztere hängt neben der **Biodiversität** auch davon ab, in welchem Ausmaß der Mensch die Produktivität der Natur für seine Zwecke beansprucht – bzw. wie nachhaltig ÖSL genutzt werden. Der grundlegende Zusammenhang: Durch Photosynthese entstehen in Pflanzen energiehaltige Kohlenstoffverbindungen als „natürliche Nettoproduktion“ (NPP)¹⁸ der Erde. Der Anteil, den der Mensch als Nahrung, Material und Energiequelle nutzt, wird als „Human Appropriation of Net Primary Production“

(HANPP) bezeichnet. Wird den Ökosystemen ein zu großer Teil ihrer Produktion (als Versorgungsleistungen) entzogen, leidet ihre **Funktionalität** (d. h. Regulierungs- und kulturelle Ökosystemleistungen – auch über den Zusammenhang mit der Biodiversität hinaus).

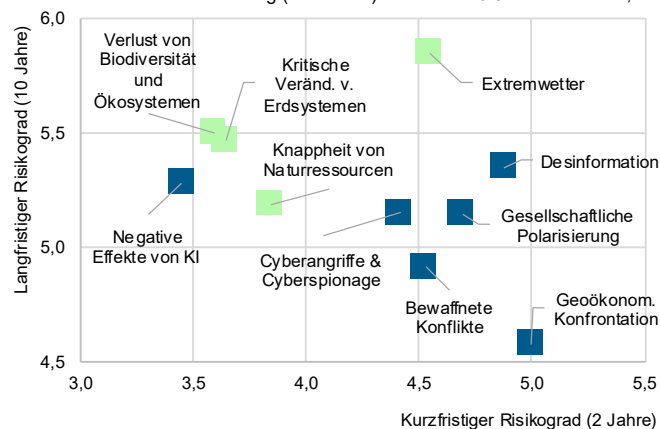
Geschädigte Biosphäre ist ernstes Risiko

Beide Indikatoren zu Biodiversität und Funktionalität zeigen, dass die **Biosphäre stark beeinträchtigt** ist: 1. Die quantitative Marke von jährlich 10 ausgestorbenen Arten je Million Arten im Jahr (E/MSY) ist um das 10- bis 100-Fache überschritten. 2. Der menschliche Anteil an der (vorindustriellen) Nettoproduktion liegt mit ca. 30 % weit über dem Schwellenwert von 10 %. Insgesamt gelten sieben der neun planetaren Grenzen als überschritten. Im sicheren Handlungsraum befinden sich lediglich die Ozonschicht und die Luftverschmutzung.

Vor diesem Hintergrund identifiziert der „Global Risks Report 2026“ des Weltwirtschaftsforums die kritische Veränderung von Erdsystemen, insbes. den Biodiversitätsverlust und (durch den Klimawandel verstärktes) Extremwetter als **größte Risiken der nächsten zehn Jahre** (Grafik 6). Erst nach diesen (und weiteren) ökologischen Risiken folgen technologische und gesellschaftliche Risiken wie Desinformation, negative Auswirkungen von KI-Technologie, Ungleichheit und gesellschaftliche Polarisierung – die allerdings in der kurzen Frist z. T. als schwerwiegender angesehen werden.¹⁹

Grafik 6: Langfristig dominieren ökologische Risiken

Mittelwert der Risikoeinschätzung (Skala 1–7) für 2- und 10-Jahres-Horizont;



10 ausgewählte von 33 Risiken (nach höchstem Risikograd), ökol. Risiken grün.

Quelle: WEF (2026).

Primärsektoren und Industrie direkt auf Natur angewiesen

Der Verlust von Biodiversität und Ökosystemleistungen wirkt sich auf die ökonomische Wertschöpfung aus. Denn ÖSL sind ein wichtiger **natürlicher** Produktionsfaktor in zahlreichen Wirtschaftszweigen. Das gilt sehr offensichtlich und besonders stark für die Land- und Forstwirtschaft. Dieser primäre Wirtschaftssektor ist zum einen stark auf Versorgungsleistungen der Wald- und Agrarflächen angewiesen: die Erzeugung von **Biomasse**, die Wasserversorgung und auch die Bereitstellung genetischer Ressourcen (Tabelle). Zum anderen ist auch die Abhängigkeit von zahlreichen Regulierungsleistungen sehr groß – etwa von der Boden-, Luft- und Wasserqualität, von der Klima- und Niederschlagsregulierung, von natürlicher Bestäubung und dem Schutz vor Sturm und Hochwasser.²⁰

Auch das Verarbeitende Gewerbe ist direkt von der Natur abhängig – ganz besonders von der **Wasserversorgung** in ausreichender Quantität und Qualität. Außerdem sind die **Schutzfunktionen der Natur** in Bezug auf Hochwasser, Sturm und die lokale Klimaregulierung (inkl. Hitzeschutz) für die Industrie besonders wichtig, ebenso die Abfallverwertung. Die pharmazeutische Industrie ist zudem besonders stark auf genetischen Ressourcen und forschungsbezogene kulturelle Leistungen angewiesen – 80 % der Arzneimittel haben ihren Ursprung in der Natur.²¹ Die Beeinträchtigung der relevanten ÖSL kann erhebliche Kosten und Produktionsausfälle verursachen.

Tabelle: Viele Wirtschaftssektoren direkt von Ökosystemleistungen abhängig

Direkte Abhängigkeit ausgew. Wirtschaftszweige von Ökosystemleistungen

		Versorgungs-l.	Regulierungsleistungen																	Kulturelle Leistung					
			Biomasse	Wasserversorgung	Genetische Ressourcen	Abfallbeseitigung	Boden-/Sedimentbindung	Wasserreinigung	Bodenqualitätsregulierung	Schadstoffverdünnung	Biol. Schädlingskontrolle	Luftfilterung	Hochwasserschutz	Globale Klimaregulierung	Lokale Klimaregulierung	Habitat- & Nachwuchserh.	Lärmschutz	Natürl. Bestäubung	Sturmschutz		Wasserflussregulierung	Niederschlagsregulierung	Freizeit/Erholung	Ästhetische Werte	Bildung & Forschung
Land-/Forstw.	Anbau von Getreide																								
	Anbau mehrjähr. Pflanzen																								
	Haltung von Rindern																								
	Forstwirtschaft																								
	Fischerei																								
Gewinnung von Steinen/Erden																									
Verarbeitendes Gewerbe	Nahrungs-/Futtermittel																								
	Getränkeherstellung																								
	Bekleidungsherstellung																								
	Herst. von Papier/Pappe																								
	Pharmazeutische Erzeugn.																								
	Herst. von Kunststoffwaren																								
	Roheisen-/Stahlerzeugung																								
	Herst. v. elektr. Ausrüstung																								
	Maschinenbau																								
	Kfz-Herstellung																								
Energie	Teile/Zubehör für KfZ																								
	Möbelherstellung																								
	Stromerzeugung, fossil																								
	Stromerzeugung, solar																								
	Stromerzeugung, Wind																								
Bau	Hochbau																								
	Tiefbau																								
Logist.	Personenluftfahrt																								
	Lagererei																								
Gastg.	Hotels																								
	Gastronomie																								
Inf./Komm.	Verlagswesen																								
	Telekommunikation																								
	IT-Dienstleistungen																								
	Immobilien																								
Dienstleistungen	Werbung																								
	Reisebüros																								
	Wach-/Sicherheitsdienste																								
	Gebäudereinigung																								
	Garten-/Landschaftsbau																								
	Call Center																								
	Kindergärten/Schulen																								
	Krankenh./Pflegeheime																								
	Arztpraxen																								
	Kunst/Unterhaltung																								
	Sport-Dienstleistungen																								

Keine Datensehr hochhochmittelniedrigsehr niedrig

Quelle: NCFA, ENCORE (2024)

Während die fossile Stromerzeugung stark von wasserbezogenen ÖSL abhängig ist, sind Solar- und Windstromerzeugung besonders auf die globale Klimaregulierung angewiesen. Gastronomie, Hotels, Reisebüros und Luftfahrt sind auf die große

Bandbreite der kulturellen ÖSL angewiesen. Das gilt auch für andere Zweige des Dienstleistungssektors, etwa in der Bildung und Kinderbetreuung und bei Gesundheitsdienstleistungen sowie im Bereich Sport und Unterhaltung. Der Immobiliensektor ist stark von ästhetischen Werten abhängig. Regulationsleistungen wie die natürliche Wasserreinigung, Abfallbeseitigung und **Schutzfunktionen der Natur** sind für den gesamten Dienstleistungssektor von Bedeutung.

Zwei Drittel der EU-Wirtschaftsleistung abhängig von Ökosystemleistungen

Die potenziellen Folgen dieser **direkten Abhängigkeit** von Ökosystemleistungen (und Biodiversität) sind weitreichend. Doch das ist noch nicht das gesamte Bild, denn über Liefer- und Wertschöpfungsketten sind weite Teile der Volkswirtschaft **indirekt abhängig** von ÖSL. Letztlich sind alle Sektoren in zweifacher Hinsicht mit den direkt von der Natur abhängigen Sektoren verbunden: als Nachfrager der eigenen Produkte und Dienstleistungen (downstream) und als Teil der vorgelagerten **Lieferkette** (upstream). Eine aktuelle Studie der Europäischen Kommission kommt zu dem Ergebnis, dass unter Berücksichtigung indirekter Abhängigkeiten ca. zwei Drittel (65 %) der EU-Bruttowertschöpfung signifikant von ÖSL abhängig sind – darunter 36 % stark und weitere 29 % moderat abhängig.²² Bezogen auf die gesamte Weltwirtschaft werden 33 % der Bruttowertschöpfung als stark abhängig beziffert; für China und die USA betragen die Anteile 35 bzw. 22 %.

Diese Abhängigkeiten sind nicht immer offensichtlich und können über große Entfernungen und lange Zeiträume wirken. Sowohl die Upstream- als auch die Downstream-Abhängigkeit ist sehr viel gleichmäßiger über die Wirtschaftssektoren verteilt als die direkte Abhängigkeit, die stark auf Primärsektoren und Teile des Verarbeitenden Gewerbes konzentriert ist. Unter Betrachtung der Wertschöpfungskette sind z. B. auch IT- und Finanzdienstleistungen von der Natur abhängig. Entsprechend betont der IPBES in seinem jüngsten Bericht, dass **alle Unternehmen von biologischer Vielfalt abhängig** sind – und alle Unternehmen Auswirkungen auf sie haben.²³

Biodiversitätsverlust birgt Kredit- und Inflationsrisiken

Zentralbanken betrachten die Abhängigkeit der Wirtschaft von ÖSL zunehmend als **systemisches Finanzrisiko**. Denn wenn Störungen von Produktionsprozessen die Fähigkeit von Unternehmen beeinträchtigen, ihre **Kredite** zurückzuzahlen, entstehen daraus Risiken für die Banken und damit für das Finanzsystem. Eine aktuelle Studie unter Beteiligung der Europäischen Zentralbank wertet die Kreditdaten der Eurozone aus und kommt zu dem Ergebnis, dass 72 % der kreditnehmenden Unternehmen (ca. 3 Mio.) stark abhängig von mindestens einer Ökosystemleistung sind.²⁴ Das ist gleichbedeutend mit 75 % des Kreditvolumens. Für Deutschland taxiert die Bundesbank den Anteil des Unternehmenskreditvolumens mit hoher Abhängigkeit von mindestens einer ÖSL auf 52 %.²⁵ **Wasserbezogene ÖSL** erweisen sich in der Analyse der Zentralbanken in Deutschland und Europa als besonders wichtig: Das exponierte Kreditvolumen in Deutschland (52 %) ist fast vollständig auch stark von Wasserversorgung bzw. Hochwasserschutz abhängig (51 %). In der Eurozone sind 60 % der Kredite **Überflutungsrisiken** am jeweiligen Unternehmensstandort ausgesetzt. So führten beispielsweise Hochwasserschäden an einem

slowenischen Kfz-Zulieferer-Werk laut Presseberichten zur verzögerten Herstellung von 150.000 Fahrzeugen und einem Schaden im mittleren dreistelligen Millionenbereich.²⁶

Die Biodiversitätskrise ist auch ein Risiko für die **Preisstabilität** – immer dann, wenn die Beeinträchtigung von Ökosystemleistungen zu Produktivitätseinbußen führt und dadurch die Preise steigen. Der wichtigste Transitionskanal ist die landwirtschaftliche Produktion, die durch Bodenerosion, Versalzung, Dürre und Verlust natürlicher Bestäuber zunehmend unter Druck gerät. So könnte ein 12-prozentiger Produktivitätsrückgang bis 2040 durch degradierte Böden zu einer 30-prozentigen Preissteigerung führen.²⁷ Eine Studie der französischen Nationalbank zeigt, dass ein temporärer **Ernteaussfall** die Inflationsrate über das betroffene Jahr hinaus um ca. 0,5 Prozentpunkte steigern kann.²⁸ Etwa 30 % der mittelfristigen Volatilität der Inflation in der Eurozone ist auf weltweite Ernteaussfälle zurückzuführen.²⁹ Weitere Transitionskanäle, z. B. ökologische Schocks im Verarbeitenden Gewerbe und in der Stromerzeugung, sind ebenfalls relevant, aber weniger untersucht.

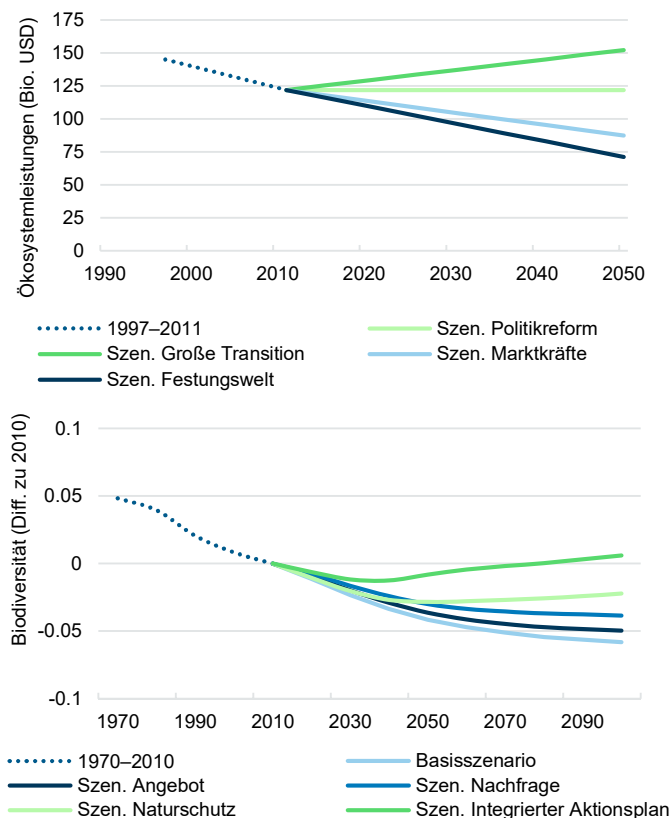
Wie kann die Biodiversitäts-Trendwende gelingen?

Enorme Anstrengungen sind erforderlich, um die Verluste an Biodiversität und ÖSL aufzuhalten. Die besondere Herausforderung ist, dass der landwirtschaftliche Flächenverbrauch der größte Treiber der Biodiversitätskrise ist und die **wachsende Weltbevölkerung** ernährt werden muss. Aktuell leben ca. 8,2 Mrd. Menschen auf der Erde, bis 2080 wird die Weltbevölkerung voraussichtlich auf 10,3 Mrd. wachsen und in der Folge langsam schrumpfen.³⁰ (Im Jahr 1950 gab es nur 2,5 Mrd. Menschen auf der Erde.) Verschiedene Studien untersuchen die langfristige Entwicklung, indem verschiedene plausible **Zukunftsszenarien der Landnutzung** modelliert werden.

Anknüpfend an die oben genannte Studie von Costanza et al. (2015) berechnen Kubiszewski et al. (2017) die **künftige Entwicklung der globalen Ökosystemleistungen** bis 2050 in vier Szenarien.³¹ Im Szenario „Marktkräfte“ stehen Wirtschaftswachstum und Freihandel im Vordergrund, für ökologische Probleme werden vor allem technologische Lösungen gesucht. Im Szenario „Politikreform“ werden zumindest inkrementelle Fortschritte bei der Vereinbarung von Wachstum und Naturschutz erzielt. Im Krisen-Szenario „Festungswelt“ entsteht ein autoritäres Regime mit einer verarmten Bevölkerungsmehrheit, reichen Eliten und ungebremseter Umweltzerstörung. Im Szenario „Große Transition“ gelingt durch tiefgreifende Reformen die Vereinbarung von ökonomischer Wohlfahrt und ökologischen Zielen. In den drei erstgenannten Szenarien schrumpfen die globalen Wald- und Grasland-Flächen, während Landwirtschaftsflächen, Wüsten und Siedlungsgebiete zunehmen. Im Szenario „Große Transition“ bleiben die Landwirtschafts- und Waldflächen in etwa konstant, das Wachstum der Siedlungsgebiete ist kleiner und Feuchtgebiete nehmen deutlich zu. In der Festungswelt sinkt der Wert der globalen ÖSL von 2011 bis 2050 um 41 % (50 Bio. USD) und im Marktkräfte-Szenario um 28 % (34 Bio. USD). Im Szenario „Politikreform“ bleibt der Wert der ÖSL in etwa konstant, während er in der „Großen Transition“ um 25 % steigt (31 Bio. USD; Grafik 7, oben). Das entspricht einer Erholung auf das Niveau der 1990er-Jahre.

Grafik 7: Erhalt von Ökosystemleistungen und Biodiversität erfordert tiefgreifende Reformen

Entwicklung der Ökosystemleistungen (1997–2050, oben) und der Biodiversität (1970–2100, unten) in verschiedenen Szenarien der Landnutzung



Quellen: Kubiszewski et al. (2017) (oben); Leclère et al (2020) (unten).

Einzelmaßnahmen sind nicht genug

Leclère et al. (2020) modellieren die **Entwicklung der weltweiten Biodiversität** (gemessen an Indikatoren wie in Grafik 4) in verschiedenen Szenarien der Landnutzung von 2010 bis 2100.³² Ein Basisszenario, das die gegenwärtigen Nutzungsmuster fortschreibt, wird mit verschiedenen naturbezogenen Maßnahmenbündeln verglichen. Im „angebotsseitigen“ Szenario wird angenommen, dass sowohl die landwirtschaftliche Produktivität (v. a. in Entwicklungsländern) als auch der Handel mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen weiter zunimmt. Das „nachfrageseitige“ Szenario unterstellt die graduelle Halbierung der Lebensmittelverschwendung und des Anteils tierischer Kalorien an der Ernährung. Im „Naturschutzszenario“ werden mehr (und besser verwaltete) Schutzgebiete sowie die großflächige Renaturierung geschädigter Ökosysteme unterstellt. Das Szenario „Integrierter Aktionsplan“ kombiniert alle Maßnahmen.³³

Im Basisszenario setzt sich der Biodiversitätsverlust fast ungebrems fort, das Angebotsszenario bremst die Entwicklung nur geringfügig, das Nachfrageszenario etwas stärker – aber in beiden Fällen ist die Tendenz der Biodiversität langfristig negativ (Grafik 7, unten). Das Naturschutzszenario verläuft zunächst ähnlich, führt aber ungefähr 2050 zu einer Trendwende – doch die Biodiversität bleibt auch danach weit unter dem Ausgangsniveau. Allein das Szenario „Integrierter Aktionsplan“ hält den Biodiversitätsverlust spürbar auf: Der kurzfristige Rückgang wird gedämpft, die Trendwende gelingt ca. 2040, und der folgende Anstieg ist deutlich steiler. So erreicht die Biodiversität

ca. 2075 das Basisjahrniveau (2010) und übertrifft es in der Folge. Das Niveau der 1970er-Jahre bleibt jedoch unerreich.

Ambitionierte UN-Ziele: 30 % der Welt unter Schutz stellen, 30 % zerstörte Ökosysteme renaturieren

Die Szenario-Analysen verdeutlichen zweierlei: 1. Die Verluste an Biodiversität und ÖSL sind teilweise **irreversibel**. 2. Ein Abbremsen und die langfristige Trendwende sind möglich, aber nicht durch leichte Anpassungen des „Business as usual“. Vielmehr bedarf es politischer **Paradigmenwechsel** und tiefgreifender Veränderungen – insbesondere bei der menschlichen Landnutzung und der eng damit verbundenen Ernährungsweise. Auch die anderen Treiber der Biodiversitätskrise müssen gedämpft werden – vom Klimawandel über Umweltverschmutzung bis zu invasiven Arten.

Auf der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro wurde 1992 neben dem Klimarahmenabkommen (UNFCCC) und der Wüstenkonvention (UNCCD) auch die **Biodiversitätskonvention** (Convention on Biological Diversity, CBD) beschlossen. Hierzu wurden zuletzt 2022 in Form des **Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF)** ehrgeizige Ziele vereinbart,³⁴ darunter zwei zentrale mit der Zahl 30: Bis zum Jahr 2030 sollen 30 % der Land- und Wasserfläche unter Naturschutz gestellt werden – aktuell sind es ca. 18 % der Landflächen und 10 % der Meere.³⁵ Ebenfalls sollen 30 % der geschädigten Ökosysteme wiederhergestellt werden. Die Ausgaben für Biodiversitätsschutz sollen auf mindestens 200 Mrd. USD p. a. erhöht werden und mind. 30 Mrd. USD p. a. sollen dabei aus dem globalen Norden in den globalen Süden fließen. Die jährlichen umweltschädlichen Subventionen sollen um 500 Mrd. USD reduziert werden – aktuell stehen schädliche Subventionen und Ausgaben für Biodiversität im Verhältnis 30:1.³⁶ Die Verschmutzung durch Überdüngung und Pestizide soll halbiert werden, ebenso die Lebensmittelverschwendung und die Verbreitung invasiver Arten. Die Mitgliedsstaaten sollen außerdem die (regulatorische) Grundlage dafür schaffen, dass Unternehmen und Finanzinstitutionen ihre negativen Auswirkungen auf die Biodiversität offenlegen. Die 17. Konferenz der CBD-Vertragsstaaten (Conference of the Parties, CBD-COP) im Oktober 2026 dient u. a. der Zwischenbilanzierung – das Erreichen der ehrgeizigen Ziele ist jedoch unwahrscheinlich. Auch ein offizieller CBD-Fortschrittsbericht konstatiert, dass die Staatengemeinschaft noch nicht auf dem Weg ist, ihre Ziele zu erreichen.³⁷

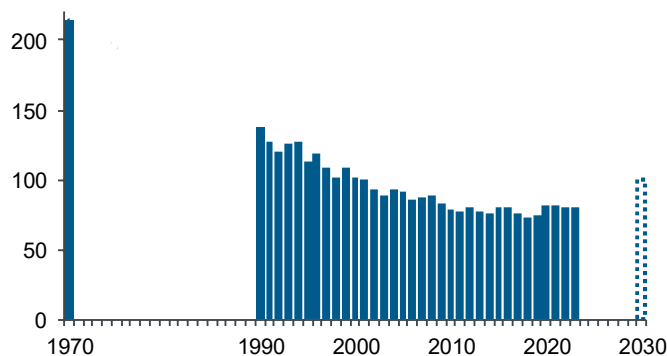
Deutschlands Beitrag – global und lokal

Biodiversitätsverluste finden lokal und regional statt – aber oft ausgelöst von globalen Abhängigkeiten. Die größten Hebel für den Erhalt der Biodiversität liegen dort, wo die Vielfalt am größten und die Verluste am drastischsten sind: in Biodiversitätshotspots des globalen Südens. Die Zerstörung von Tropenwäldern, Mangroven und Korallenriffen wird auch durch **globale Konsummuster** verursacht. Gegensteuern könnte Deutschland vor allem durch nachhaltigeren Konsum von Nahrung, Textilien und Rohstoffen. Wirtschaftspolitisch ist das durch die stärkere

Einpreisung von Externalitäten zu erreichen, zunächst durch den Abbau schädlicher Subventionen, z. B. die Mehrwertsteuerermäßigung für tierische Nahrungsmittel oder die Förderung von konventionellen Biokraftstoffen aus Nahrungsmittelpflanzen. Darüber hinaus sollte Deutschland seine traditionell wichtige Rolle beim Biodiversitätsschutz in der Entwicklungszusammenarbeit beibehalten.

Grafik 8: Biologische Vielfalt auch in Deutschland bedroht

Amtlicher Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“: Index für den Bestand von 51 repräsentativen Vogelarten in div. Landschaftstypen (Zielwert 2030=100).



Quellen: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Naturschutz.

Doch die Biodiversitätskrise findet auch in **Deutschland** statt. Fast ein Drittel der untersuchten Tier- und Pflanzenarten ist gefährdet, 60 % der Ökosystemtypen sind in schlechtem Zustand – Tendenz steigend.³⁸ Gewässerökosysteme sind in besonders problematischem Zustand: 90 % der Fließgewässer in Deutschland sind begradigt oder eingeeengt, ca. zwei Drittel der historischen Auenflächen sind verschwunden, und vom verbliebenen Drittel sind nur 9 % in naturnahem Zustand.³⁹ Der zentrale Indikator der **Nationalen Biodiversitätsstrategie**, die Häufigkeit bestimmter Vogelarten in verschiedenen Landschaftstypen, stagniert nach jahrelangem Rückgang (Grafik 8).

Für den Erhalt von Biodiversität und ÖSL in Deutschland sind vor allem zusätzliche bzw. größere Schutzgebiete (insbesondere der strengen Kategorien) sowie die umfassende **Renaturierung von Feuchtgebieten** notwendig. Hierbei ist der **Nationale Wiederherstellungsplan (NWP)** entscheidend, dessen Entwurf im September 2026 der EU vorgelegt werden muss und kürzlich als Rohfassung zur öffentlichen Beteiligung veröffentlicht wurde.⁴⁰ Eine ökologische Transformation der Landwirtschaft könnte nur durch eine entsprechende Reform der **EU-Agrarpolitik** gelingen, die im Jahr 2027 wieder ansteht. Die laufenden Verhandlungen lassen allerdings ökologische Rückschritte befürchten. Wirkung entfalten könnte auch eine Reform der **Flächenpolitik**, die den aktuellen Flächenverbrauch von 50 Hektar/Tag durch zusätzliche Siedlungs- und Verkehrsflächen nicht nur stark reduziert, sondern die notwendigen Kompensationsflächen möglichst zusammenhängend, ökologisch hochwertig und langfristig schafft.⁴¹

¹ Einige Kategorisierungen von ÖSL sehen als vierte Kategorie „Basisleistungen“ vor, z. B. die grundlegenden Nährstoffkreisläufe, die Bodenbildung durch Mikroorganismen und die Photosynthese (z. B. MA, Millennium Ecosystem Assessment; TEEB, The Economics of Ecosystems and Biodiversity). In der verwendeten eigenen Darstellung folgen wir Quellen, die auf die Basiskategorie verzichten und die genannten Beispiele entweder den Regulierungsleistungen zuordnen oder sie als Ökosystemfunktionen verstehen, die nicht unter die ökonomische Perspektive der ÖSL fallen (z. B. CICES, Common International Classification of Ecosystem Services bzw. darauf basierende UN-Systematik SEEA EA, System of Environmental-Economic Accounting – Ecosystem Accounting). Das Konzept der ÖSL ist anthropozentrisch, d. h. es bezieht sich allein auf den (ökonomischen) Nutzen, den bestimmte Ökosystemfunktionen für Menschen haben. Es wurde 1981 von den Biologen Ehrlich, Ehrlich und Mooney eingeführt (vgl. Ehrlich, P. und A. Ehrlich (1981), *Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species*, New York, Ehrlich, P. und H. Mooney (1983), *Extinction, Substitution, and Ecosystem Services*, BioScience, 33(4), S. 248–254.), hat sich in den 1990er-Jahren verbreitet und vor allem in den 2000er-Jahren große Bedeutung im Kontext der ökonomischen Bewertung von ÖSL erlangt. Ein wirtschaftswissenschaftliches Grundlagenwerk zu Ökosystemleistungen und der ihnen zugrundeliegenden Biodiversität ist Dasgupta, P. (2021), *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*, HM Treasury, London.

² Sowohl die ökologische Erfassung und Quantifizierung als auch die ökonomische Bewertung sind komplex, mit Unsicherheit behaftet und (deshalb) methodologisch anspruchsvoll. Der zentrale Bezugsrahmen der Bewertung ist der „ökonomische Gesamtwert“ (total economic value), bestehend aus nutzungsabhängigen und nutzungsunabhängigen Werten. Erstere werden in direkten Nutzen (weitgehend Versorgungs- und kulturelle Leistungen) und indirekten Nutzen (hauptsächlich Regulierungsleistungen) unterteilt. Zu den nutzungsunabhängigen Werten gehören Existenzwerte und Vermächtniswerte – die bei der Bewertung von ÖSL wichtig sind, weil z. B. viele Menschen einen Nutzen aus dem Wissen ziehen, dass intakte Natur existiert bzw. von Zeitgenossen und/oder kommenden Generationen zur Verfügung steht. Die empirischen Bewertungsmethoden werden laufend weiterentwickelt; besondere Relevanz haben indirekte Methoden zur Ermittlung von Präferenzen/Zahlungsbereitschaften (revealed/stated preferences, contingent valuation, choice experiment).

³ Vgl. Costanza et al. (1997), *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, Nature, 387, S. 253–260; Costanza et al. (2014), *Changes in the global value of ecosystem services*, Global Environmental Change, 26, S. 152–158. In einer Synthese der vorhandenen (und belastbaren) Literatur wurden im Kern Mittelwerte für verschiedene Biome/Ökosystemtypen in USD/Hektar berechnet und diese auf die eigens berechnete globale Fläche der jeweiligen Biome angewendet. Die Aggregation zu einem Gesamtwert wurde und wird mitunter als fehlgeleitet kritisiert, weil menschliches Leben ohne diese ÖSL gar nicht möglich wäre (und der Preis gewissermaßen unendlich sein müsste). Allerdings sind Preise aus ökonomischer Sicht immer eine Grenzbetrachtung: Sie beziffern, was die nächste Einheit eines Guts im Status Quo Wert ist. Dennoch hat die aggregierte Betrachtung offensichtlich nur geringen Wert für konkrete Entscheidungen über die Verwendung bestimmter Flächen. Sie hat aber die ausdrücklichen Ziele der Autoren klar erfüllt, durch ökonomische Argumente Aufmerksamkeit für den Schutzbedarf der Natur bei neuen und größeren Zielgruppen zu schaffen und die Weiterentwicklung der Bewertungsmethoden voranzubringen.

⁴ Weitere auf Costanza et al. (1997, 2014) basierende Schätzungen für das Jahr 2019 belaufen sich auf 150 Bio. USD bzw. 170–190 Bio. USD (1,7- bis 2-fache des Welt-BIP), vgl. Kurth et al. (2021), *The Biodiversity Crisis is a Business Crisis*, Boston Consulting Group; bzw. Kurth et al. (2020), *Wirtschaften im Einklang mit der Natur – Handlungswege zur Sicherung der Biodiversität*, Naturschutzbund Deutschland / Boston Consulting Group. Die Unterschiede entstehen u. a. durch die Annahme eines höheren CO₂-Preises und damit einen höheren Wert der ÖSL „Klimaregulierung“.

⁵ Vgl. de Groot, R. (2012), *Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units*, Ecosystem Services, 1, S. 50–61.

⁶ Das Zitat wird Pavan Sukhdev zugeschrieben, Umweltökonom und Leiter der TEEB-Studie (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, 2007–2011), die von der EU-Kommission und dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen in Auftrag gegeben wurde.

⁷ Analog werden positive Externalitäten durch die Wiederherstellung von Natur und Ausweitung von ÖSL nicht vergütet, was ebenfalls die ökonomischen Anreize zuungunsten der Natur verzerrt.

⁸ Vgl. UNEP, United Nations Environment Programme (2023), *Inclusive Wealth Report 2023: Measuring Sustainability and Equity*, Nairobi.

⁹ Vgl. IPBES, Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2022), *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*, IPBES secretariat, Bonn.

¹⁰ Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (Hrsg.) 2020: *Globale Biodiversität in der Krise – Was können Deutschland und die EU dagegen tun?* Dokumentationsband Nr. 24, S. 11.

¹¹ Vgl. Salles, J.-M. (2011), *Valuing biodiversity and ecosystem services: Why put economic values on Nature?* Comptes Rendus Biologies, 334, S. 469–482.

¹² Im Zuge der „Großen Beschleunigung“ (Great Acceleration) nach dem Zweiten Weltkrieg ist eine starke Zunahme sozio-ökonomischer Trends (Bevölkerung, Primärenergienutzung, BIP, Auslandsinvestitionen, Urbanisierung, Wassernutzung, Düngereinsatz) zu beobachten, die direkt mit der Beanspruchung der Erdsysteme zusammenhängen und nach Einschätzung vieler Forschender den Beginn des Anthropozäns markieren. Die ab Mitte des 18. Jahrhunderts einsetzende Industrialisierung hatte hingegen keine globalen Auswirkungen dieser Größenordnung.

¹³ Vgl. WWF (2024), *Living Planet Report 2024 – A System in Peril*; zur Methodik vgl. Deinert, S. et al. (2024), *LPR 2024 Technical Supplement*, Zoological Society of London.

¹⁴ IPBES (2022), S. 235ff., zeigt eine Übersicht wissenschaftlich belastbarer Biodiversitätsindikatoren, die (auf einheitliche Skalen normiert) über die letzten Jahrzehnte im Durchschnitt jährliche Rückgänge von 1,5 % verzeichnen (u. a. Biodiversity Intactness Index, Mean Species Abundance, Local Species Richness).

¹⁵ Knapp 2 Mio. Arten sind wissenschaftlich beschrieben. Die Gesamtzahl der Tier-, Pflanzen und Pilzarten wird von den meisten Studien zwischen 8 und 15 Mio. geschätzt, etabliert ist v. a. die Schätzung von 8,7 Mio. Arten durch Mora, C. et al. (2011), *How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?* PLoS Biology, 9(8).

¹⁶ Vgl. Cowie, R. et al. (2022), *The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation?* Biological Reviews 2022, S. 651–656. Das bisher letzte Massenaussterben ereignete sich vor 66 Mio. Jahren.

¹⁷ Vgl. PIK, Potsdam Institute for Climate Impact Research (2025), *Planetary Health Check 2025*; Rockström, J. et al. (2009): *A safe operating space for humanity*, Nature, 461(7), S. 472–475.

¹⁸ „Netto“ bedeutet hier, dass nur die in Biomasse gespeicherte Energie erfasst wird, nicht die für die Photosynthese erforderliche Sonnenenergie.

¹⁹ Vgl. WEF, World Economic Forum (2026), *The Global Risks Report*, 21th Edition. Es handelt sich um eine jährlich wiederholte globale Befragung von ca. 900 Expertinnen und Experten aus Unternehmen, Wissenschaft, öffentlicher Verwaltung, Zivilgesellschaft und internationalen Organisationen.

²⁰ Die dargestellten Abhängigkeiten von ÖSL sind sog. Materialitätsrankings aus dem ENCORE Framework. Die Abhängigkeit auf einer fünfstufigen Skala von „sehr gering“ bis „sehr hoch“ basiert auf Literaturreviews, Expertenurteilen und quantitativen Indikatoren. Vgl. NCFA, Natural Capital Finance Alliance (Global Canopy, UNEP FI, and UNEP-WCMC) (2024). ENCORE: Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure, www.encorenature.org.

²¹ Vgl. Newman, D. und G. Cragg (2016), *Natural Products as Sources of New Drugs from 1981 to 2014*, Journal of Natural Products, 79, S. 629–661.

²² Vgl. Europäische Kommission, Gemeinsame Forschungsstelle (2025), *The EU economy's dependency on nature*, Science for Policy Brief.

²³ IPBES (2026), *Summary for Policymakers of the Methodological Assessment Report on the Impact and Dependence of Business on Biodiversity and Nature's Contributions to People*, Bonn.

²⁴ Ceglar, A. et al. (2025), *European banks face significant vulnerability to ecosystem degradation and climate change*, Commun Earth Environ 6, 750.

²⁵ Deutsche Bundesbank (2026), *Nachhaltigkeitsrisiken in der Bankenaufsicht*, Monatsbericht April 2026.

²⁶ Vgl. Handelsblatt (2023), *Hochwasser in Slowenien sorgt für Lieferkettenchaos*, 13.9.2023; Automobilwoche (2023), *VW baut wegen Slowenien-Hochwasser 150.000 Autos weniger*, 26.10.2023.

²⁷ ELD Initiative (2015), Report for policy and decision makers: Reaping economic and environmental benefits from sustainable land management, www.eld-initiative.org.

²⁸ Vgl. Wegner, I. et al. (2025), *Seeds of Inflation: Macro Modelling of Nature-related Risks through Agricultural Prices*, Working Paper Series, Banque de France, Paris.

²⁹ Vgl. Peersman, G. (2022), *International food commodity prices and missing (dis)inflation in the euro area*, The Review of Economics and Statistics, 104(1), S. 85–100.

³⁰ United Nations (2024), Department of Economic and Social Affairs, Population Division, *World Population Prospects 2024*, New York.

³¹ Vgl. Kubiszewski, I. et al. (2017), *The future value of ecosystem services: Global scenarios and national implications*, Ecosystem Services, 26, S. 289–301. Die Szenarien basieren auf Raskin, P. (2022), *Great Transition: The promise and Lure of the Times Ahead*, Stockholm Environment Institute; für einen Vergleich von Zukunftsszenarien und Szenario-Archetypen verschiedener Autorinnen und Autoren bzw. Institutionen siehe Hunt et al. (2012), *Scenario archetypes: converging rather than diverging themes*, Sustainability 4(4), S. 740–772.

³² Vgl. Leclère, D. et al. (2020), *Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy*, Nature, 585, S. 551–556. Die Szenarien basieren auf den Shared Socioeconomic Pathways (SSP), genauer: SSP1 („nachhaltiger Weg“) und SSP2 („mittlerer Weg“), die auch der Weltklimarat IPCC verwendet; vgl. Riahi, K. et al. (2017), *The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: an overview*, Global Environmental Change 42, S. 153–168.

³³ Weitere Details in der o. g. Quelle und in Leclère, D. et al. (2020), *Towards pathways bending the curve of terrestrial biodiversity trends within the 21st century (v 1.3): update of methods underpinning the article entitled 'Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy'.*

³⁴ Vgl. CBD, Convention on Biological Diversity (2022), Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF), Decision 15/4 adopted by the Conference of the Parties.

³⁵ UNEP-WCMC und IUCN (2026), *Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA)*, Cambridge, zul. aktualisiert 06/2026.

³⁶ Vgl. United Nations Environment Programme, UNEP (2026), *State of Finance for Nature 2026: Nature in the red: Powering the trillion dollar nature transition economy*, Nairobi.

³⁷ Vgl. CBD (2026), *Global review of collective progress in the implementation of the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework, Draft 1 (06/2026)*. Bereits 2010 waren auf der CBD-COP 10 ähnliche Ziele für 2020 vereinbart worden – keines wurde erreicht, die meisten weit verfehlt, vgl. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2020), *Global Biodiversity Outlook 5*, Montréal.

³⁸ Wirth, Christian et al. (2024), *Faktencheck Artenvielfalt - Bestandsaufnahme und Perspektiven für den Erhalt der biologischen Vielfalt in Deutschland*, oekom, München.

³⁹ Vgl. BMU & BfN, Bundesministerium für Umwelt & Bundesamt für Naturschutz (2021): *Auenzustandsbericht*; Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2024): *Klima – Wasserhaushalt – Biodiversität: für eine integrierte Nutzung von Mooren und Auen*.

⁴⁰ Vgl. BMUKN (2026), *Nationaler Wiederherstellungsplan für die Natur in Deutschland*, Stand 30.6.2026.

⁴¹ Aktuell wächst die Siedlungs- und Verkehrsfläche in Deutschland täglich um ca. 50 Hektar, im Wesentlichen durch Umwandlung landwirtschaftlicher Flächen. Das ist deutlich weniger als vor zwanzig Jahren (deutlich über 100 Hektar/Tag), aber mehr als das Ziel der Nationale Nachhaltigkeitsstrategien von 30 Hektar/Tag bis 2030. Bis 2050 wird sogar die „Flächenkreislauwirtschaft“ mit einem Flächenverbrauch von „netto Null“ angestrebt, d. h. es müssen „Kompensationsflächen“ renaturiert werden. Deren Qualität ist heterogen, oft gering und nicht langfristig gesichert.