



Wasserressourcen und Biodiversität: von Konkurrenz zu Synergie Zusammenfassung



KFW



SENCKENBERG
NATURE RESEARCH

Wasserressourcen und Biodiversität: von Konkurrenz zu Synergie

Zusammenfassung

Klement Tockner^{1,2}, Petra Döll^{1,3}, Mark O. Gessner^{4,5}, Peter Haase^{1,5},
Bernd Hansjürgens^{6,7}, Robert Luetkemeier^{1,8}, Andrea Sundermann^{1,9}, Christiane Zarfl^{10,11}

¹ Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, Frankfurt am Main, Deutschland

² Goethe-Universität Frankfurt, Fachbereich Biowissenschaften, Frankfurt am Main, Deutschland

³ Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Physische Geographie, Frankfurt am Main, Deutschland

⁴ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Abteilung für Plankton- und Mikrobielle Ökologie, Stechlin, Deutschland

⁵ Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Biologie, Essen, Deutschland

⁶ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Forschungsbereich „Umwelt und Gesellschaft“, Abteilung Wirtschaft, Leipzig, Deutschland

⁷ Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fakultät für Rechts- und Wirtschaftswissenschaften, Halle an der Saale, Deutschland

⁸ Institut für Sozial-Ökologische Forschung (ISOE), Forschungsbereich „Wasser und Landnutzung“, Frankfurt am Main, Deutschland

⁹ Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität, Frankfurt am Main, Deutschland

¹⁰ Universität Tübingen, Umwelt-Systemanalyse, Fachbereich Geowissenschaften, Tübingen, Deutschland

¹¹ Universität Tübingen, Exzellenzcluster: EXC 3121: TERRA – Terrestrische Geo-Biosphären-Wechselwirkungen in einer sich wandelnden Welt, Tübingen, Deutschland

Wasser ist mehr als eine Ressource

Ohne intakte Gewässerökosysteme gibt es keine dauerhaft sichere Wasserversorgung.

Wasser¹ ist essenziell für das Erdsystem. Es verbindet Klima, biogeochemische Kreisläufe, Biodiversität, Nahrungs- und Energieversorgung, menschliche Gesundheit, Kultur und wirtschaftliche Entwicklung. Trotz seiner zentralen Bedeutung für das menschliche Wohlergehen und für die Ökosysteme wird Wasser nach wie vor weitgehend als Ressource behandelt – und bei Überschuss als Gefahr –, die kontrolliert, gewonnen und auf häufig unterschiedliche Sektoren verteilt werden muss. Gewässerökosysteme und ihre Biodiversität werden bestenfalls als weitere konkurrierende „Nutzer“ betrachtet.

Stattdessen gilt es, Wasser als ein miteinander vernetztes sozial-ökologisch-technologisches System zu bewirtschaften, in dem die Ökosystemintegrität und der Wasserbedarf der Menschen gleichrangig berücksichtigt werden – nicht als gegeneinander abzuwägende Prioritäten. Die Herausforderung besteht daher nicht darin, den Wasserbedarf des Menschen gegen jenen der Natur abzuwägen, sondern langfristige Synergien zwischen gesunden Gewässerökosystemen, menschlichem Wohlergehen und wirtschaftlichem Wohlstand zu schaffen.

Die „Große Beschleunigung“ dauert an

Die Phase der „Großen Beschleunigung“ (*Great Acceleration*) brachte dem Gros der Menschen auf der Erde eine beispiellose Verbesserung des Lebensstandards – jedoch auf Kosten der Gewässerökosysteme und des Naturkapitals, von denen der langfristige Wohlstand letztlich abhängt. Setzt sich dieser Kurs fort, wird dies die Biodiversität, die Wasserversorgungssicherheit und die wirtschaftliche Resilienz weiter schwächen und zunehmende Risiken für Natur und Gesellschaft mit sich bringen.

Sieben Jahrzehnte Transformation von Gewässerökosystemen und der globalen Wassernutzung machen auf ein grundlegendes Ungleichgewicht aufmerksam. Bemerkenswerte Fortschritte in den Bereichen Wirtschaft, Technologie und öffentliche Gesundheitsversorgung gingen mit wachsendem Druck auf die Wasserressourcen und schwerwiegenden Biodiversitätsverlusten einher. Die 15 Grafiken in Infobox 1 veranschaulichen diese gegenläufigen Entwicklungen und ihre Folgen für Ökosysteme, Volkswirtschaften und Gesellschaften. Das rasante Wachstum bei der Wasserentnahme, der Chemikalienproduktion und dem Ausbau der Infrastruktur fiel zeitlich mit einem rapiden Massenverlust der Gletscher, Veränderungen im Sedimenttransport, Zusammenbruch der

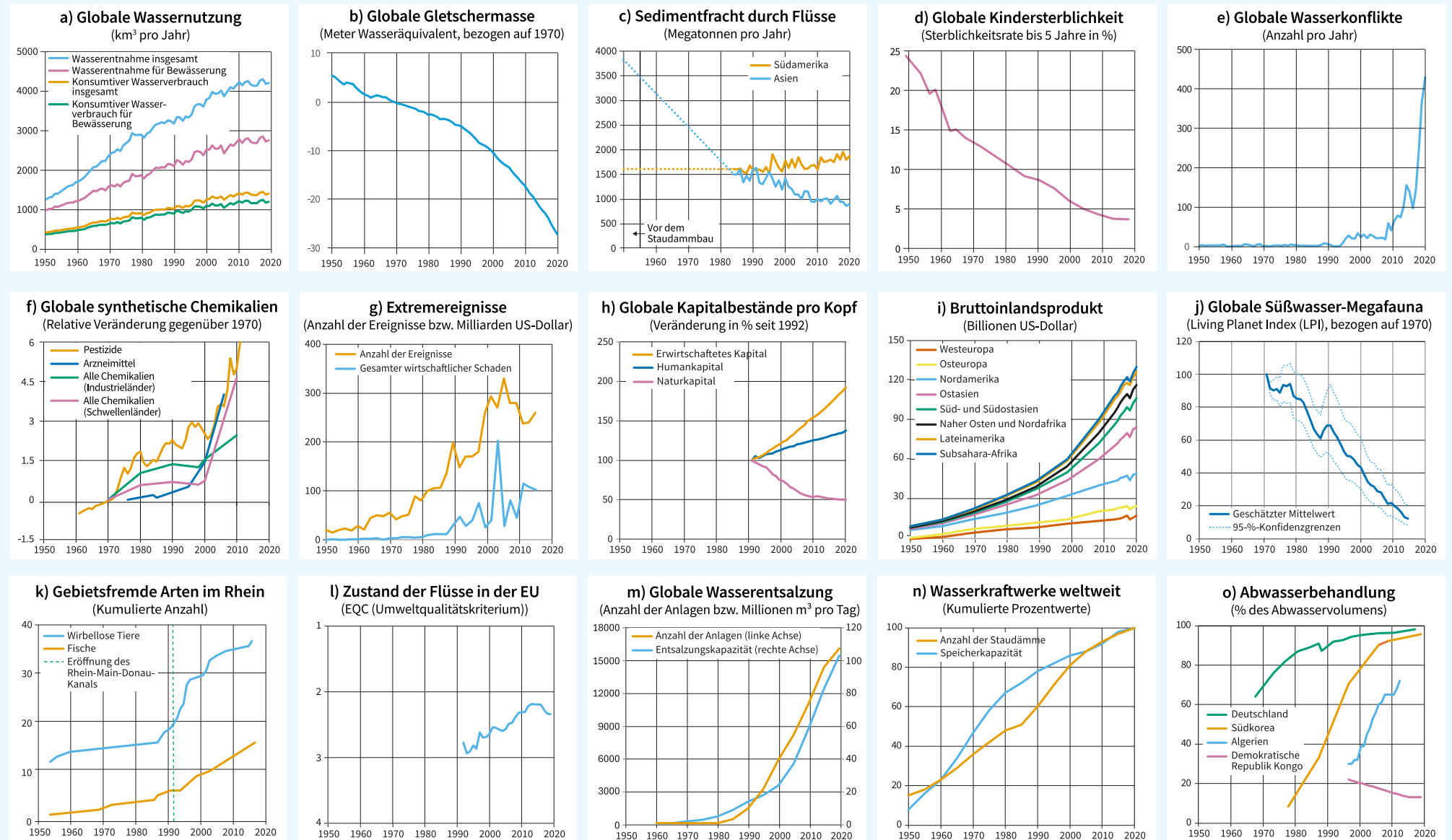
Populationen der Süßwassermegafauna und der Ausbreitung gebietsfremder Arten zusammen. Gleichzeitig haben die Zahl der wasserbezogenen Konflikte und die wirtschaftlichen Kosten von Extremereignissen zugenommen.

Fortschritte sind jedoch möglich. Die Kindersterblichkeit ist drastisch gesunken – auch dank der Verbesserungen in der Wasserversorgung, Sanitärversorgung und Hygiene. In vielen Ländern wurde die Abwasserreinigung ausgebaut, und gezielte Schutz- und Renaturierungsmaßnahmen haben in einigen Regionen zu einer Erholung der Artenvielfalt in den Gewässern geführt. Diese Entwicklungen zeigen das Potenzial technologischer Innovationen, öffentlicher Investitionen und wirksamer Governance.

Die zentrale Herausforderung besteht darin, menschliches Wohlergehen und wirtschaftlichen Wohlstand zu gewährleisten, ohne die Gewässerökosysteme, von denen beides abhängt, weiter zu beeinträchtigen. Technologische Effizienz und Infrastrukturausbau allein reichen dafür nicht aus. Für eine dauerhaft sichere Wasserversorgung müssen Gewässerökosysteme geschützt und wiederhergestellt werden, Umweltbelastungen verringert und der Wasserverbrauch der Menschen innerhalb der ökologischen Grenzen des globalen Wasserkreislaufs gehalten werden.

¹ Die Bezeichnungen Wasser(ressourcen) und Gewässerökosysteme stehen in dieser Studie stellvertretend für Süßwasser(ressourcen) und Binnengewässerökosysteme

Box 1: Sieben Jahrzehnte Wassertransformation: Steigende Wohlfahrt, schwindende Wasserressourcen und Biodiversität



Legende zu Box 1

Die Zeitreihen veranschaulichen langfristige Veränderungen der globalen Wassernutzung, der Gletschermasse und des Sedimenttransports sowie zunehmende Belastungen durch Chemikalien und Extremereignisse. Auch Ökosysteme selbst verändern sich, wie die Entwicklungen der Süßwasserfauna und die Ausbreitung gebietsfremder Arten zeigen. Der Ausbau von Entsalzungsanlagen, Wasserkraft und Abwasserbehandlung verdeutlicht, wie sehr der Mensch inzwischen von technischen Lösungen abhängig ist – die Wirtschaftswachstum und menschliches Wohlergehen merklich befördert haben. Die zentrale Herausforderung für die Zukunft besteht darin, Versorgungssicherheit und wirtschaftliche Entwicklung mit der Erhaltung funktionsfähiger Gewässerökosysteme in Einklang zu bringen.

a) Globale Wassernutzung. Langfristiger Anstieg der weltweiten Wasserentnahmen und des konsumtiven Wasserverbrauchs. Die Darstellung unterscheidet zwischen Bewässerung und Gesamtwasserverbrauch und veranschaulicht die zunehmende Inanspruchnahme von Wasser durch den Menschen ((WaterGAP, 2026); persönliche Mitteilung von P. Döll).

b) Globale Gletschermasse. Langfristiger Rückgang der globalen Gletschermasse, ausgedrückt als kumulative Veränderung in Metern Wasseräquivalent gegenüber 1970. Der Trend veranschaulicht den sich beschleunigenden Schwund der in Gletschern gespeicherten Wasserreserven (nach WGMS (2023) neu dargestellt).

c) Sedimentfracht durch Flüsse. Gegenläufige langfristige Trends beim Sedimenttransport in Flüssen Asiens und Südamerikas, ausgedrückt als jährliche Sedimentfracht ins Meer (in Megatonnen pro Jahr). In Asien ist die Sedimentfracht erheblich zurückgegangen, vor allem aufgrund des Sedimentrückhalts durch Staudämme. In Südamerika hat er trotz fortschreitender Staudammprojekte zugenommen, was auf verstärkte Erosion infolge weitreichender Landnutzungsänderungen hindeutet. Schätzungen aus der Zeit vor dem Staudambau dienen als historische Vergleichswerte (nach Dethier et al. (2022) neu dargestellt).

d) Globale Kindersterblichkeit. Langfristiger Rückgang der Wahrscheinlichkeit, dass Kinder vor ihrem fünften Lebens-

jahr sterben, ausgedrückt als Prozentsatz der Lebendgeburten. Der Trend zeigt erhebliche Fortschritte in den Bereichen Gesundheit, Ernährung, Lebensbedingungen, medizinische Versorgung, Sanitärversorgung und sicherem Trinkwasser (nach IHME, 2025 neu dargestellt).

e) Globale Wasserkonflikte. Jährliche Anzahl erfasster Vorfälle, bei denen Wasser als Auslöser von Gewalt, als Waffe im Konflikt oder als Ziel von Gewalt eine Rolle spielt – einschließlich Angriffen auf Wasserressourcen und -infrastruktur. Der Trend dokumentiert einen deutlichen Anstieg wasserbezogener Konflikte, insbesondere in den letzten Jahren (nach Pacific Institute, (2025) neu dargestellt; persönliche Mitteilung von P. Gleick, 2026).

f) Globale synthetische Chemikalien. Langfristiger Anstieg der Indikatoren für weltweite Produktion und Verbrauch synthetischer Chemikalien, einschließlich Pestiziden und Arzneimitteln, ausgedrückt relativ zu den jeweiligen Basiswerten von 1970. Die Trends veranschaulichen die rasche Ausweitung der Chemikalienproduktion und den damit verbundenen Druck auf Gewässerökosysteme (nach Bernhardt et al. (2017) neu dargestellt).

g) Extremereignisse. Langfristige Trends bei der Anzahl registrierter meteorologischer Extremereignisse wie Überschwemmungen und den damit verbundenen gemeldeten wirtschaftlichen Schäden (in Mrd. US-Dollar). Sie veranschaulichen die zunehmenden wirtschaftlichen Folgen von Katastrophen (nach WMO (2023) neu dargestellt).

h) Globale Kapitalbestände pro Kopf. Globale Veränderung des produzierten, menschlichen und natürlichen Kapitals pro Kopf, indexiert auf das Jahr 1992 (1992 = 100). Während produziertes und menschliches Kapital erheblich zugenommen haben, ist der dargestellte Indikator für natürliches Kapital um 50 Prozent zurückgegangen. Dies verdeutlicht den Abbau natürlicher Ressourcen im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung (nach Dasgupta (2021)).

i) Bruttoinlandsprodukt. Langfristiger Anstieg des globalen BIP (in Billionen US-Dollar), aufgeschlüsselt nach den wichtigsten Weltregionen. Die Darstellung veranschaulicht Ausmaß und geografische Verteilung des Wirtschaftswachstums (nach Bolt & van Zanden (2024), basierend auf der Maddison-Projekt-Datenbank (2023)).

j) Globale Süßwasser-Megafauna. Langfristiger Rückgang der relativen Bestandsgröße von Populationen der Süßwassermegafauna, ausgedrückt als „Living Planet Index“ gegenüber 1970. Der Trend zeigt gravierende Bestandsverluste bei allen großen Süßwassertieren (nach He et al. (2019)).

k) Gebietsfremde Arten im Rhein. Kumulative Anzahl der im Rhein nachgewiesenen gebietsfremden wirbellosen Arten und Fischarten. Die Eröffnung des Rhein-Main-Donau-Kanals im Jahr 1992 begünstigte die Ausbreitung ponto-kaspischer Arten (nach IKSР et al. (2018); IKSР et al. (2021) neu dargestellt).

l) Zustand der Flüsse in der EU. Zeitliche Entwicklung der ökologischen Zustandsklasse (EQC) von Flüssen in der Europäischen Union. Die Variable gibt die Integrität des Ökosystems gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie (1992–2019) an, wobei die Werte 2 und 3 für eine gute bzw. mäßige ökologische Qualität stehen (nach Sinclair et al. (2024) neu dargestellt).

m) Globale Wasserentsalzung. Rascher Anstieg der Anzahl von Entsalzungsanlagen und der installierten Entsalzungskapazität. Der Trend verdeutlicht das zunehmende technologische Potenzial, die Wasserversorgung aus salzhaltigen und brackigen Wasserquellen zu ergänzen (nachgezeichnet nach Jones et al. (2019)).

n) Wasserkraftwerke weltweit. Kumulativer Ausbau großer Wasserkraftwerke und der damit verbundenen Speicherkapazität. Die Entwicklung spiegelt die zunehmende Fragmentierung, Veränderungen der Abflussverhältnisse und weitere Eingriffe in große Flüsse weltweit wider – trotz jüngster Initiativen zum Rückbau von Staudämmen (nach Lehner et al. (2024) neu dargestellt).

o) Abwasserbehandlung. Vergleich der langfristigen Entwicklungen in der Abwasserreinigung Deutschlands, Südkoreas, Algeriens und der Demokratischen Republik Kongo. Die Darstellung zeigt erhebliche Verbesserungen in einigen Ländern und anhaltende Defizite in anderen Staaten (Zusammenstellung der Daten und neue Darstellung nach (OECD, 1993); (OECD, 2012); (OECD, 2023); (Umweltministerium der Republik Korea, 2015); (Statistics Korea/ Ministerium für Klima, Energie und Umwelt, Nationales Abwasserinformationssystem, 2026); (Statistics South Africa, 2017); (Statistics South Africa, 2024); (Statistikabteilung der Vereinten Nationen (UNSD)); (WHO/UNICEF/JMP, 2025); (Weltbank/AMCOW, 2011)).

Die biologische Vielfalt in Gewässerökosystemen steht zunehmend unter Druck

Gewässerökosysteme sind globale Hotspots der Artenvielfalt. Doch ein Viertel ihrer Arten ist vom Aussterben bedroht.

Flüsse und Seen bedecken zwar nur rund ein Prozent der Erdoberfläche, sie beherbergen jedoch etwa zehn Prozent aller bekannten Arten und sogar ein Drittel aller Wirbeltierarten (Strayer & Dudgeon, 2010). Die bislang umfassendste globale Bestandsaufnahme von Süßwasserfischen, Libellen und Zehnfußkrebse bewertete mehr als 23.000 Arten. Demnach ist fast ein Viertel davon – 24 Prozent – vom Aussterben bedroht. Davon sind 54 Prozent durch Umweltverschmutzung beeinträchtigt, 39 Prozent durch Staudämme und Wasserentnahmen, 37 Prozent durch landwirtschaftliche Flächennutzung und 28 Prozent durch invasive Arten und Krankheiten. 84 Prozent sind von mehr als einer Bedrohung betroffen (Sayer et al., 2025). Die überwachten Populationen wandernder Süßwasserfische sind zwischen 1970 und 2020 um 81 Prozent zurückgegangen. Einst häufige und symbolträchtige Arten von wirtschaftlicher Bedeutung, wie der Europäische Aal, stehen kurz vor dem Aussterben. Nur 37 Prozent der Flüsse mit einer Länge von mehr als 1.000 Kilometern fließen noch gänzlich frei – die meisten davon

in abgelegenen Regionen wie Sibirien und im Amazonasbecken (Deinet et al. (2024); Grill et al. (2019).

Der weltweite Rückgang der Feuchtgebiete veranschaulicht zudem die ökologischen und wirtschaftlichen Folgen menschlicher Aktivitäten. Seit 1970 sind rund 411 Millionen Hektar – 22 Prozent der weltweiten Feuchtgebietsfläche – verloren gegangen, etwa 25 Prozent der verbleibenden Fläche befinden sich in einem schlechten Zustand. Trotz dieser Verluste erbringen die bestehenden 1,4 Milliarden Hektar nach konservativen Schätzungen Ökosystemleistungen im Wert von jährlich 8 Billionen US-Dollar, höhere Schätzungen reichen bis zu 39 Billionen US-Dollar (Convention on Wetlands, 2025). Der anhaltende Verlust von Feuchtgebieten bedroht daher nicht nur die biologische Vielfalt und die Funktionsfähigkeit der Ökosysteme, sondern führt auch zum Abbau wirtschaftlich wertvollen Naturkapitals.

Wasserressourcen gehen rapide zurück

Menschliche Aktivitäten und der globale Klimawandel verändern Menge, Qualität, Verteilung und Dynamik der Wasserressourcen grundlegend.

In vielen Regionen der Erde gehen die Wasserreserven zurück, während die Nachfrage durch Bevölkerungswachstum und den Ausbau der wirtschaftlichen Aktivitäten steigt. Der Wasserverbrauch des Menschen und der Klimawandel haben die globalen Vorkommen – einschließlich des in Oberflächengewässern, Grundwasser, Boden, Schnee und Gletschern gespeicherten Wassers – in den vergangenen zwei Jahrzehnten um schätzungsweise 324 Kubikkilometer pro Jahr verringert. Satellitendaten zu Veränderungen der Wasserspeicher, abgeleitet aus Schwerkraftanomalien, deuten darauf hin, dass menschlicher Wasserverbrauch und Klimawandel zu weitgehend irreversiblen Veränderungen geführt haben (**Abbildung 1**). Starke Rückgänge der Wasserspeicher sind auf die übermäßige Nutzung der Wasserressourcen und den Gletscherschwund zurückzuführen. Die (geringeren) Zunahmen von Wasserressourcen in anderen Regionen gehen auf erhöhte Niederschläge im Zuge des Klimawandels zurück (**Abbildung 1**).

Zwischen 2000 und 2023 haben die Gletscher etwa 6.500 Milliarden Tonnen Eis verloren. Die durchschnittliche jährliche Schmelzrate ist im Vergleich der beiden Zwölfjahresperioden 2000–2011 und 2012–2023 um 36 Prozent gestiegen. Gletscher und Schneedecken sind für die Aufrechterhaltung des Wasserabflusses entscheidend: 55 bis 60 Prozent des globalen Abflusses entstehen in den Gebirgsregionen

GSFC Jahrestrend (2002–2025)

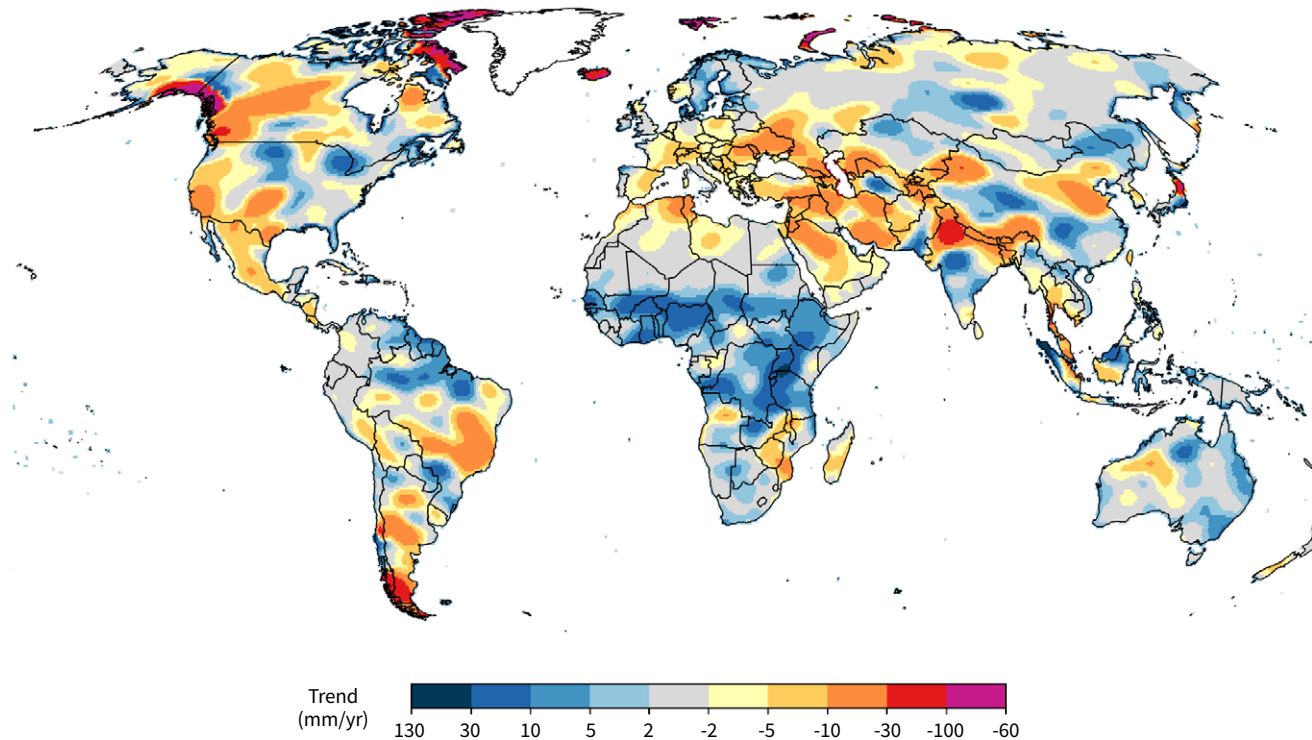


Abbildung 1: Durchschnittliche jährliche Veränderung der terrestrischen Wasserspeicher von 2002–2025, abgeleitet aus GRACE-Satellitenbeobachtungen. Die Trends wurden mithilfe des GSFC-Mascon-Produkts berechnet (Loomis et al., 2019). Aufgrund der großen räumlichen Erfassungsbreite der Satellitenbeobachtungen sind die Trends räumlich geglättet; die tatsächlichen Trends sind stärker lokal begrenzt und können größer ausfallen. Ohne Klimawandel und Wasserentnahme durch den Menschen lägen die Trends nahe null.

der Erde. Auf diese Wasserressourcen sind rund zwei Milliarden Menschen angewiesen – etwa ein Viertel der Weltbevölkerung. Projektionen für Erwärmungsszenarien zwischen 1,5 und 4 Grad Celsius sagen bis zum Jahr 2100 einen Verlust von 26 bis 41 Prozent der Gebirgsgletscher voraus (The GlambIE Team, 2025)(UNESCO WWAP, 2025).

Wirtschaftliche Aktivitäten sind wesentliche Treiber der Wasserentnahme und -verschmutzung. Landwirtschaft, Energieerzeugung, Bergbau, verarbeitendes Gewerbe, Urbanisierung und Infrastrukturentwicklung beeinflussen Menge, Qualität, zeitlichen Ablauf, Verteilung und Vernetzung der Wasserressourcen. Dadurch tragen sie zum Verlust der biologischen Vielfalt und zur Beeinträchtigung der Ökosystemintegrität bei. Die bewässerte Landwirtschaft ist für rund 70 Prozent der weltweiten Wasserentnahme und rund 90 Prozent des Wasserverbrauchs verantwortlich (McDermid et al., 2023)(Gordon et al., 2010). Globale Lieferketten verlagern den Druck zudem durch den Handel mit „virtuellem Wasser“ – also Wasser, das zur Herstellung von exportierten Waren und Rohstoffen dient. Dadurch treffen die ökologischen Folgen vor allem Regionen, die oft weit entfernt von den Absatzmärkten liegen.

Der Klimawandel verstärkt diese Belastungen, indem er die Verteilung und die Abfolge von Niederschlägen und Verdunstung, die Schnee-

und Eisspeicherung sowie die Häufigkeit und das Ausmaß hydrologischer Extreme verändert. Dürren, sinkende Grundwasserspiegel und austrocknende Flüsse verringern zunehmend die Wasserversorgungssicherheit, während Starkregen und Überschwemmungen massive Infrastrukturschäden verursachen, Lebensgrundlagen zerstören und Menschenleben fordern. Einige Veränderungen – darunter Grundwasserentnahme, Versalzung, Verlust von Feuchtgebieten und Gletscherschwund – können Jahrzehnte bis Jahrtausende andauern und sind damit auf menschlichen Zeitskalen faktisch irreversibel.

Klimaanpassung muss daher nicht nur die Wasserversorgung und die Infrastruktur berücksichtigen, sondern auch die Fähigkeit der Gewässerökosysteme, Wasser zu speichern, hydrologische Extremereignisse abzuf puffern, die Wasserqualität zu erhalten sowie die Biodiversität und die Ökosystemintegrität zu bewahren – und das unter sich ändernden klimatischen Bedingungen.

Gewässerbiodiversität und Wirtschaft sind voneinander abhängig

Die Degradierung von Gewässerökosystemen stellt zunehmend ein systemisches Risiko für Volkswirtschaften, öffentliche Finanzen und menschliches Wohlergehen dar.

Die herkömmliche Unterscheidung zwischen „Wasser für den Menschen“ und „Wasser für die Natur“ ist irreführend, da die Wasserversorgungssicherheit des Menschen letztlich von intakten Gewässerökosystemen abhängt. Geschädigte Gewässer – gekennzeichnet durch Verschmutzung, veränderte hydrologische und geomorphologische Bedingungen sowie den Verlust der biologischen Vielfalt – können in der Regel Wasser weniger gut reinigen, Abflüsse regulieren, Nährstoffe recyceln, Sedimente transportieren sowie Hochwasser und Dürren abfedern als unbeeinträchtigte Ökosysteme. Die Gewässerbiodiversität und die Ökosystemintegrität sind daher nicht nur Nutznießer einer wirksamen und nachhaltigen Wasserbewirtschaftung, sondern leisten auch einen wesentlichen Beitrag zur Versorgungssicherheit und zum menschlichen Wohlergehen.

Die Beziehung zwischen Wirtschaftsaktivitäten und Gewässerökosystemen ist wechselseitig. Während wirtschaftliche Aktivitäten wesentliche Treiber der Verschlechterung der Wasserqualität sind, hängen Volkswirtschaften andererseits von dem durch Gewässerökosysteme bereitgestellten Naturkapital ab und sind daher äußerst anfällig für die Erschöpfung dieser Ressourcen. Landwirtschaft, Energieerzeugung, Verarbeiten des Gewerbe und urbane Räume sind auf eine zuverlässige Wasserversorgung angewiesen. Gleichzeitig gewährleisten Gewässerökosyste-

me Hochwasserschutz, Kühlung, Transportwege und andere essenzielle Leistungen. Auch globale Wertschöpfungsketten sind von Wasserressourcen und Gewässerökosystemen abhängig, deren Nutzung oft weit entfernt von den Endkonsumentinnen und -konsumenten stattfindet.

Die Verschlechterung des Zustands der Gewässer birgt daher physische, wirtschaftliche und finanzielle Risiken. Wasserknappheit, Dürren, Überschwemmungen, Verschmutzung sowie die Degradation von Ökosystemen können die landwirtschaftliche und industrielle Produktivität verringern, die Energieerzeugung und Binnenschifffahrt einschränken, Lieferketten unterbrechen, Infrastrukturen beschädigen, Rohstoffpreise sowie öffentliche Ausgaben in die Höhe treiben sowie Kredit-, Investitions- sowie Versicherungsrisiken erhöhen. In besonders trockenen Jahren können die Ernteerträge um bis zu 22 Prozent zurückgehen. Schwere Dürren können die Stromerzeugung aus Wasserkraft um mehr als 25 Prozent und das Frachtvolumen auf Binnenwasserstraßen in Mittel- und Osteuropa um bis zu 40 Prozent verringern, was Lieferketten und industrielle Produktion beeinträchtigt. Die mit Dürreperioden verbundenen wirtschaftlichen Schäden sind seit dem Jahr 2000 weltweit schätzungsweise um 3 bis 7,5 Prozent pro Jahr gestiegen. Überschwemmungen verursachen ähnlich hohe Kosten, in Europa zwischen 1980 und 2023 durchschnittlich 6,5 Milliarden

Euro pro Jahr. Allein die verheerenden Hochwasser in Teilen Deutschlands, Belgiens und der Niederlande im Juli 2021 verursachten Schäden in Höhe von etwa 44 Milliarden Euro (OECD, 2025)(EAA, 2025).

Die Artenvielfalt in Gewässern kann ökologische Portfolioeffekte erzeugen, die Umweltschwankungen abfedern und Risiken für die Nahrungsmittelversorgung sowie die lokale Wirtschaft verringern. In der Bristol Bay in Alaska verringert die genetische Vielfalt mehrerer Hundert Rotlachspopulationen die jährlichen Schwankungen der Lachsbestände (Schindler et al., 2010). Ohne diese Vielfalt müsste der Fischfang dort etwa zehnmal häufiger eingestellt werden. Passend dazu zeigt eine Analyse der Binnenfischerei in 100 Ländern, dass eine hohe Vielfalt an Fischarten stark mit höheren Erträgen und – in Afrika – mit geringeren zeitlichen Schwankungen dieser Erträge einherging (Brooks et al., 2016). Diese Portfolioeffekte sind bedeutsam, weil Süßwasserfische für Hunderte Millionen Menschen weltweit eine lebenswichtige Nahrungs- und Einkommensquelle darstellen.

Von Konkurrenz zu Synergie

Effizienzgewinne allein werden die Verschlechterung des Zustands der Gewässer nicht umkehren, es sei denn, sie führen auch zu geringeren Umweltbelastungen und einer messbaren Erholung der Ökosysteme.

Wirtschaftliche Aktivitäten verursachen konkurrierende Wasserbedarfe und bieten zugleich Möglichkeiten, diese in Einklang zu bringen. Zu den wesentlichen Hindernissen zählen die Unterbewertung von Ökosystemleistungen der Gewässer, die Externalisierung von Umweltkosten sowie Subventionen, die finanzielle Anreize zur Ressourcenausbeutung schaffen. Herkömmliche Wohlstandsindikatoren wie das BIP erfassen die wirtschaftliche Produktion, berücksichtigen aber den Abbau des Naturkapitals, von dem der zukünftige Wohlstand abhängt, nicht angemessen.

Eine **wasserpositive** Transformation erfordert daher den schrittweisen Abbau umweltschädlicher Anreize und die Umlenkung von Finanzströmen weg von schädlichen Aktivitäten. Zugleich müssen Investitionen zur Stärkung der Gewässerbiodiversität und der Ökosystemintegrität ausgeweitet werden. Auch reichen technologische Innovationen und Verbesserungen der Wassernutzungseffizienz nicht aus, wenn die steigende Nachfrage die Effizienzgewinne zunichtemacht. In Sektoren mit hohem Wasser-

bedarf müssen Effizienz und Kreislaufwirtschaft daher durch Suffizienz ergänzt werden, um vermeidbaren und übermäßigen Wasserkonsum zu reduzieren.

Der Schutz intakter Gewässerökosysteme ist in der Regel wirksamer, kostengünstiger und mit weniger Unsicherheiten verbunden als die Wiederherstellung degradierter Ökosysteme. Wenn Schäden entstanden sind, ist es unerlässlich, die Umweltbelastungen zu verringern, um die ökologische Integrität wiederherzustellen.

Eine Erholung der Artenvielfalt in Gewässern ist möglich, wenn anthropogene Belastungen verringert werden. Eine Zeitreihenanalyse wirbelloser Süßwassertiere von 1.816 Flussabschnitten aus 22 europäischen Ländern ergab, dass die taxonomische Vielfalt und die Bestandsdichte zwischen 1968 und 2020 durchschnittlich um 0,7 Prozent beziehungsweise 1,2 Prozent pro Jahr zunahmen. Diese Verbesserungen standen im Zusammenhang mit Abwasserreinigung und anderen Maßnahmen des Umweltmanagements. Allerdings haben sich die Erholungstrends seit etwa 2010 weitgehend abgeflacht, und viele Flüsse erfüllen nach wie vor nicht die europäischen ökologischen Qualitätsnormen (Haase et al., 2023). Diese Ergebnisse belegen sowohl die Wirksamkeit früherer Maßnahmen als auch die Notwendigkeit, bestehende und neu auftretende Belastungen anzugehen, darunter chemische

Verschmutzung, invasive Arten, der Ausbau der Wasserkraftinfrastruktur und der Flussbau.

Europa zeigt zudem, wie gravierend die Wasserkrise weiterhin ist. Laut der Roten Liste der IUCN von 2026 sind 42 Prozent der 558 einheimischen Süßwasserfischarten Europas gefährdet, und weitere 18 Prozent werden als „potenziell gefährdet“ eingestuft. Gleichzeitig ging die Wassarentnahme in der EU zwischen 2000 und 2022 um 19 Prozent zurück – was zeigt, dass sich der Wasserverbrauch verringern lässt. Dennoch sind immer noch rund 30 Prozent des EU-Gebiets und 34 Prozent der Bevölkerung von Wasserstress betroffen. Die Herausforderung besteht darin, Effizienzgewinne und einen geringeren Wasserbedarf in reduzierte Entnahmen und eine Entlastung der Umwelt zu überführen, insbesondere in kritischen Zeiträumen, um letztlich eine messbare Erholung der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme zu ermöglichen (Ford et al., 2026)(EAA, 2026).

Erhebliche Synergiepotenziale ergeben sich dort, wo sich ökologische, soziale und wirtschaftliche Ziele gegenseitig verstärken. Der Schutz und die Renaturierung von Gewässern stärken gleichzeitig die biologische Vielfalt, sichern die Wasserversorgung und tragen zu Klimaschutz und Klimaanpassung bei. Insbesondere die Wiederanbindung von Flüssen an ihre Auen und die Renaturierung von Feuchtgebieten

verringern Hochwasser- und Dürrierisiken sowie die damit verbundenen wirtschaftlichen Verluste. Zudem optimieren sie die Kohlenstoffspeicherung und schaffen wertvolle Lebensräume sowie Rückzugsgebiete für Süßwasserorganismen. Dynamische Vorschriften für ökologische Mindestabflussmengen verbessern die Wasserverteilung im Vergleich zu starren Vorgaben, während sie zugleich die ökologischen Auswirkungen der Flussregulierung abmildern. Eine Verbesserung der Wasserqualität kommt der biologischen Vielfalt, der öffentlichen Gesundheit und den Verbraucherinnen und Verbrauchern flussabwärts zugute.

Naturbasierte Lösungen bieten vielfältigen ökologischen und wirtschaftlichen Nutzen

Die Verknüpfung naturbasierter und technischer Lösungen, die Anpassung der Betriebsweise von Infrastrukturen und gegebenenfalls der Rückbau nicht mehr benötigter Bauwerke können signifikante ökologische und wirtschaftliche Synergien erzeugen. Beispielsweise verursachen Wasserkraftwerke, deren Betrieb sich an natürlichen Abfluss- und Temperaturverläufen orientiert, flussabwärts geringere ökologische Schäden. Angesichts der Vielzahl an Alternativen sollten Investitionsentscheidungen auf einem Vergleich

naturbasierter, technischer und hybrider Lösungen über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg beruhen, einschließlich der Vorteile durch vermiedene Schäden, Ökosystemleistungen und der langfristigen Widerstandsfähigkeit. Obwohl die Erträge je nach Ökosystem und ergriffenen Maßnahmen erheblich variieren, schätzt die Europäische Kommission den Nutzen der Renaturierung auf 4 bis 38 Euro pro investiertem Euro (EU Directorate (2025)(Van Zanten et al., 2023).

Nicht alle konkurrierenden Anforderungen lassen sich durch Win-win-Lösungen in Einklang bringen. Es bestehen weiterhin erhebliche Zielkonflikte zwischen dem Wasserbedarf und ökologischen Mindestabflüssen, der Wasserkraftnutzung und Flussvernetzung sowie der Agrarwirtschaft und der Renaturierung von Auen. Allerdings lassen sich diese konkurrierenden Interessen durch eine präzise Bewässerung, gezielte Auswahl von Anbaupflanzen, angepasste Ernährungsgewohnheiten, den Ausbau alternativer Energien sowie eine integrierte Landnutzungsplanung spürbar entschärfen. Übergeordnetes Ziel ist es, Synergien zu maximieren, unvermeidbare Konflikte transparent offenzulegen und die Abwälzung ökologischer wie wirtschaftlicher Kosten auf andere Sektoren, Flusseinzugsgebiete, Länder oder Generationen konsequent zu verhindern.

Von globalen Verpflichtungen zu messbaren ökologischen Verbesserungen

Eine sich weiterentwickelnde internationale Politik bietet die Chance, diese Grundsätze praktisch umzusetzen. Mit dem Globalen Biodiversitätsrahmen von Kunming-Montreal (2022) verpflichteten sich die unterzeichnenden Länder, bis 2030 mindestens 30 Prozent der weltweit geschädigten Land-, Binnengewässer-, Küsten- und Meeresökosysteme wirksam zu renaturieren; gleichzeitig mindestens 30 Prozent dieser global vorhandenen Gesamtfläche effektiv zu schützen und nachhaltig zu bewirtschaften. Die „Freshwater Challenge“, die von 54 Ländern und der Europäischen Union unterstützt wird, verfolgt das ambitionierte Ziel, bis 2030 weltweit 350 Millionen Hektar Feuchtgebiete sowie 300.000 Kilometer geschädigte Flussläufe wiederherzustellen (UNEP, 2022)(Freshwater Challenge, 2026).

Die EU-Verordnung über die Wiederherstellung der Natur sieht bis 2030 Renaturierungsmaßnahmen auf über 20 Prozent der Land- und Meeresflächen der EU vor – einschließlich der Vorgabe, europaweit mindestens 25.000 Flusskilometer wieder in einen frei fließenden Zustand zu versetzen. Auch die unternehmerische Verantwortung gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die entsprechenden EU-Rahmenwerke für

Nachhaltigkeitsberichterstattung und Sorgfaltpflichten enthalten klare Vorgaben für bestimmte Unternehmen, wesentliche Umweltauswirkungen, Risiken und Chancen in ihren Betrieben sowie Wertschöpfungsketten zu identifizieren, offenzulegen und zu steuern (Regulation EU, 2024). Dazu gehören in besonderem Maße die Auswirkungen auf Wasserressourcen und Biodiversität. Die entscheidende Herausforderung besteht nun darin, diese Verpflichtungen in der Praxis umzusetzen, nachhaltige Investitionen zu tätigen und messbare ökologische Ergebnisse zu erzielen. Das folgende Kapitel nimmt mögliche Handlungsfelder in den Fokus.

Neun strategische Handlungsoptionen: Wege zu einer wasserpositiven Zukunft

Die folgenden neun Handlungsprioritäten bilden einen Orientierungsrahmen, um vom Wettbewerb um Süßwasserressourcen hin zu Synergien zwischen der Erhaltung der Biodiversität, menschlichem Wohlergehen und wirtschaftlicher Wettbewerbsfähigkeit zu gelangen. Indem sie den Schutz und die Wiederherstellung von Gewässerökosystemen mit technologischer Innovation, wirksamer Regulatorik, internationaler Zusammenarbeit und wirtschaftlichem Wandel verknüpfen, skizzieren sie gemeinsam einen Weg in eine wasserpositive Zukunft: eine

Zukunft, in der die biologische Vielfalt der Gewässer und deren ökologische Integrität die Grundlage für sichere Wasserversorgung, gesellschaftliche Resilienz und langfristigen Wohlstand bilden.

Box 2: Neun Handlungsprioritäten

1.

Wasserkreislauf und Gewässerökosysteme als globales Gemeingut und Naturkapital behandeln

2.

Naturbasierte und hybride Lösungen sowie schadensmindernde technische Innovationen priorisieren

3.

Wasserdiplomatie als Instrument für Zusammenarbeit, Stabilität und gemeinsamen Wohlstand nutzen

4.

Biokulturelle Vielfalt schützen und sich gleichzeitig auf ökologische Neuartigkeiten vorbereiten

5.

Wasser- und Gewässermanagement in die Bereiche Biodiversität, Klima, Ernährung, Energie und Gesundheit integrieren

6.

Künstliche Intelligenz für das Wassermanagement nutzen und zugleich den ökologischen Fußabdruck dieser Technologie verringern

7.

Global koordiniertes Gewässerobservatorium mit Quasi-Echtzeit-Kapazitäten aufbauen

8.

Wirtschaftliche und finanzielle Rahmenbedingungen für einen wasserpositiven Wandel schaffen

9.

„Blueprint for Freshwater Life“ entwickeln, der den Schutz intakter Ökosysteme priorisiert und die Renaturierung degradierter Ökosysteme gewährleistet

1.

Wasserkreislauf und Gewässerökosysteme als globales Gemeingut und Naturkapital behandeln

Die oberste Priorität gilt einer Wasserbewirtschaftung, die sich strikt innerhalb hydrologischer und ökologischer Grenzen bewegt. Intakte Gewässerökosysteme und deren Biodiversität sind als entscheidendes Naturkapital einzustufen, das die Basis von menschlichem Wohlergehen, wirtschaftlicher Stabilität und Ökosystemleistungen ist. Die Definition des Wasserkreislaufs und der Gewässerökosysteme als globale Gemeingüter unterstreicht ihre Vernetzung über politische wie geografische Grenzen hinweg. Daraus erwächst die gemeinsame Verantwortung, ihre Integrität zu wahren sowie ihre Resilienz gegenüber anthropogenen Einflüssen zu stärken (Mazzucato et al., 2025). Auf globaler Ebene könnte ein „Zwischenstaatliches Gremium für Wasser“ (Intergovernmental Panel on Water, IPW) regelmäßige, unabhängige wissenschaftliche Analysen und Bewertungen bereitstellen. Diese Berichte würden den Zustand und die Entwicklungstendenzen des globalen Wasserkreislaufs, der Wasserressourcen, der Biodiversität und der Ökosysteme sowie die damit verbundenen Risiken, Chancen und Handlungsoptionen abbilden – und damit eine evidenzbasierte und international aner-

kannte Grundlage für koordinierte Maßnahmen liefern.

2.

Naturbasierte und hybride Lösungen sowie schadensmindernde technische Innovationen priorisieren

Investitionsentscheidungen erfordern ein systematisches Abwägen zwischen natürlichen, technischen und hybriden Alternativen über den gesamten Lebenszyklus (Van Zanten et al., 2023)(Browder et al., 2019). Die Renaturierung von Feuchtgebieten, die Wiederanbindung von Auen und der Wasserrückhalt in der Landschaft tragen gleichzeitig zur Sicherheit der Wasserversorgung, zur Erhaltung der Biodiversität, zur Kohlenstoffspeicherung und zur Katastrophenvorsorge bei. Folglich sollten Schutz und Renaturierung von Gewässerökosystemen als integrale Bestandteile der Eindämmung des Klimawandels und der Anpassung an dessen Folgen anerkannt werden, anstatt sie ausschließlich als Angelegenheit der Biodiversitäts- und Umweltpolitik zu behandeln. Angesichts der starken Abhängigkeit der Gesellschaft von technischen Wasserinfrastrukturen besteht das Ziel nicht darin, diese Systeme umfassend zu ersetzen. Vielmehr gilt es, Innovationen in Rich-

tung intelligenter Kombinationen aus naturbasierten und technischen Lösungen zu fördern, die den langfristigen ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Nutzen maximieren.

3.

Wasserdiplomatie als Instrument für Zusammenarbeit, Stabilität und gemeinsamen Wohlstand nutzen

Grenzüberschreitende Flussgebiete machen rund 60 Prozent der weltweiten Wasserabflüsse aus, und 153 Länder teilen sich grenzüberschreitende Flüsse, Seen oder Grundwasserleiter. Dennoch verfügen nur 43 dieser Länder über funktionierende Kooperationsvereinbarungen, die mindestens 90 Prozent ihrer grenzüberschreitenden Flussgebietsfläche abdecken (UNESCO & UNECE, 2024). Um Synergien zu fördern und eine ineffiziente Ressourcennutzung zu vermeiden, muss die Wasserdiplomatie über die bloße Aushandlung von Wassermengen hinausgehen. Ihr Ziel muss eine Kooperation sein, die darauf beruht, Vorteile, Risiken, Informationen und Verantwortlichkeiten im gesamten Einzugsgebiet zu teilen. Eine solche Zusammenarbeit lässt sich am besten durch starke, unabhängige und grenzüberschreitende Institutionen unterstützen. Diese benötigen

ein einzugsgebietsweites Mandat für die Überwachung, den Schutz und die Sanierung von Wasserressourcen und Gewässern, für die Planung und Umsetzung von Notfallmaßnahmen, für ein transparentes Datenmanagement, für den Informationsaustausch und die politische Beratung. Die Einrichtung und Stärkung solcher Institutionen ist zudem ein wichtiger Schritt, um den Status von Wasser und den damit verbundenen Ökosystemen als globales Gemeingut anzuerkennen und zu festigen.

4.

Biokulturelle Vielfalt schützen
und sich gleichzeitig auf ökologische
Neuartigkeiten vorbereiten

Gewässerökosysteme schaffen kulturelle Identitäten, traditionelles Wissen, Lebensgrundlagen und das Zugehörigkeitsgefühl ebenso wie die biologische Vielfalt sowie die grundlegenden Ökosystemfunktionen und -leistungen. Ziel des Naturschutzes ist es, diese ökologischen und kulturellen Werte und Beziehungen über ökonomische Interessen hinaus zu bewahren. Dabei muss jedoch anerkannt werden, dass Landnutzungsänderungen, Klimawandel, veränderte Abflussverhältnisse, Verschmutzung und biologische Invasionen zunehmend zu neuartigen

biologischen Gemeinschaften und Ökosystemen führen, für die es keine historischen Entsprechungen gibt. Wo sich der frühere Status quo nicht wiederherstellen lässt, sollten Biodiversitäts- und Ökosystemmanagement auf die Sicherung ökologischer und kultureller Funktionen, des evolutionären Potenzials und widerstandsfähiger Beziehungen zwischen Menschen und Gewässerlandschaften abzielen.

5.

Wasser- und Gewässermanagement in die
Bereiche Biodiversität, Klima, Ernährung,
Energie und Gesundheit integrieren

Wasser verbindet Biodiversität, Klima, Ernährung, Energie und Gesundheit. Bei mangelnder Koordination können politische Maßnahmen und Eingriffe Kosten und Risiken zwischen diesen Sektoren verlagern. Ein integrierter Ansatz für den Wasser-Nexus bedeutet, Synergien zu maximieren und gleichzeitig Zielkonflikte zwischen diesen miteinander verbundenen Systemen zu minimieren. So trägt beispielsweise Wasserkraft zum Klimaschutz bei, kann aber die Fragmentierung von Flüssen und Biodiversitätsverluste verursachen. Umgekehrt können naturbasierte Lösungen, darunter die Wiedervernässung von Mooren, die Renaturie-

rung von Auen und der Schutz von Mindestabflussmengen, gleichzeitig die Biodiversität, den Wasserrückhalt und den Klimaschutz fördern sowie die Widerstandsfähigkeit gegenüber Dürren und Hochwasser stärken. Nachhaltige Ernährungssysteme und -weisen, die auf einer pflanzenreichen Kost und der Reduzierung von Lebensmittelabfällen basieren, sind erforderlich, um den Druck auf Wasserressourcen und Ökosysteme zu verringern. Oberste Priorität hat die Abstimmung von Politik, Investitionen und Managemententscheidungen auf Ebene der Flusseinzugsgebiete. Nur so lässt sich sicherstellen, dass sektorübergreifende Entscheidungen dauerhafte Synergien fördern, anstatt konkurrierende Anforderungen zu verschärfen, und gleichzeitig messbare ökologische, wirtschaftliche und gesundheitliche Vorteile für den Menschen erbringen.

6.

Künstliche Intelligenz für das Wasser-
management nutzen und zugleich
den ökologischen Fußabdruck dieser
Technologie verringern

Künstliche Intelligenz bietet große Chancen zur Verbesserung der Überwachung, Erhaltung und Bewirtschaftung von Gewässern – von der Bewertung der Biodiversität über Dürre- und

Hochwasserprognosen bis hin zu effizienterer Bewässerung, Stauseebetrieb und Abwasserbehandlung. KI-gestützte Bewässerung wird beispielsweise mit Wassereinsparungen von 30 bis 50 Prozent und Ertragssteigerungen von 20 bis 30 Prozent in Verbindung gebracht, wobei die Ergebnisse je nach Kontext und Technologie erheblich variieren. Effizienzgewinne führen jedoch nur dann zu dauerhaften Wassereinsparungen, wenn die Gesamtwasserentnahmen wirksam begrenzt werden. Gleichzeitig ist der ökologische Fußabdruck der KI beträchtlich und dürfte weiter zunehmen: Die weltweiten Wasserentnahmen durch die Nutzung von KI werden bis 2027 voraussichtlich zwischen 4,2 und 6,6 Kubikkilometer pro Jahr erreichen (Li et al., 2025), einschließlich des indirekten Wasserverbrauchs bei der Stromerzeugung. Oberste Priorität hat es, das Potenzial der KI für einen verantwortungsvollen und nachhaltigen Umgang mit Wasser zu nutzen und gleichzeitig ihren ökologischen Fußabdruck zu verringern. Dies erfordert wasser- und energieeffiziente Rechenprozesse, eine verantwortungsvolle Standortwahl für Rechenzentren, wassersparende Kühltechnologien sowie eine transparente Berichterstattung über direkte und indirekte Wasserentnahmen und den Wasserverbrauch.

7.

Global koordiniertes Gewässerobservatorium mit Quasi-Echtzeit-Kapazitäten aufbauen

Fortschritte bei der Erdbeobachtung, automatisierten In-situ-Sensoren, Umwelt-DNA (eDNA), Drohnen oder KI sowie prozessbasierten Modellierungen bieten beispiellose Möglichkeiten, Wasserressourcen, die Ökosystemintegrität und die Biodiversität mit hoher räumlicher wie zeitlicher Auflösung zu überwachen. Diese Technologien können die Überwachungsreichweite erweitern, die Kosteneffizienz verbessern und die Frühwarn- und Prognosefähigkeiten stärken. Technologische Innovationen können jedoch langfristige Feldbeobachtungen nur ergänzen und nicht ersetzen, da diese für die Validierung, die Erkennung langfristiger Trends und das Verständnis ökologischer Veränderungen weiterhin unverzichtbar sind. Vorrang hat daher der Ausbau bereits bestehender Initiativen, wie des Freshwater Biodiversity Observation Network (FW BON), dem National Ecological Observatory Network (NEON) und den Netzwerken für ökologische Langzeitforschung (LTER) zu einem global koordinierten Gewässerobservatorium, das innovative Technologien, harmonisierte Überwachungsstandards, interoperable Daten-systeme und den offenen Datenaustausch verbindet. Ein solches Observatorium würde

umfassende Bewertungen der Veränderungen in Gewässerökosystemen sowie die Beurteilung der Wirksamkeit von Schutz- und Renaturierungsmaßnahmen erlauben. Zudem würde es die Früherkennung auftretender Risiken erleichtern und somit eine fundierte Grundlage für strategische Politik- und Investitionsentscheidungen bieten.

8.

Wirtschaftliche und finanzielle Rahmenbedingungen für einen wasserpositiven Wandel schaffen

Der Übergang zu einer wasserpositiven Wirtschaft erfordert einen grundlegenden Wandel bei wirtschaftlichen Anreizen, den Rahmenbedingungen für Investitionen und den Finanzierungsströmen. Gezielte Mittel für den Schutz und die Renaturierung reichen nicht aus, wenn wirtschaftliche und finanzielle Systeme weiterhin Anreize für Umweltzerstörung bieten. Die Wirtschaftspolitik muss daher einen doppelten Ansatz verfolgen: den schrittweisen Abbau umweltschädlicher Subventionen und Aktivitäten bei gleichzeitiger Ausweitung naturpositiver Investitionen und Geschäftsmodelle. Dies erfordert eine stabile, verlässliche und langfristig ausgerichtete Politik, eine angemessene Beprei-

sung der Nutzung natürlicher Ressourcen und eine enge Koordination zwischen Regierungen und dem Finanzsektor. Finanzinstitute sollten Abhängigkeiten, Auswirkungen und Risiken im Zusammenhang mit Wasser systematisch in ihre Investitions-, Kreditvergabe- und Risikomanagemententscheidungen einbeziehen. Da jedoch Investitionen in die biologische Vielfalt und die Ökosystemintegrität zwar erhebliche gesellschaftliche Vorteile bringen, aber nur unzureichende private Erträge abwerfen, bleibt die öffentliche Finanzierung unerlässlich. Staatliche Mittel müssen öffentliche Güter finanzieren und privates Kapital mobilisieren – unter anderem durch Garantien, Konzessions- und Mischfinanzierungen neben anderen Instrumenten der Risikoteilung.

9.

„Blueprint for Freshwater Life“
entwickeln, der den Schutz intakter Ökosysteme priorisiert und die Renaturierung degradierter Ökosysteme gewährleistet

Kernanliegen eines globalen „Blueprint for Freshwater Life“ muss der Schutz weitgehend intakter Gewässerökosysteme sein, darunter frei fließende Flüsse, naturnahe Seen, Feuchtgebiete und Grundwassersysteme. Prävention ist in der Regel wirksamer und kostengünstiger

als die Umkehrung ökologischer Degradation, insbesondere angesichts der mit der Renaturierung verbundenen Zeitverzögerungen und des unsicheren Erfolgs. Wo Ökosysteme geschädigt sind, ist es unerlässlich, Umweltbelastungen zu verringern und die Lebensräume ökologisch aufzuwerten, um die Erholung der biologischen Vielfalt und der Ökosystemintegrität zu sichern. Der Aktionsplan sollte sich auf sechs vorrangige Maßnahmen konzentrieren: die Gewährleistung einer hohen Wasserqualität, die Aufrechterhaltung einer ausreichenden Wassermenge, die Wiederherstellung der ökologischen Vernetzung und der natürlichen Dynamik, den Schutz und die Wiederinstandsetzung kritischer Lebensräume, die Erhaltung einheimischer Süßwasserarten sowie die Prävention und Bekämpfung invasiver gebietsfremder Arten. Ein Syntheszentrum für das Leben im Wasser, das sich möglicherweise in das vorgeschlagene globale Gewässerobservatorium integrieren ließe, könnte wissenschaftliches Fachwissen koordinieren, Erkenntnisse bündeln und weltweit in wirksame Schutz- und Renaturierungsmaßnahmen übersetzen.

Ein Blick nach vorn

Die Beibehaltung des aktuellen Kurses wird den globalen Wasserkreislauf weiter destabilisieren, den Verlust der Biodiversität beschleunigen und das Risiko irreversibler Schäden an Gewässer-ökosystemen und ihren Leistungen drastisch erhöhen.

Die Faktenlage ist eindeutig: Die Biodiversität der Gewässer und die Ökosystemintegrität stehen nicht in Konkurrenz zu menschlichen Nutzungsinteressen, sondern sind die tragenden Säulen für sichere Wasserversorgung, menschliches Wohlergehen und wirtschaftliche Resilienz. Eine Ausweitung der Wasserversorgung bei verbesserter Effizienz allein kann diese Säulen nicht erhalten, solange die zugrunde liegenden Ursachen der Ökosystemdegradierung nicht beseitigt werden. Die Alternative ist ein wasserpositiver Wandel, der intakte Gewässerökosysteme schützt, Umweltbelastungen verringert, geschädigte Gewässer renaturiert und wirtschaftliche Anreize sowie Investitionen mit ökologischen Grenzen in Einklang bringt.

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse, technologischen Fähigkeiten und politischen Rahmenbedingungen, die zur Einleitung dieses Wandels erforderlich sind, liegen längst vor. Erforderlich sind jetzt ein dauerhaftes politisches Engagement, institutionelle Zusammenarbeit und eine grundlegende Neuausrichtung der wirtschaft-

lichen Anreize und Finanzströme, um das vorhandene Wissen in greifbare ökologische und gesellschaftliche Ergebnisse umzusetzen. Es handelt sich nicht um eine Entscheidung zwischen „Wasser für den Menschen“ oder „Wasser für die Natur“. Die Wahl besteht vielmehr zwischen einer fortgesetzten Aufzehrung des natürlichen Wasserkapitals und einer Zukunft mit gesicherten ökologischen Grundlagen für dauerhafte Wassersicherheit, wirtschaftlichen Wohlstand und Wohlergehen der Menschen.

Literaturverzeichnis

- Bernhardt, E. S., E. J. Rosi, & M. O. Gessner. (2017). Synthetic chemicals as agents of global change. *Frontiers in Ecology and the Environment* 15(2), 84-90. <https://doi.org/10.1002/fee.1450>
- Bolt, & van Zanden. (2026). *Gross Domestic Product (GDP)*. Our World in Data - Maddison Project Database 2023. <https://archive.ourworldindata.org/20260730-020804/grapher/gdp-maddison-project-database.html>
- Brooks, E. G. E., Holland, R. A., Darwall, W. R. T., & Eigenbrod, F. (2016). Global evidence of positive impacts of freshwater biodiversity on fishery yields. *Global Ecology and Biogeography*, 25(5), 553–562. <https://doi.org/10.1111/geb.12435>
- Browder, G., Ozment, S., Rehberger Bescos, I., Gartner, T., & Lange, G.-M. (2019). Integrating Green and Gray: Creating Next Generation Infrastructure. *World Resources Institute*. <https://doi.org/10.46830/wrirpt.18.00028>
- Convention on Wetlands. (2025). *Global Wetland Outlook 2025: Valuing, conserving, restoring and financing wetlands*. Convention on Wetlands. <https://doi.org/10.69556/GWO-2025-eng>
- Dasgupta, P. (2021). *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*. HM Treasury.
- Deinet, S. et al. (2024). *Living Planet Index technical supplement 2024*. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/6TE9H>
- Dethier, E. N., Renshaw, C. E., & Magilligan, F. J. (2022). Rapid changes to global river suspended sediment flux by humans. *Science*, 376(6600), 1447–1452. <https://doi.org/10.1126/science.abn7980>
- EEA. (2026). *Europe's state of water 2024: The need for improved water resilience*. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/europes-state-of-water-2024>
- EU Directorate for Environment. (2025). From local action to global impact: EU delivers on biodiversity ahead of CBD COP17. *News Article*. https://environment.ec.europa.eu/news/eu-delivering-biodiversity-ahead-cbd-cop17-2026-05-22_en
- European Environment Agency (EEA). (2025). *Europe's environment 2025: 1.4 Water and climate impacts*. European Environment Agency, Copenhagen.
- Ford, M., Adams, C., Amaral, S., Artaev, O., Bănăduc, D., Barbieri, R., Bean, C., Bravničar, J., Buj, I., Čaleta, M., Carosi, A., Denys, G., Didenko, A., Doadrio, I., Filipe, A. F., Freyhof, J., Golub, D., Kostov, V., Lorenzoni, M., ... Trottet, A. (2026). *Measuring the pulse of European biodiversity*. European Red List of Freshwater Fishes. <https://doi.org/10.2779/880135>
- Freshwater Challenge. (2026). *The Freshwater Challenge: The planet's largest freshwater ecosystem restoration and protection partnership*. The Freshwater Challenge. <https://www.freshwaterchallenge.org/>
- Gordon, L. J., Finlayson, C. M., & Falkenmark, M. (2010). Managing water in agriculture for food production and other ecosystem services. *Agricultural Water Management*, 97(4), 512–519. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.017>
- Grill, G., Lehner, B., Thieme, M., Geenen, B., Tickner, D., Antonelli, F., Babu, S., Borrelli, P., Cheng, L., Crochetiere, H., Ehalt Macedo, H., Filgueiras, R., Goichot, M., Higgins, J., Hogan, Z., Lip, B., McClain, M. E., Meng, J., Mulligan, M., ... Zarfl, C. (2019). Mapping the world's free-flowing rivers. *Nature*, 569(7755), 215–221. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1111-9>
- Haase, P., Cortés-Guzmán, D., He, F., Jupke, J. F., Mangadze, T., Pelicice, F. M., Palmer, M. A., Rolls, R. J., Schäfer, R. B., Welti, E. A. R., & Sinclair, J. S. (2023). Successes and failures of conservation actions to halt global river biodiversity loss. *Nature Reviews Biodiversity*, 1(2), 104–118. <https://doi.org/10.1038/s44358-024-00012-x>
- He, F., Zarfl, C., Bremerich, V., David, J. N. W., Hogan, Z., Kalinkat, G., Tockner, K., & Jähnig, S. C. (2019). The global decline of freshwater megafauna. *Global Change Biology*, 25(11), 3883–3892. <https://doi.org/10.1111/gcb.14753>
- IHME. (2025). *Global Burden of Disease (GBD) Institute for health metrics and Evaluation*, Hans Rosling Center for Population Health, University of Washington <https://www.healthdata.org/research-analysis/gbd>

- IKSR, CIPR, & ICBR. (2018). *Das Makrozoobenthos des Rheins 2018* (Nr. 276; Fachberichte). https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0276.pdf
- IKSR, CIPR, & ICBR. (2021). Fische im Rhein 2018/2019 (Nr. 279; Fachberichte). https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0279.pdf
- Jones, E., Qadir, M., Vliet, M. T. H., Smakhtin, V., & Kang, S.-M. (2019). The state of desalination and brine production: A global outlook. *Science of the Total Environment*, 657, 1343–1356. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.076>
- Lehner, B., Beames, P., Mulligan, M., Zarfl, C., De Felice, L., Van Soesbergen, A., Thieme, M., Garcia De Leaniz, C., Anand, M., Belletti, B., Brauman, K. A., Januchowski-Hartley, S. R., Lyon, K., Mandle, L., Mazany-Wright, N., Messenger, M. L., Pavelsky, T., Pekel, J.-F., Wang, J., ... Higgins, J. (2024). The Global Dam Watch database of river barrier and reservoir information for large-scale applications. *Scientific Data*, 11(1), 1069. <https://doi.org/10.1038/s41597-024-03752-9>
- Li, P., Yang, J., Islam, M. A., & Ren, S. (2025). Making AI Less „Thirsty“. *Communications of the ACM*, 68(7), 54–61. <https://doi.org/10.1145/3724499>
- Loomis, B. D., Luthcke, S. B., & Sabaka, T. J. (2019). Regularization and error characterization of GRACE mascons. *Journal of Geodesy*, 93(9), 1381–1398. <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01252-y>
- Mazzucato, M., Okonjo-Iweala, N., Rockström, J., & Shanmugaratnam, T. (2024). The Economics of Water: Valuing the Hydrological Cycle as a Global Common Good. *Global Commission on the Economics of Water*, Paris, 219 pp.
- McDermid, S., Nocco, M., Lawston-Parker, P., Keune, J., Pokhrel, Y., Jain, M., Jägermeyr, J., Brocca, L., Massari, C., Jones, A. D., Vahmani, P., Thiery, W., Yao, Y., Bell, A., Chen, L., Dorigo, W., Hanasaki, N., Jasechko, S., Lo, M.-H., ... Yokohata, T. (2023). Irrigation in the Earth system. *Nature Reviews Earth & Environment*, 4(7), 435–453. <https://doi.org/10.1038/s43017-023-00438-5>
- OECD (2017), OECD Environmental Performance Reviews: Korea 2017, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264268265-en>
- OECD. (1993). *OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews* (OECD Environment Monographs, General Distribution document OCDE/GD(93)179). [https://one.oecd.org/document/OCDE/GD\(93\)179/en/pdf](https://one.oecd.org/document/OCDE/GD(93)179/en/pdf)
- OECD. (2012). *OECD Environmental Performance Reviews: Germany 2012*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264169302-en>
- OECD. (2023). OECD Environmental Performance Reviews: Germany 2023. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f26da7da-en>
- OECD. (2025). *Global Drought Outlook: Trends, Impacts and Policies to Adapt to a Drier World*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/d492583a-en>
- Pacific Institute. (2025). Water Conflict Chronology. <https://www.worldwater.org/water-conflict/>
- Regulation (EU) 2024/1991 of the European Parliament and of the Council of 24 June 2024 on Nature Restoration and Amending Regulation (EU) 2022/869 (Text with EEA Relevance), Law Nr. OJ L, 2024/1991, 29.7.2024, PE/74/2023/REV/1 (2024). ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1991/oj>
- Sayer, C. A., Fernando, E., Jimenez, R. R., Macfarlane, N. B. W., Rapacciuolo, G., Böhm, M., Brooks, T. M., Contre-ras-MacBeath, T., Cox, N. A., Harrison, I., Hoffmann, M., Jenkins, R., Smith, K. G., Vié, J.-C., Abbott, J. C., Allen, D. J., Allen, G. R., Barrios, V., Boudot, J.-P., ... Darwall, W. R. T. (2025). One-quarter of freshwater fauna threatened with extinction. *Nature*, 638(8049), 138–145. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08375-z>
- Schindler, D. E., Hilborn, R., Chasco, B., Boatright, C. P., Quinn, T. P., Rogers, L. A., & Webster, M. S. (2010). Population diversity and the portfolio effect in an exploited species. *Nature*, 465(7298), 609–612. <https://doi.org/10.1038/nature09060>
- Sinclair, J. S., Welts, E. A. R., Altermatt, F., Álvarez-Cabria, M., Aroviita, J., Baker, N. J., Barešová, L., Barquín, J., Bonacina, L., Bonada, N., Cañedo-Argüelles, M., Csabai, Z., De Eyto, E., Dohet, A., Dörflinger, G., Eriksen, T. E., Evtimova, V., Feio, M. J., Ferréol, M., ... Haase, P. (2024). Multi-decadal improvements in the ecological quality of European rivers are not consistently reflected in biodiversity metrics. *Nature Ecology & Evolution*, 8(3), 430–441. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02305-4>
- Statistics Korea / Ministry of Climate, Energy and Environment, National Sewerage Information System. (2026). Sewerage Statistics 2024. National sewerage service coverage statistics.
- Statistics South Africa. (2017). Community Survey 2016, Statistical Release P0301. Pretoria: Statistics South Africa (Statistical Release Nr. P0301).
- Statistics South Africa. (2024). Census 2022: The State of Basic Service Delivery in South Africa (Census 2022: basic services report 03-01-83).

- Strayer, & Dudgeon, D. (2010). Freshwater biodiversity conservation: Recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(1), 344–358. <https://doi.org/10.1899/08-171.1>
- The GlambIE Team, Treichler, D., Velicogna, I., Wouters, B., Zekollari, H., & Zheng, W. (2025). Community estimate of global glacier mass changes from 2000 to 2023. *Nature*, 639(8054), 382–388. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08545-z>
- UNEP. (2022). *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework, Convention on Biological Diversity*. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf>
- UNESCO & UNECE. (2024). Progress on transboundary water cooperation: Mid-term status of SDG indicator 6.5.2, with a special focus on climate change. UNESCO. <https://doi.org/10.54677/QMQX8780>
- UNESCO WWAP. (2025). *The United Nations World Water Development Report 2025 – Mountains and glaciers: Water towers*. UNESCO. <https://doi.org/10.54679/LHPJ5153>
- United Nations Statistics Division (UNSD). (2026). Environment Statistics Database: Population connected to wastewater treatment <https://data.worldbank.org/indicator/SH.H2O.SMDW.ZS?locations=CG>
- Van Zanten, B. T., Gutierrez Goizueta, G., Brander, L. M., Gonzalez Reguero, B., Griffin, R., Macleod, K. K., Alves Beloqui, A. I., Midgley, A., Herrera Garcia, L. D., & Jongman, B. (2023). *Assessing the Benefits and Costs of Nature-Based Solutions for Climate Resilience: A Guideline for Project Developers*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/39811>
- Van Zanten, B. T., Gutierrez Goizueta, G., Brander, L. M., Gonzalez Reguero, B., Griffin, R., Macleod, K. K., Alves Beloqui, A. I., Midgley, A., Herrera Garcia, L. D., & Jongman, B. (2023). *Assessing the Benefits and Costs of Nature-Based Solutions for Climate Resilience: A Guideline for Project Developers*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/39811>
- WaterGAP. (2026). WaterGAP - The Global Freshwater Model. <http://www.watergap.de/>
- WGMS. (2023). FLUCTUATIONS OF GLACIERS DATABASE. World Glacier Monitoring Service (WGMS). <https://doi.org/10.5904/WGMS-FOG-2023-09>
- WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene (JMP). (2025). People using safely managed sanitation services (% of population), Democratic Republic of the Congo. World Bank World Development Indicators.
- World Bank / AMCOW. (2011). Water Supply and Sanitation in the Democratic Republic of Congo: Turning Finance into Services for 2015 and Beyond. An AMCOW Country Status Overview.
- World Meteorological Organization (WMO). (2023). State of the Global Climate 2022. United Nations.

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken



EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN



MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT
HALLE-WITTENBERG

