

Planetarer Gesundheitscheck 2025

Eine wissenschaftliche Bewertung des
Zustands unseres Planeten
Zusammenfassung



Planetary Boundaries
SCIENCE

Glossar

Begriff	Wissenschaftliche Definition
Planetare Gesundheit	Bezeichnet den Zustand, in dem der Planet die für das Leben auf der Erde – einschließlich des menschlichen Lebens – notwendigen Bedingungen zuverlässig aufrechterhält. Ein gesunder Planet verfügt über stabile Umweltbedingungen, ausreichende Resilienz zur Erholung nach Störungen sowie über funktionierende lebenswichtige Prozesse, die das Erdsystem tragen.
Sicherer Handlungsbereich	Ein Zustand des Erdsystems, der es der Menschheit ermöglicht, sich zu entwickeln und für kommende Generationen zu gedeihen, und der ähnliche Bedingungen wie im Holozän aufweist.
Planetare Belastungsgrenzen (PB/PBs)	Die äußeren Grenzen des Holozän-ähnlichen Sicheren Handlungsbereichs, der die Grenzen definiert, innerhalb derer die Menschheit sicher operieren kann, ohne die Umwelt wesentlich zu beeinträchtigen.
Bereich zunehmenden Risikos	Die Überschreitung von Grenzen drängt unseren Planeten in einen “Bereich zunehmenden Risikos”, in dem die Wahrscheinlichkeit von Schäden mit fortschreitender Grenzüberschreitung zunimmt.
Hochrisikobereich	Die Zone, in der die Bedingungen erheblich von sicheren Werten abweichen, so dass schwerwiegende, potenziell irreversible Umweltauswirkungen wahrscheinlich sind.
Kontrollvariable (CV)	Eine Variable, die als repräsentativer Indikator verwendet wird, um den Zustand oder die Bedingung eines PB-Prozesses abzuschätzen. Normalerweise werden 1-2 Kontrollvariablen pro PB verwendet, um den Status der Grenze zu überwachen und zu bewerten.
Kipppunkt	Eine kritische Schwelle in einem System, bei deren Überschreitung sich die Veränderungen selbst verstärken und zu erheblichen, weit verbreiteten, häufig abrupten und oft irreversiblen Auswirkungen führen.
Kippelement	Eine Komponente des Erdsystems, die einen Kipppunkt überschreiten kann, was zu einer größeren und oft unumkehrbaren Veränderung ihres Zustands führt. Beispiele sind Eisschilde, Meereströmungen oder großräumige Ökosysteme.
Treiber von Überschreitungen (planetarer Belastungsgrenzen)	Menschliche Aktivitäten, die dazu beitragen, Planetare Belastungsgrenzen (PB) zu überschreiten oder zu verletzen, was dazu führt, dass das Erdsystem aus seinem Sichereren Handlungsbereich herausgedrängt wird. Beispiele sind die Verbrennung fossiler Brennstoffe, die Abholzung von Wäldern und die Verschmutzung.

Zusammenfassung

Der Planetare Gesundheitscheck (PHC) untersucht den Zustand unseres Planeten. Er orientiert sich an den planetaren Belastungsgrenzen (PBs) – den neun Prozessen, die die Stabilität, die Belastbarkeit und die lebenserhaltenden Funktionen unseres Planeten regulieren. Jeder dieser Prozesse (wie beispielsweise der Klimawandel oder die Ozeanversauerung) stellt eine planetare Belastungsgrenze dar, die durch jeweils eine oder zwei Kontrollvariablen

in Zahlen gefasst und bewertet wird. Der Planetare Gesundheitscheck 2025 kommt zu dem Schluss, dass **sieben von neun planetaren Belastungsgrenzen bereits überschritten wurden**. Diese sieben Belastungsgrenzen stehen unter enormem Druck durch den Menschen, was auf eine weitere Verschlechterung der planetaren Gesundheit in naher Zukunft hindeutet (Abb. ES 1).

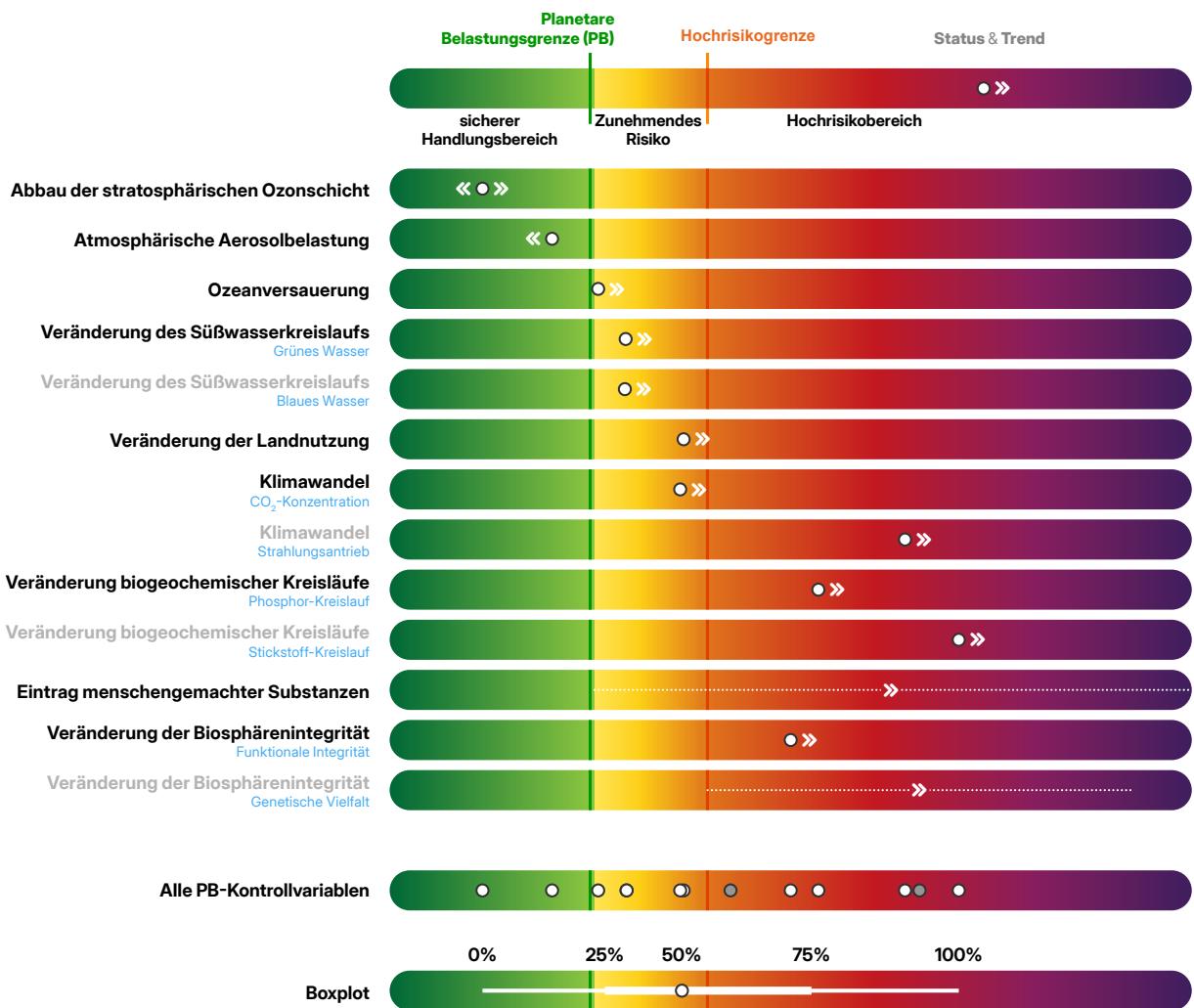


ABBILDUNG ES 1 – Planetare Gesundheit auf einen Blick. So wie eine Blutuntersuchung Einblicke in die Gesundheit des menschlichen Körpers gibt und Probleme sichtbar macht, bewertet der Planetare Gesundheitscheck anhand von 13 Kontrollvariablen den Zustand der neun planetaren Belastungsgrenzen (PBs). Damit werden die Stabilität, die Belastbarkeit und die lebenserhaltenden Funktionen der Erde – also die Gesundheit unseres Planeten – untersucht und dokumentiert. Die Untersuchung für 2025 zeigt, dass bereits sieben der neun PBs überschritten sind: Klimawandel, Veränderung der Biosphärenintegrität, Veränderung der Landnutzung, Veränderung des Süßwasserkreislaufs, Veränderung biogeochemischer Kreisläufe, Eintrag menschengemachter Substanzen und Ozeanversauerung. Der Zustand all dieser Belastungsgrenzen verschlechtert sich weiter und deutet auf eine mögliche weitere Verschärfung der Lage in naher Zukunft hin. Nur zwei PB-Prozesse liegen derzeit noch im sicheren Handlungsbereich: Die atmosphärische Aerosolbelastung hat sich weltweit insgesamt verringert und der Abbau der stratosphärischen Ozonschicht ist aktuell stabil. Das Symbol des Planetaren Gesundheitschecks (Abb. ES 2) fasst diese Ergebnisse zusammen und zeigt auf einen Blick den aktuellen Gesundheitszustand des Planeten.

Die Grundlagen der Planetaren Belastungsgrenzen

Seit über 10.000 Jahren lebt die Menschheit in einem stabilen Klima und einem widerstandsfähigen Erdsystem. Diese Epoche wird als Holozän bezeichnet. Sie schuf die Voraussetzungen für Landwirtschaft, Urbanisierung und das Entstehen komplexer Zivilisationen. Mitte des 20. Jahrhunderts trat die Menschheit in eine neue Phase ein, die „Große Beschleunigung“, in der soziale und wirtschaftliche Aktivitäten – und deren Auswirkungen auf die Umwelt – stark zunahmen. Dies markiert den Beginn des Anthropozäns, des Zeitalters, in dem menschliche Aktivitäten das Erdsystem tiefgreifend verändern.

Menschliche Aktivitäten haben die Erde insgesamt aus ihrem sicheren Handlungsbereich hinausgedrängt

erhalten werden – Bedingungen, die das Entstehen und die Entwicklung menschlicher Zivilisationen ermöglichten. Diese Widerstandsfähigkeit und damit verbundene Belastbarkeit beruhen auf eng miteinander verflochtenen Wechselwirkungen zwischen Biosphäre, Klima und anderen planetaren Prozessen und zeigen sich sowohl in der langfristigen Stabilität des Holozäns als auch in früheren Zwischeneiszeiten.

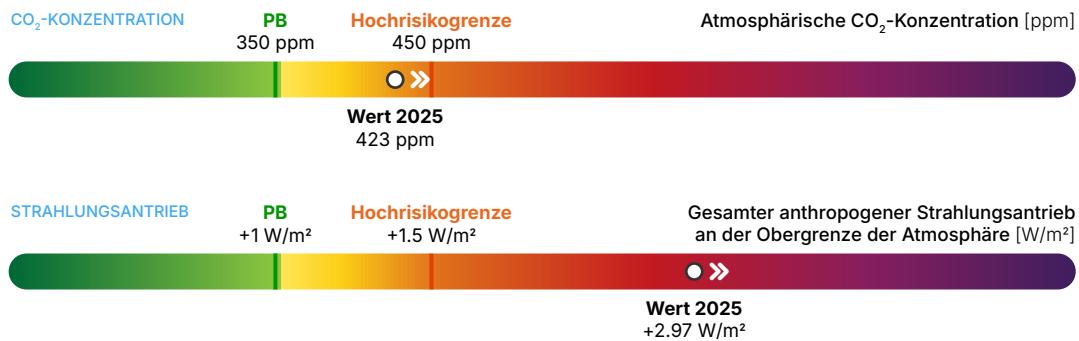
In den letzten 150 Jahren hat das Erdsystem dank seiner Widerstandsfähigkeit mehr als die Hälfte der vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen aufgenommen, vor allem durch Kohlenstoffsenken an Land und im Meer. Es mehren sich jedoch Hinweise darauf, dass diese Fähigkeit zur Kohlenstoffaufnahme nachlässt: Natürliche Senken sind zunehmend gesättigt oder verwandeln sich in Kohlenstoffquellen. Gleichzeitig beschleunigt sich die globale Erwärmung und in zentralen Komponenten des Erdsystems zeigen sich erste Anzeichen eines möglichen Kippens. Dieser fortschreitende Verlust planetarer Widerstandsfähigkeit und Belastbarkeit wird zusätzlich verstärkt durch regionale ökologische Umbrüche und die abnehmende Funktionsfähigkeit von Ökosystemen.

Menschliche Aktivitäten haben die Erde insgesamt aus ihrem sicheren Handlungsbereich hinausgedrängt. Angetrieben wird diese Entwicklung durch miteinander verbundene Stressfaktoren wie die Verbrennung fossiler Brennstoffe, Landnutzungsänderungen und Umweltverschmutzung. Die Wechselwirkungen zwischen diesen Stressfaktoren verstärken deren negative Auswirkungen über mehrere Belastungsgrenzen hinweg. Beispiele sind der Klimawandel, der den Verlust der biologischen Vielfalt beschleunigt, oder die Zerstörung natürlicher Landschaften, die schwere Dürren und Hitzewellen begünstigen kann. All diese Belastungen erhöhen wiederum das Risiko, dass kritische Kipppunkte überschritten werden. Kipppunkte sind Schwellenwerte, deren Überschreitung wesentliche Komponenten des Erdsystems unumkehrbar in destabilisierte Zustände versetzen kann – etwa der Zusammenbruch großer Eisschilde, Störungen von Meeresströmungen oder die Zerstörung lebenswichtiger Ökosysteme wie des Amazonas-Regenwaldes. Auch synthetische Schadstoffe (z. B. Kunststoffe), die die Ökosysteme der Ozeane beeinträchtigen, schwächen deren Fähigkeit zur Kohlenstoffbindung und können Kippprozesse zusätzlich vorantreiben. Ebenso verringern Entwaldung und Bodendegradation die Fähigkeit der Vegetation, das lokale Klima zu regulieren. Solch tiefgreifende Veränderungen erhöhen die Wahrscheinlichkeit weitreichender ökologischer Zusammenbrüche.

Das Verständnis des Kipppotenzials dieser miteinander verbundenen Stressfaktoren zeigt wichtige Hebelpunkte auf, an denen gezielte Eingriffe zu umfassenden Verbesserungen führen können. Für wirksame Lösungen ist das Erkennen dieser Zusammenhänge und Kipprisiken daher eine zentrale Voraussetzung. Mithilfe lokaler, regionaler und globaler Anstrengungen – unterstützt durch robuste Messungen und Beobachtungen – kann die Menschheit die Erde wieder in ihren sicheren Handlungsbereich zurückführen, also innerhalb ihrer planetaren Belastungsgrenzen.

Aktueller Status und Updates zu den einzelnen planetaren Belastungsgrenzen

Klimawandel



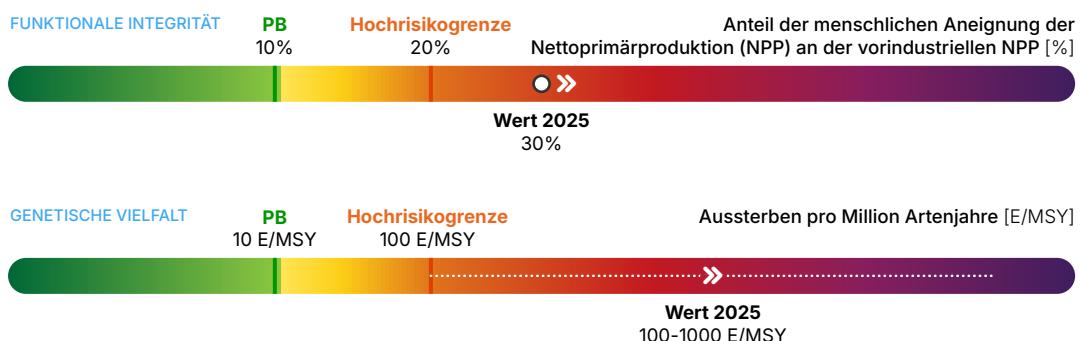
Das Klima der Erde befindet sich in der Gefahrenzone: Die Treibhausgaswerte erreichen Rekordhöhen, die globale Erwärmung scheint sich zu beschleunigen und die Gesamtlage verschlechtert sich weiter.

Wichtigste Stressfaktoren: die Verbrennung fossiler Brennstoffe, Prozesse, die zu Nicht-CO₂-Treibhausgasemissionen führen, Eingriffe in Landnutzung und Biosphärenintegrität sowie eine zunehmende atmosphärische Aerosolbelastung.

Der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre liegt 2025 bei 423 ppm und damit deutlich über dem holozänen Referenzwert und der planetaren Belastungsgrenze von 350 ppm. Der gesamte anthropogene Strahlungsantrieb beträgt rund +2,97 W/m² und liegt damit etwa doppelt so hoch wie die Hochrisikogrenze von +1,5 W/m². Beide Kontrollvariablen sind seit der Veröffentlichung des planetaren Gesundheitschecks 2024 weiter angestiegen und auch der CO₂-Gehalt nähert sich zunehmend dem Hochrisikobereich. Die globale Erwärmung zeigt keinerlei Hinweise auf eine Stabilisierung. Der Planetare

Gesundheitscheck 2025 präsentiert globale Karten und Grafiken, die Temperaturanomalien sowie Emissionen nach Sektoren und Regionen aufschlüsseln. Besonders deutlich wird, dass sich die Arktis am schnellsten erwärmt und städtische Industriegebiete zu den größten Emissionsquellen zählen. Zudem gewinnen Methan und Lachgas als Nicht-CO₂-Treibhausgasemissionen weiter an Bedeutung. Neue Forschungsergebnisse rücken zentrale Kipppunkte in den Fokus, darunter abrupte Veränderungen im Amazonasgebiet, im Golfstromsystem und in den polaren Eisschelfen. Vor diesem Hintergrund fordern Forscherinnen und Forscher verstärkt die Entwicklung von Frühwarnindikatoren und die stärkere Berücksichtigung des Wärmegehalts der Ozeane bei der Bewertung der planetaren Belastungsgrenzen.

Veränderung der Biosphärenintegrität



Das Sicherheitsnetz der Natur löst sich zunehmend auf: Sowohl das Ausmaß des Artensterbens als auch der Verlust der natürlichen Produktivität liegen weit über dem sicheren Niveau und es gibt keinerlei Anzeichen für eine Verbesserung.

Wichtigste Stressfaktoren: Gewinnung von Biomasse (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei), die Einführung invasiver Arten, Veränderungen der Landnutzung, Klimawandel, Veränderungen im Süßwasserkreislauf, Störungen biogeochemischer Kreisläufe, der Eintrag menschengemachter Substanzen sowie die Ozeanversauerung.

Die Aussterberate liegt weiterhin bei über 100 E/MSY und damit deutlich über der planetaren Belastungsgrenze von 10 E/MSY. Die Aneignung der Nettoprimärproduktion durch den Menschen (HANPP) erreicht rund 30 % und überschreitet damit sowohl die planetare Belastungsgrenze von 10 % als auch die Hochrisikogrenze von 20 % bei weitem. Diese kritische Situation hält seit 2024 an und hat sich teilweise weiter verschärft. Auch der Verlust genetischer Vielfalt und der Rückgang wichtiger Ökosystemfunktionen schreiten weiter voran. Der Planetare Gesundheitscheck 2025 präsentiert

erstmals eine globale SEED-Indexkarte, die einen deutlichen Rückgang der biologischen Komplexität zeigt. Zudem führt der Bericht den EcoRisk-Indikator ein, der aufzeigt, dass bis zu 60 % der Landfläche entweder die lokale HANPP-Belastungsgrenze oder das Ökosystemrisiko überschreiten. Der Bericht macht außerdem sichtbar, dass sich Hotspots der Umweltzerstörung zunehmend überlagern: Belastungen, die früher getrennt voneinander auftraten, konzentrieren sich heute oft in denselben Regionen. Diese konvergierenden Hotspots werden anhand verschiedener Kontrollvariablen nachvollzogen. Darüber hinaus erweitert der Bericht die Perspektive auf die regulierende Rolle der Meeresbiosphäre und schafft eine Grundlage dafür, künftig auch die funktionale Integrität mariner Ökosysteme systematisch zu messen.

Veränderung der Landnutzung



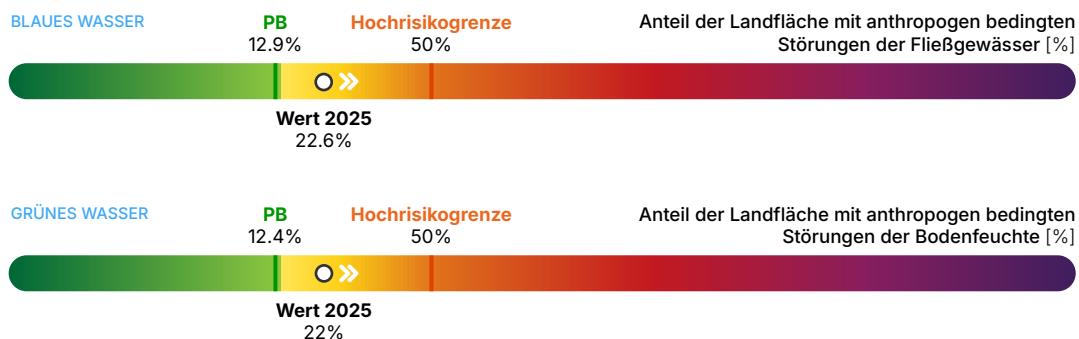
Die Wälder der Erde schrumpfen weiter und die meisten Regionen liegen bereits deutlich außerhalb des sicheren Handlungsbereichs. Die Entwicklung bleibt insgesamt negativ, auch wenn sich das Tempo des Waldverlusts etwas verlangsamt hat.

Wichtigste Stressfaktoren: Ausweitung von Acker- und Weideland für die Viehwirtschaft, Holzernte, Ausbau von Siedlungen und Infrastruktur, Klimawandel, Veränderungen im Süßwasserkreislauf sowie die abnehmende Integrität der Biosphäre.

Die globale Waldbedeckung ist auf etwa 59 % gesunken und liegt damit weit unter dem sicheren Mindestwert von 75 %. Alle großen Biome (tropische, boreale und gemäßigte Wälder) haben ihre Belastungsgrenze hinsichtlich der Waldbedeckung bereits überschritten. Obwohl die Geschwindigkeit der Entwaldung abgenommen hat, befindet sich diese planetare Belastungsgrenze weiterhin im Bereich zunehmenden Risikos und nähert sich der Hochrisikogrenze von

54 %. Durch fortgesetzte Entwaldung und eine zunehmend schlechtere Waldqualität bleibt die Gesundheit des Landsystems auf einem weiter abnehmenden Kurs. Der Planetare Gesundheitscheck 2025 hebt die Bedeutung von Waldqualität, ökologischer Vernetzung und Waldfunktionen hervor. Er fordert, dass zukünftige Gesundheitschecks zusätzlich Aspekte wie Fragmentierung (Aufspaltung zusammenhängender Waldflächen) und Integrität von Wäldern berücksichtigen. Zudem wird eine mögliche Neukalibrierung der Belastungsgrenzen in Betracht gezogen, sobald verbesserte globale Datensätze verfügbar sind.

Veränderung des Süßwasserkreislaufs

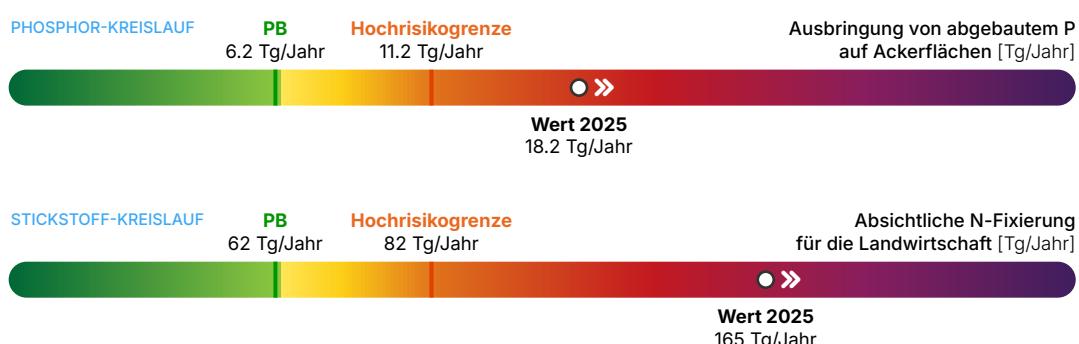


Der menschliche Einfluss auf Flüsse und Bodenfeuchte nimmt weiter zu, wodurch Wassersysteme zunehmend aus dem Gleichgewicht geraten. Damit steigt das Risiko für Dürren und Überschwemmungen.

Wichtigste Stressfaktoren: Bewässerung und Landwirtschaft, industrieller und privater Wasserverbrauch, Klimawandel, zunehmende atmosphärische Aerosolbelastung sowie Veränderungen der Landnutzung. Mehr als ein Fünftel der weltweiten Landfläche ist heute von erheblichen Abweichungen bei Trockenheit oder Nässe betroffen – sowohl bezogen auf Gewässer und Grundwasser (“blaues Wasser”, 22,6 %) als auch bezüglich der Bodenfeuchte (“grünes Wasser”, 22,0 %). Diese Werte haben sich seit der Industrialisierung verdoppelt und liegen weit außerhalb der sicheren Bereiche von 12,9 % bzw. 12,4 %. Regionale Analysen zeigen besonders stark betroffene Gebiete, darunter die Industrieganges-Ebene und Nordchina. Dort beeinträchtigen immer häufigere und intensivere Extreme die Wasser-

verfügbarkeit und verringern die ökologische Belastbarkeit. Der Planetare Gesundheitscheck 2025 führt erstmals eine Kartierung ein, die Überschreitungen der Belastungsgrenzen von blauem und grünem Wasser auf Ebene einzelner Flussgebiete darstellt. Für den Bericht wurden die Schwellenwerte der Kontrollvariablen sowie die Datengrundlage überarbeitet, sodass nun der Zeitraum bis 2019 abgebildet wird (der Bericht 2024 zeigte nur Daten bis 2005). Zudem benennt der Bericht 2025 den Klimawandel als eine der zentralen Ursachen für die zunehmende Instabilität der Süßwassersysteme und liefert neue Erklärungen zu Rückkopplungseffekten und deren Folgen.

Veränderung biogeochemischer Kreisläufe



Der übermäßige Einsatz von Düngemitteln belastet Böden, Flüsse, Seen und Küstengewässer weiterhin stark mit Stickstoff (N) und Phosphor (P). Nur ein Teil der ausgebrachten Düngemittel wird von Pflanzen aufgenommen – große Mengen gelangen in die Umwelt. Dies führt zu Verschmutzung, Eutrophierung (übermäßiger Nährstoffanreicherung) und zum Umkippen von Gewässern. Eine Entspannung ist nicht in Sicht.

Wichtigste Stressfaktoren: Einsatz mineralischer Phosphordünger, industriell erzeugter Stickstoffdünger sowie der Anbau stickstoffbindender Pflanzen. Die regionale Ausbringung von Phosphor (also der Einsatz mineralischer Phosphordünger) liegt bei rund 18,2 Tg P pro Jahr und überschreitet damit die planetare Belastungsgrenze von 6,2 Tg P/Jahr deutlich. Auch die gezielte Stickstofffixierung – etwa 165 Tg N/Jahr – liegt mehr als doppelt so hoch wie die Belastungsgrenze von 62 Tg N/Jahr. Beide Werte befinden sich im Hochrisikobereich und verschlechtern sich weiter. Der Planetare Gesundheitscheck 2025 aktualisiert alle Daten und

Grenzwerte und beschreibt systematisch, wie Nährstoffe in die Umwelt gelangen, dort verbleiben oder weitertransportiert werden. Der Bericht empfiehlt zudem, die Kontrollvariablen für Stickstoff und Phosphor künftig stärker an landwirtschaftlichen Überschüssen auszurichten, da diese besser zeigen, wie viel der Nährstoffe tatsächlich in die Umwelt gelangt. Zusätzlich sollte auch Stickstoff aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe berücksichtigt werden, der bislang nicht vollständig erfasst ist.

Ozeanversauerung



Der Ozean versauert zunehmend, weil er große Mengen des vom Menschen ausgestoßenen CO₂ aufnimmt. Das bedroht viele Meeresorganismen und schwächt ganze Ökosysteme. Wir haben die planetare Belastungsgrenze erstmals überschritten und befinden uns nun im Bereich zunehmenden Risikos. Der Trend verschlechtert sich weiter.

Wichtigster Stressfaktor: Verbrennung fossiler Brennstoffe.

Der globale mittlere Aragonitsättigungsgrad (Ω) an der Meeresoberfläche liegt derzeit bei 2,84 und damit knapp unter der neu berechneten planetaren Belastungsgrenze von 2,86. Die Aragonitsättigung zeigt an, wie viel Karbonat im Meerwasser verfügbar ist – ein wichtiger Baustein, den viele Organismen für den Aufbau von Kalkschalen und -skeletten benötigen. Sinkt Ω , wird es für sie zunehmend schwieriger zu wachsen und zu überleben. Diese Grenze entspricht 80 % des vorindustriellen Ω -Wertes (3,57), der aufgrund neuer Daten höher angesetzt wurde als bisher. Das bedeutet: **Die plane-**

tare Belastungsgrenze für die Ozeanversauerung gilt nun offiziell als überschritten. Viele Meeresorganismen sind dadurch zunehmenden Risiken ausgesetzt. In Polar- und Küstenregionen werden bereits Schäden an Kalkschalen und -panzern beobachtet – etwa bei Pteropoden, Korallen und Muscheln. Diese Veränderungen zeigen, dass empfindliche Ökosysteme sich bereits im Bereich zunehmenden Risikos befinden. Der Planetare Gesundheitscheck 2025 verwendet aktuelle globale Karten der Aragonitsättigung, berücksichtigt die neue Einschätzung des vorindustriellen Ω -Zustands und unterstreicht die Bedeutung von empfindlichen Arten und Ökosystemfunktionen als Frühwarnsignale.

Zunahme der atmosphärischen Aerosolbelastung



Die Unterschiede in der Luftverschmutzung zwischen der Nord- und der Südhalbkugel werden kleiner. Das ist ein positives Signal, denn es zeigt, dass sich die globale Luftqualität allmählich verbessert.

Wichtigste Stressfaktoren: Verbrennung fossiler Brennstoffe, Verbrennung von Biomasse, industrielle Aktivitäten.

Die Differenz der Aerosol-Optischen Tiefe (AOD) zwischen den beiden Erdhemisphären liegt derzeit bei etwa 0,063 – niedriger als im Vorjahr und deutlich unter dem sicheren Schwellenwert von 0,10. (AOD ist ein Maß dafür, wie stark Aerosole das Sonnenlicht in der Atmosphäre abschwächen; je höher der Wert, desto mehr Schadstoffe und Partikel befinden sich in der Luft.) Damit bleibt diese planetare Belastungsgrenze weiterhin innerhalb des sicheren Handlungsbereichs. Global betrachtet gehen die Aerosolemissionen zurück, auch wenn in einigen Regionen weiterhin hohe Parti-

kelbelastungen auftreten. Der Planetare Gesundheitscheck 2025 nutzt neue, hochauflösende und chemisch detaillierte Datensätze und Modelle. Der Bericht erklärt die doppelte Rolle von Aerosolen für das Klima – Sulfate kühlen, während Ruß (Black Carbon) erwärmt – und betont zugleich die gesundheitlichen und sozialen Ungleichheiten, die mit PM2,5 verbunden sind (PM2,5 bezeichnet sehr feine Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 2,5 Mikrometern, die tief in die Lunge eindringen können und besonders gesundheitsschädlich sind). Regionale Aspekte werden jedoch in der planetaren Grenze selbst noch nicht vollständig erfasst.

Abbau der stratosphärischen Ozonschicht

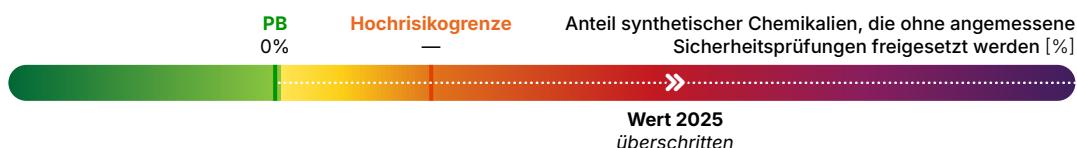


Die Ozonschicht bleibt insgesamt stabil und zeigt eine langsame, aber stetige Erholung. Dadurch bleibt der wichtige Schutz vor schädlicher UV-Strahlung weitgehend erhalten.

Wichtigste Stressfaktoren: Produktion und Emission ozonschädigender Substanzen wie synthetischer Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) und Stickoxide. Die globale Ozonkonzentration liegt derzeit bei durchschnittlich 285–286 Dobson-Einheiten und damit innerhalb des sicheren Handlungsbereichs (Schwellenwert: ≥ 277 DU). Die durch das Montrealer Protokoll eingeleitete Erholung setzt sich fort. Dennoch liegt das Ozon weiterhin unter seinem historischen Niveau und das Ozonloch über der Antarktis besteht nach wie vor – die Erholung schreitet also voran, ist aber

noch nicht vollständig. Der Planetare Gesundheitscheck 2025 belässt die Kontrollvariable unverändert, stellt jedoch klarere Verbindungen zwischen der Erholung der Ozonschicht und klimatischen Veränderungen in der südlichen Hemisphäre her. Außerdem weist der Bericht auf neue Risiken hin, die durch Weltraumschrott und Raketenstarts entstehen können und betont die Bedeutung der Ozonwerte außerhalb der Polargebiete als besonders relevante Messgröße für die planetare Gesundheit.

Eintrag menschengemachter Substanzen



Von Menschen hergestellte Chemikalien, Kunststoffe und andere neuartige Substanzen, die nicht ausreichend getestet oder kontrolliert werden, nehmen weltweit weiter zu. Damit steigen auch die Risiken für Umwelt und Gesundheit.

Wichtigste Stressfaktoren: Industrielle Produktion künstlicher chemischer Verbindungen für Industrie, Landwirtschaft und Konsumgüter.

Jedes Jahr gelangen Tausende unzureichend geprüfte Chemikalien, Kunststoffe und andere neue Substanzen in die Umwelt. Die planetare Belastungsgrenze – keine unzureichend getesteten neuartigen Substanzen – wird weiterhin deutlich überschritten. Die Belastung fällt 2025 sogar stärker aus als im Vorjahr, da sowohl die Produktion als auch die Abfallmengen weiter steigen und gesetzliche Regelungen nicht Schritt halten. Da sich die aktuelle Kontrollvariable nur schwer präzise messen lässt, schlägt der Planetare Gesundheitscheck 2025 vor, den Rahmen für deren Bewertung zu

erweitern. Künftig sollen messbare, wirkungsbezogene Indikatoren entwickelt werden, die eine umfassendere Risikobewertung ermöglichen. Dafür müssen die verschiedenen Phasen – Produktion, Freisetzung, Verbleib in der Umwelt und Auswirkungen auf das Erdsystem – systematisch erfasst werden. Besonders relevante Stoffgruppen wie Kunststoffe oder genetisch veränderte Organismen sollten dabei genauer betrachtet werden. Die Bewertung neuartiger Substanzen sollte sich daher von einer isolierten Betrachtung einzelner Substanzen hin zu einem systemorientierten Ansatz entwickeln, der Mischungseffekte, Rückkopplungen und bestehende wissenschaftliche Unsicherheiten in den Mittelpunkt stellt.



Spotlight-Kapitel des diesjährigen Berichts

In diesem Jahr bieten drei Sonderkapitel einen vertieften Einblick in die Wechselwirkungen zwischen der Überschreitung planetarer Belastungsgrenzen, realen Risiken und möglichen Handlungsansätzen:

Der Ozean - stiller Wächter der planetaren Gesundheit

→ Kapitel 3.1.

Dieses Kapitel untersucht die entscheidende, aber bislang in der PB-Forschung unterrepräsentierte Rolle des Ozeans für die Stabilität des Erdsystems. Angesichts der Rekordwärme der Ozeane und der weit verbreiteten Korallenbleiche im Jahr 2025 wird deutlicher denn je, wie stark der Ozean als Klimaregulator und Lebenserhaltungssystem unter Druck steht. Der Ozean speichert den Großteil der überschüssigen Wärme und nimmt rund ein Viertel der vom Menschen verursachten CO₂-Emissionen auf. Damit trägt er maßgeblich zur Aufrechterhaltung der planetaren Gesundheit bei. Gleichzeitig ist er zunehmenden Belastungen ausgesetzt – Erwärmung, Versauerung, Verlust der biologischen Vielfalt und Verschmutzung. Diese Stressfaktoren wirken häufig zusammen und erhöhen das Risiko, dass kritische Kippunkte überschritten werden. Um die langfristige Stabilität und Belastbarkeit des Ozeans zu sichern, ist es unerlässlich, seine Rolle systematisch in die Gestaltung und Bewertung des Erdsystems einzubeziehen.

Extreme Wetterereignisse und Katastrophen im Jahr 2024/25 – eine auf Zuordnungsforschung basierte Perspektive

→ Kapitel 3.2.

Dieses Kapitel zeigt, wie Extremwetterereignisse zunehmend gefährlicher werden – durch das Zusammenspiel von Klimawandel, ökologischer Degradation und gesellschaftlicher Verwundbarkeit. Im Jahr 2024 überschritten die globalen Durchschnittstemperaturen erstmals die Marke von 1,5 °C. In der Folge kam es weltweit zu extremen Wetterereignissen, die so viele Menschenleben forderten und so große Schäden verursachten wie nie zuvor. Doch diese Katastrophen sind nicht allein auf den Klimawandel zurückzuführen. Ihre Auswirkungen werden durch die Überschreitung weiterer planetarer Belastungsgrenzen verstärkt, etwa durch die großflächige Umgestaltung von Landschaften oder die starke Belastung der Süßwassersysteme. Beides kann Extremereignisse verschärfen und deren Folgen verstärken. Um Menschen und Ökosysteme wirksam zu schützen, müssen sowohl die wachsende planetare Instabilität als auch die sozialen Risikofaktoren in den Blick genommen werden. Nur durch das Zusammendenken ökologischer und gesellschaftlicher Verwundbarkeit lassen sich zukünftige Schäden vermeiden oder zumindest reduzieren.

Planetare Belastungsgrenzen in der Praxis umsetzen: Neue Praktiken, Akteure und Instrumente

→ Kapitel 3.3.

Immer mehr Regierungen, Städte, Unternehmen und zivilgesellschaftliche Gruppen beginnen, das Konzept der planetaren Belastungsgrenzen in konkrete Maßnahmen zu übersetzen. Sie nutzen globale Schwellenwerte, um Strategien zu entwickeln, die im Einklang mit den Belastungsgrenzen des Erdsystems stehen. Das zeigt sich in vielen Bereichen: in nationalen Klimazielen, in der Stadt- und Raumplanung, in Unternehmensstrategien oder bei der Bewertung finanzieller Risiken. Weltweit richten Akteure zunehmend ihre Entscheidungen an den Belastungsgrenzen der Erde aus. Dieser Wandel deutet nicht nur auf einen umfassenderen, systemischen Ansatz im Umwelt- und Klimaschutz hin, sondern auch auf ein grundlegendes Umdenken: Wie kann die Menschheit wirtschaften, planen und handeln, wenn wir anerkennen, dass wir auf einem Planeten mit endlichen Ressourcen leben?

Ausblick – Eine Initiative zu den planetaren Belastungsgrenzen

Wir leben in einer Zeit außergewöhnlicher wissenschaftlicher und technologischer Möglichkeiten – Möglichkeiten, die wir angesichts der sich zuspitzenden planetaren Krise dringend nutzen müssen. Um dieser Herausforderung gerecht zu werden, gründen derzeit Forscher*innen aus aller Welt, die sich mit den planetaren Belastungsgrenzen befassen, die **Planetary Boundaries Initiative (PBI)**. Die PBI wird als wachsende Plattform der nächsten Generation von mehreren Institutionen getragen. Ihr Ziel ist es, die im Planetaren Gesundheitscheck identifizierten Umweltrisiken kontinuierlich zu beobachten, zu bewerten und Lösungswege zu erarbeiten. Dafür verbindet sie die Bereiche Diagnostik, Lösungen und Kommunikation in einem gemeinsamen, integrierten Arbeitsprozess.

Im Zentrum steht der **Planetary Boundaries Analyzer (PBAnalyzer)** – ein Ansatz, der empirische und modellierte Daten aus dem Erdsystem, aus sozioökonomischen Prozessen sowie aus der wissenschaftlichen Literatur miteinander verknüpft und durch das Feed-

back von Expert*innen ergänzt. Auf dieser Grundlage liefert der PBAnalyzer laufend aktualisierte Diagnosen, identifiziert kausale Hebelpunkte und stellt interaktive Entscheidungshilfen bereit. Diese werden im **Planetary Mission Control Centre** für Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft nutzbar gemacht. Erfahrungen aus der Praxis und Rückmeldungen von Fachleuten fließen kontinuierlich zurück in das System. So wird gewährleistet, dass die Ergebnisse und Empfehlungen der PBI zugleich wissenschaftlich solide und praktisch relevant bleiben.

Die PBI ist offen für neue Kooperationen und partnerschaftliche Beiträge, um ihre Werkzeuge und Produkte stetig weiterzuentwickeln. Bitte wenden Sie sich an: pbscience@pik-potsdam.de



**Planetary Boundaries
INITIATIVE**

Fazit – Planetare Gesundheit auf einen Blick

Unsere Gesamtbewertung der Gesundheit des Planeten im Jahr 2025 ordnet die Erde am oberen Rand der (gelben) Zone zunehmenden Risikos ein und rückt sie näher an den (roten) Hochrisikobereich heran (Abb. ES 2). Die Bewertung für 2025 zeigt, dass wir uns weiter dem Punkt annähern, an dem der Planet als Ganzes den Bereich zunehmenden Risikos überschreitet und in den

Hochrisikobereich eintritt – mit höherer Wahrscheinlichkeit für großflächige und unumkehrbare Veränderungen. Dennoch hält der derzeitige Gesundheitszustand der Erde – dank ihrer bemerkenswerten biologischen, physikalischen und chemischen Belastbarkeit – das Fenster für eine Rückkehr in einen sicheren Handlungsbereich offen. Dieses Fenster schließt sich jedoch schnell.



ABBILDUNG ES 2 – Das dynamische Symbol des Planetaren Gesundheitschecks fasst die jährlichen Ergebnisse zusammen. Der stilisierte Boxplot (weiße Linien und blauer Punkt) zeigt die Verteilung aller PB-Kontrollvariablen, die einzeln in Abb. ES 1 dargestellt sind. Die dünne Linie markiert den gesamten Wertebereich aller Kontrollvariablen, während die dicke Linie den Bereich zeigt, in dem die Hälfte aller Werte liegt. Der blaue Punkt steht für den Median aller Kontrollvariablen.

Danksagungen

Editiert durch:

Niklas Kitzmann, Levke Caesar, Boris Sakschewski and Johan Rockström

Autor*innen

Boris Sakschewski*, Levke Caesar*, Lauren S. Andersen, Max Bechthold, Lotta Bergfeld, Arthur Beusen, Maik Billing, Benjamin Leon Bodirsky, Svetlana Botsyun, Donovan P. Dennis, Jonathan F. Donges, Xinyu Dou, Axel Eriksson, Ingo Fetzer, Dieter Gerten, Tiina Häyhä, Sophie Hebden, Tim Heckmann, Adrian Heilemann, Willem Huiskamp, Annika Jahnke, Jonas Kaiser, Niklas H. Kitzmann, Jonathan Krönke, Dana Kühnel, Nicole C. Laureanti, Chaohui Li, Zhu Liu, Sina Loriani, Josef Ludescher, Sabine Mathesius, Albert Norström, Friederike Otto, Anja Paolucci, Dmitry Pokhotelov, Kasra Rafiezadeh Shahi, Emmanuel Raju, Masoud Rostami, Sibyll Schaphoff, Christian Schmidt, Norman J. Steinert, Fabian Stenzel, Vili Virkki, Katrin Wendt-Potthoff, Nico Wunderling, Johan Rockström

*gleichberechtigte Mitwirkende an dieser Arbeit und als Co-Erstautor*innen benannt

Gutachter*innen

Marty Anderies, Yana Yuge Bai, Joshua E. Buxton, Helen Findlay, Dieter Gerten, Jens Heinke, Andreas Huth, Wolfgang Lucht, Josef Ludescher, Maria Martin, Christoph Müller, Dmitry Pokhotelov, Stefan Rahmstorf, Katherine Richardson, Johan Rockström, Masoud Rostami, Yinglin Tian, Lan Wang-Erlandsson

Kunst & Illustrationen: Globaïa

Layout-Design: Simpelplus

Vielen Dank an unsere PIK-Kollegen, die sich freiwillig für die Erstellung dieser Übersetzung zur Verfügung gestellt haben: Levke Caesar, Reinhild Costa, Clara Nicolai

Das Projekt Planetary Boundaries Science (PBScience) wurde 2023 ins Leben gerufen, um kritische Lücken in unserem Verständnis des Erdsystems und dessen Überwachung zu schließen. Mithilfe fortschrittlicher Simulationsmodelle, neuester Messdaten und aktueller erdsystemwissenschaftlicher Erkenntnisse erstellt PBScience jährlich einen Planetaren Gesundheitscheck auf der Grundlage der planetaren Belastungsgrenzen. In enger Zusammenarbeit mit den Planetary Guardians und anderen Partnern will PBScience das globale Bewusstsein für die Aufrechterhaltung der planetaren Stabilität schärfen.

Kontakt: pbscience@pik-potsdam.de



Diese Publikation ist, sofern nicht anders angegeben, unter einer CC BY 4.0-Lizenz lizenziert. Veröffentlicht vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK); Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft, Telegrafenberg A 31, 14473 Potsdam, Deutschland; 2025.