

Planetare Belastungsgrenzen

Wir Menschen sind die treibende Kraft hinter den umwälzenden Veränderungen, die derzeit die Erde auf eine Katastrophe zusteuern. Wir befinden uns im Anthropozän, dem Zeitalter der Menschheit.¹ Seit 1970 überzieht die Menschheit Jahr für Jahr ihr biologisches Konto, d.h. unser ökologischer Fußabdruck übersteigt jährlich die Regenerationsfähigkeit der Erde.²

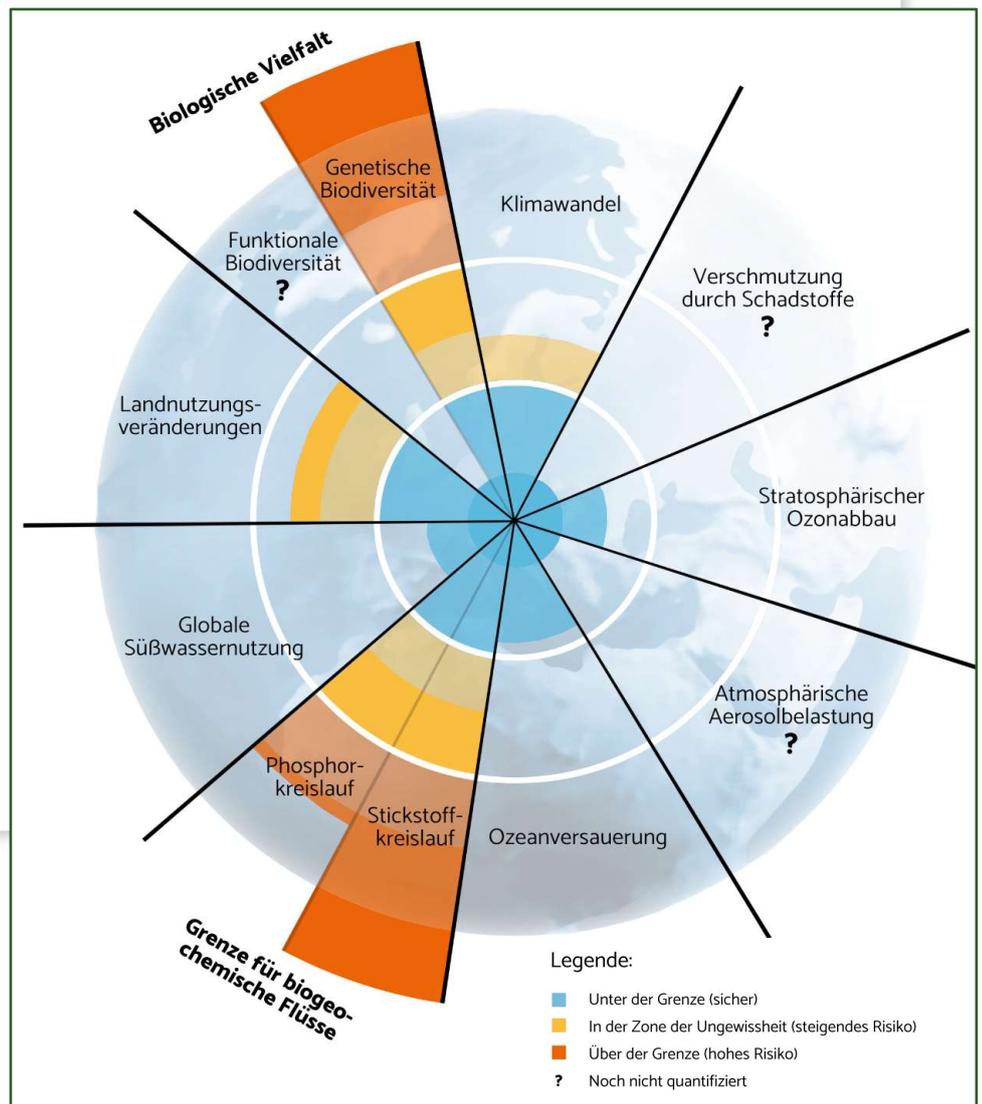
Schon 2009 hat der renommierte Wissenschaftler Johan Rockström mit einer Gruppe von 28 Experten begonnen die neun wichtigsten Prozesse zusammenzutragen, die für die Stabilität und Widerstandsfähigkeit des Systems Erde maßgeblich sind.³ Für diese neun Prozesse haben die Forschenden Grenzwerte ermittelt, innerhalb derer die Menschheit noch für viele Generationen komfortabel leben kann. 2015 wurden diese Grenzen nochmal mit neueren Daten präzisiert.⁴

Vier dieser planetaren Grenzen sind derzeit schon überschritten, bei zweien wurden schon sich selbst verstärkende Prozesse in Gang gesetzt, die kaum rückgängig zu machen sind.

So ist der Stickstoff-Eintrag in Biosphäre und Gewässer schon seit den 70er Jahren überlastet. Durch das Haber-Bosch-Verfahren und die Grüne Revolution wurden große Mengen Stickstoff aus der Atmosphäre gebunden und zur Düngung in die Biosphäre und Gewässer geleitet. Wir entnehmen der Atmosphäre schon jetzt mehr Stickstoff als alle biologische Prozesse zusammen.⁵ Der Biodiversitätsverlust ist der zweite Prozess bei dem die Belastungsgrenze weit überschritten ist.

Die aktuelle Aussterberate von Tier- und Pflanzenarten liegt mehrere 10 bis mehrere 100 Mal über der aus Fossilbelegen bekannten Aussterberate der vergangenen 10 Millionen Jahre. Und sie steigt weiter an.⁶ Derzeit befinden wir uns im 6. große Aussterben, das die planetarische Integrität und die Fähigkeit der Erde, die menschlichen Bedürfnisse zu befriedigen, beeinträchtigt.⁷ Das letzte große Artensterben hat zum Verschwinden der Dinosaurier geführt. Überschritten sind zudem die Grenzen der Landnutzungsveränderung, wofür vor allem die Entwaldung auch der tropischen Wälder verantwortlich ist und der Klimawandel.

Schon sechs Jahre nach Rockströms erster Veröffentlichung der Planetaren Grenzen konnte Steffen 2015 die Validität der Grenzwerte für den Klimawandel validieren: zunehmende und stärker werdende Hitzewellen, vermehrte Starkregenereignissen, Verschiebung von atmosphärischen Luftströmungen, die zu vermehrten Dürren führten und der Verlust von Eisflächen in Arktis und Antarktis⁸ zeigten, dass das System bei der Überschreitung des Grenzwertes aus den Fugen gerät.



Mit dem Titel der Veröffentlichung "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet" (dt.: Planetare Grenzen: Leitlinien für die menschliche Entwicklung auf einem sich ändernden Planeten) zeigen Rockström und seine Mitstreitenden auch, dass es ihnen nicht nur um eine Zustandsbeschreibung geht. Sie verstehen die Planetaren Grenzen als Leitplanken, innerhalb derer die menschliche Entwicklung gedacht werden sollte. Sie stehen damit in der Tradition von Garrett Hardin, der in seinem bahnbrechenden Papier "Die Tragik der Allmende" schon 1968 darauf aufmerksam machte, dass die Nutzung gemeinsamer Ressourcen, der Allmende, unendliches Wachstum nicht verträgt.⁹ Während sich für die Nutzung einzelner Ressourcen bei Hardin noch Spieltheoretische Lösungen finden lassen, ist dies bei der Ressource "Erde" nicht mehr möglich.¹⁰ Rockström sieht seine Daten als Startpunkt für die Aufgaben die vor uns stehen. Bei allem was die Menschheit tun möchte und was wir ändern wollen, sollte laut ihm, immer die große Frage im Vordergrund stehen: Was sind die Planetaren Grenzen innerhalb derer wir hier arbeiten können?

Nach 10.000 Jahren stabiler Umweltbedingungen, die erst die Entwicklung unserer Zivilisation ermöglichten, haben wir jetzt Prozesse ausgelöst, die katastrophale Folgen für uns haben können. Es besteht die reale Gefahr, dass sich grundlegende physikalische Bedingungen im System Erde dauerhaft verändern und sich bei einem neuen langfristig stabilen Zustand einpendeln werden. Ob dieser sozioökonomisch für die Menschheit zu verkraften sein wird, lässt sich nur schwer vorhersagen. Wenn wir das System zu weit ausnutzen kommen wir zu Kipppunkten, die sehr schnell zu einer drastischen Veränderung, die eventuell nicht mehr rückgängig gemacht werden kann.

Auch wenn die neun planetaren Grenzen einzeln erfasst und gemessen werden, darf nicht vergessen werden, dass diese sich in einem komplexen System gegenseitiger Abhängigkeiten befinden. Viel mehr sind sie wie das Motto der „Drei Musketiere“ zu begreifen: einer für alle und alle für einen- wenn eine Komponente des Systems komplett ausfällt, wird es auch bei allen anderen langfristig drastische Veränderungen geben.¹¹ Besonders gilt dies für das Klima und die Vielfalt der Biosphäre. Beide wirken global und haben sich gemeinsam über die letzten 4 Milliarden Jahre entwickelt. Sie bilden die Grundlage des Systems Erde in dem die anderen Prozesse wirken, werden dabei aber auch von diesen beeinflusst. Große Veränderungen im Klima oder der Biodiversität können allein schon ausreichen, das System Erde zu destabilisieren. Schon in der Vergangenheit markierten genau solche großen Veränderungen im Klima oder der Biosphäre dramatische Umbrüche,¹² wie zum Beispiel die drastische Veränderung der Umweltbedingungen die auch zum Aussterben der Dinosaurier vor 66 Millionen Jahren. Damals verschwanden etwa 75% der Arten.¹³

Kipppunkte

Kippelemente sind Bestandteile des Erdsystems von überregionaler Größe, die ein Schwellenverhalten aufweisen. Sofern das Hintergrundklima sie schon nahe an einen Schwellenwert gebracht hat, können sie also bereits durch kleine externe Störungen in einen qualitativ neuen Zustand versetzt werden. Dem Schwellenverhalten im Erdsystem liegen oft selbstverstärkende Prozesse zugrunde, die – einmal angestoßen – auch ohne weiteren externen Einfluss weiterlaufen. Dadurch kann es passieren, dass der neue Zustand eines Kippelementes erhalten bleibt, selbst wenn das Hintergrundklima wieder hinter den Schwellenwert zurückfällt.¹⁴ Bereits das Überschreiten einzelner Kipppunkte hat weitreichende Umweltauswirkungen, die die Lebensgrundlage vieler Menschen gefährden.¹⁵

Es besteht zudem das Risiko, dass durch Rückkopplungsprozesse weitere Kipppunkte im Erdsystem überschritten werden und so eine dominoartige Kettenreaktion ausgelöst wird. Eine solche „Kipp-Kaskade“ könnte das Erdsystem in eine neue Heizzeit katapultieren.¹⁶

Quellennachweis zu Lehrerinfo 4B

1. TEDGlobal (2010): Johan Rockstrom: Von der Umwelt geleitete Entwicklung, Vortrag von Johan Rockström. https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_let_the_environment_guide_our_development?language=de, zuletzt geprüft: 03.11.2021.
2. WWF (2020): Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss. Gland. S. 9.
3. Rockström, Johan et al. (2009): Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. In: Ecology and Society 14-2.; Rockström, Johan et al. (2009): A safe operating space for humanity. In: Nature 461.
4. Steffen, Will et al. (2015): Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet. In: Science 347-6223.
5. TEDGlobal (2010): Johan Rockstrom: Von der Umwelt geleitete Entwicklung, Vortrag von Johan Rockström. https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_let_the_environment_guide_our_development?language=de, zuletzt geprüft: 03.11.2021.
6. Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2020): Globale Biodiversität in der Krise – Was können Deutschland und die EU dagegen tun?. In: Diskussion Nr. 24, Halle (Saale). S. 7-8.
7. UN Environment (2019): Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People - Zusammenfassung für Politikentscheider (Deutsche Übersetzung). Nairobi. S. 10
8. Steffen, Will et al. (2015): Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet. In: Science 347-6223.
9. Hardin, Garrett (1968): The Tragedy of the Commons. In: Science 162-3859.
10. MDR Wissen (2018): Forscher fordern: Klimawandel neu begreifen. <https://www.mdr.de/wissen/klimawandel-als-gemeinschaftsaufgabe-100.html>, zuletzt geprüft: 03.11.2021. & Patt, Anthony. (2017). Beyond the tragedy of the commons: Reframing effective climate change governance. In: Energy Research & Social Science 34.
11. TEDGlobal (2010): Johan Rockstrom: Von der Umwelt geleitete Entwicklung, Vortrag von Johan Rockström. https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_let_the_environment_guide_our_development?language=de, zuletzt geprüft: 03.11.2021.
12. Steffen, Will et al. (2015): Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet. In: Science 347-6223.
13. BR Wissen (2021): Das Aussterben der Dinosaurier: Asteroideneinschlag im Yucatán war wohl die Ursache. <https://www.br.de/wissen/dinosaurier-asteroid-aussterben-dino-sterben-meteorit-114.html>, zuletzt geprüft: 03.11.2021.
14. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung: Kippelemente – Achillesfersen im Erdsystem. <https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infotehk/kippelemente/kippelemente>, zuletzt geprüft: 03.11.2021.
15. Lenton, Timothy et al. (2019): Climate tipping points—too risky to bet against. In: Nature 575.
16. Steffen, Will (2018): Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. In: Proceedings of the National Academy of Sciences 115-33.



©NASA