

Planetare Grenzen

Worum geht es?

▸ Grenzen

Die Frage nach den Grenzen stellt sich an zwei Fronten: 1) bei den Ressourcen und 2) bei den Regulierungsprozessen in der Biosphäre, deren Störung der eigentliche Ursprung der Vorstellung des Anthropozäns ist.

▸ Planetare Grenzen

Die planetaren Belastungsgrenzen oder einfach planetare Grenzen sind eine Kombination von neun biophysikalischen Grenzen des Systems Erde, die eingehalten werden müssen, um günstige Rahmenbedingungen für die weitere menschliche Entwicklung zu bewahren.

▸ System Erde

Die planetaren Grenzen vermitteln einen umfassenden und übergreifenden Blick auf Störungen in der Funktionsweise des Systems Erde (systemische Dimension).

▸ Anthropozän vs. Anthropisierung

Das Anthropozän unterscheidet sich vom kontinuierlichen Prozess der Anthropisierung des Planeten, dessen Auswirkungen seit dem Beginn des Holozäns sichtbar sind. Das Anthropozän ist mit einem globalen und systemischen biophysikalischen Druck verbunden, der relativ neu ist (physische Manifestation seit dem 18. Jahrhundert).

Glossar IPCC (Französisch):

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_FR.pdf

Hat der Planet Erde Grenzen?

Die Vorstellung der planetarischen Endlichkeit ist nicht neu und reicht bis in die Antike zurück. Sie wurde mit wirtschaftlichen Themen⁸ verknüpft und führte zur Frage nach den «natürlichen» Grenzen der wirtschaftlichen Entwicklung.

- Im England des 18. Jahrhunderts betrachteten die wichtigsten Inspiratoren der modernen Wirtschaft (Smith, Ricardo) die natürlichen Ressourcen als unbegrenzt, da sie kostenlos verfügbar waren.
- Malthus scheint der einzige Wirtschaftswissenschaftler der damaligen Zeit gewesen zu sein, der die Erde und ihre Ressourcen als Faktor wahrnahm, der die wirtschaftliche und demografische Entwicklung begrenzt.
- Das Wachstumsdogma wurde in den 1970er Jahren mit dem Bericht des Clubs of Rome zu den Grenzen des Wachstums in Frage gestellt.

⁸ Zur Erweiterung dieses historischen Ansatzes kann man sich auch damit befassen, wie der Begriff der Grenze zur gleichen Zeit, als das Wachstumsdogma in den 1970er Jahren erstmals wissenschaftlich angefochten wurde, Gegenstand philosophischer (Illich, Ellul, Charbonneau) und politischer (Gorz) Überlegungen wurde.

Der natürliche Rahmen unserer wirtschaftlichen Aktivitäten (die Ökosphäre) ist endlich und begrenzt. Diese Feststellung gilt für die Verfügbarkeit und die Zugänglichkeit von Ressourcen (z. B. Metalle, Sand, biotische Ressourcen), ohne die keine wirtschaftlichen Tätigkeiten möglich sind, aber in gewisser Weise auch für die grossen biogeochemischen Kreisläufe (z. B. Kohlenstoff, Phosphor). Die aktuellen Umweltprobleme werden deshalb in zwei Kategorien unterteilt: Ressourcenprobleme und Probleme im Zusammenhang mit Störungen der Biosphäre ([Video Dominique Bourg](#)). Die Probleme der zweiten Kategorie, die durch die massiven Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten gekennzeichnet sind, haben zur Entwicklung des Begriffs der planetaren Grenzen geführt.

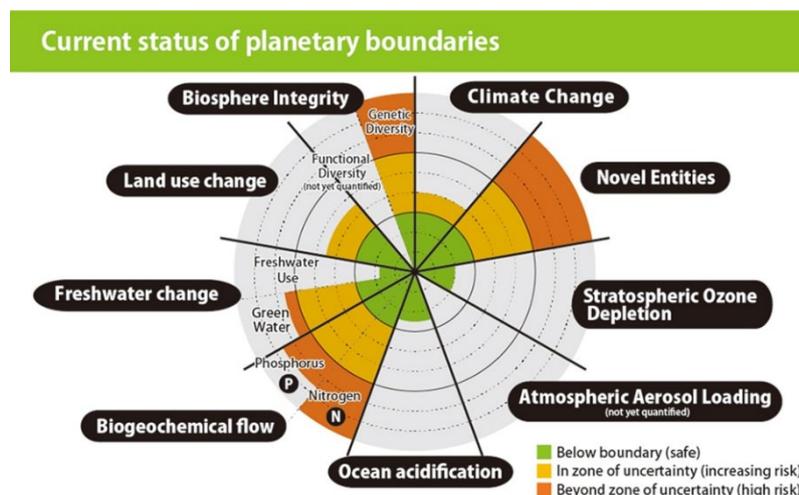
Das Modell der neun planetaren Grenzen

Das Konzept der *planetaren Grenzen*, wie es in dieser Ausstellung behandelt wird, ist ein konzeptueller Rahmen – ein Modell, das ausgehend von einem neueren wissenschaftlichen Prozess von einer internationalen Forschergruppe entwickelt wurde. Sie veröffentlichte [2009](#) eine Studie, die [2015](#) aktualisiert wurde. Dabei haben sie 9 physikalische Prozesse identifiziert und quantifiziert, die die Stabilität und Widerstandsfähigkeit des Systems Erde regulieren: Klimawandel, Übersäuerung der Ozeane, Abbau der Ozonschicht, Zunahme der Aerosole in der Atmosphäre, Süswasserknappheit, Veränderung der Landnutzung, Abnahme der Biodiversität, Störung der biochemischen Kreisläufe sowie Zunahme der chemischen Umweltverschmutzung.

Das Modell umfasst zwar neun verschiedene Grenzen, aber es handelt sich nicht um neun unabhängige Variablen. Es ist diese gegenseitige Abhängigkeit der Grenzen, die dazu führt, dass man von einem «System Erde» spricht. Beispielsweise sind Versäuerung der Ozeane und Klimawandel eng miteinander verbunden. Zwischen diesen (und anderen) Phänomenen bestehen Rückkopplungsschleifen, manchmal sogar dann, wenn sie auf unterschiedlichen Ebenen zum Ausdruck kommen.

Diese Prozesse sind von entscheidender Bedeutung, weil sie die Existenzbedingungen bereitstellen, von denen unsere Gesellschaften abhängen. Für jeden Prozess wird eine Grenze definiert, die nicht überschritten werden darf, um nicht Gefahr zu laufen, dass das System kippt, was katastrophale Folgen hätte. Oder anders ausgedrückt: Die planetaren Grenzen dürfen nicht überschritten werden, wenn die Menschheit die Wohnbarkeitsbedingungen der Erde, die in den letzten 12'000 Jahren herrschten und die für die Entwicklung der Menschheit ausgesprochen günstig waren, bewahren will. Dieses Modell wurde entwickelt, um auch «soziale» Grenzen einzubeziehen und so ein Konzept für einen «gerechten und sicheren Raum für die Menschheit» zu erarbeiten. Vgl. auch « Die Theorie der Donut-Ökonomie».

Was ist der Unterschied zwischen Grenzen und Schwellen?



Mit dem Modell der planetaren Grenzen will man ermitteln, inwieweit Störungen, die durch den Menschen verursacht sind, das System Erde auf globaler Ebene destabilisieren können:

- Grün: sicherer Bereich.
- Gelb: unsichere Zone mit erhöhtem Risiko.
- Orange: Bereich mit hohem Risiko.

Für die Bereiche ohne Farbe wurden die Kontrollvariablen nicht definiert und quantifiziert.

<https://social-innovation.hitachi/en/article/planetary-boundaries> (18.08.2023)

Für jeden dieser neun Bereiche wird eine Kontrollvariable definiert, deren Wert eine Beurteilung des «Gesundheitszustands» des Prozesses ermöglichen soll.

Für jede Variable wird ermittelt, wo sich die kritischen Schwellenwerte (Grenze gelb orange) befinden. Dies sind Werte, bei denen der Prozess sein Verhalten radikal ändert und ein neues Gleichgewicht entsteht.

Nachdem diese gefährlichen Schwellenwerte bestimmt sind, lassen sich die planetarischen Grenzen (Grenze grün gelb) festlegen, die sich in einem Sicherheitsabstand zu den Schwellenwerten befinden.⁹

Und nachdem diese planetaren Grenzen bekannt sind, kann man für jeden Bereich sagen, ob sein aktueller Zustand *sicher*, *unsicher* oder *gefährlich* ist – je nachdem, wie nahe die jeweilige Kontrollvariable an seiner Grenze liegt.

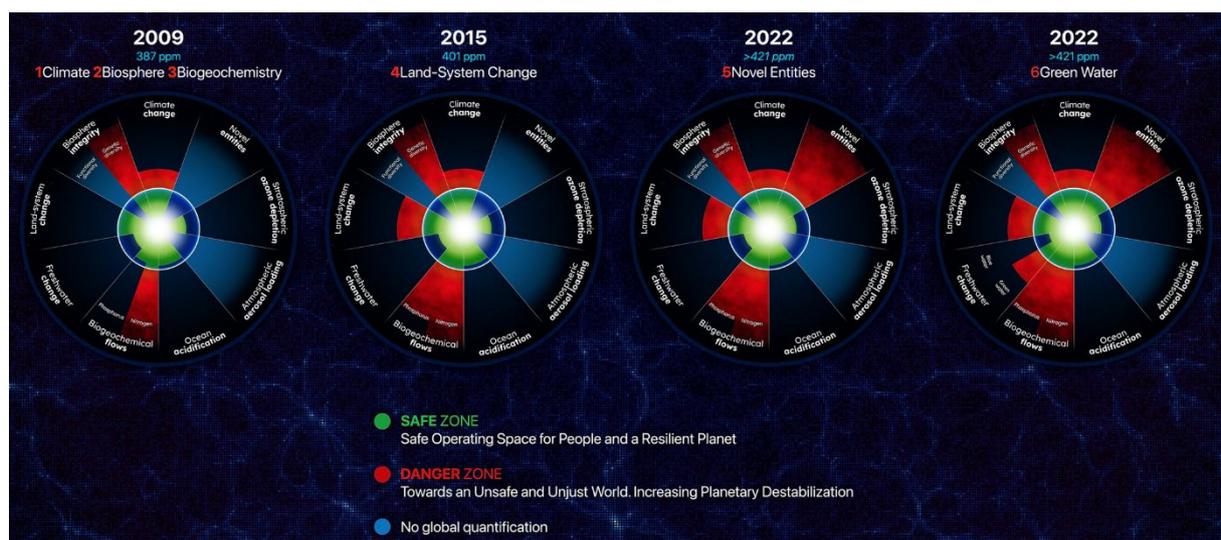
Die Originalillustrationen (2015) sind hier verfügbar: [farbig](#) & [schwarzweiss](#) (Credit: J. Lokrantz/Azote basierend auf Steffen et al. 2015).

Weitere Abbildungen und Daten werden vom [Stockholm Resilience Center](#), das in der Anthropozän-Forschung aktiv ist, angeboten und laufend aktualisiert.

Werden die planetaren Grenzen gegenwärtig überschritten?

Im Jahr 2020 fehlten noch zahlreiche Kenntnisse, um eine zuverlässige Bestandsaufnahme der planetaren Grenzen vorlegen zu können. Die Bestimmung der kritischen Schwellenwerte ist mit Risiken behaftet. Für drei Bereiche (Aerosolbelastung der Atmosphäre, funktionale Biodiversität, Einbringung neuartiger Substanzen) konnten bis anhin nicht einmal die Kontrollvariablen definiert werden, was eine quantitative Schätzung der Grenze unmöglich macht. Trotz dieser Lücken sind aber drei Grenzwerte solide belegt (Klimawandel, Abbau der Ozonschicht, Übersäuerung der Ozeane). Vier der neun Grenzwerte sind bereits überschritten: biogeochemische Kreisläufe, Klimawandel, Veränderung der Landnutzung und Abnahme der Biodiversität. Drei Bereiche befinden sich noch in der sicheren Zone: Übersäuerung der Ozeane, Abbau der Ozonschicht und Süswasserknappheit.

Die Arbeiten an diesem Modell ebenso wie die Quantifizierung der Grenzen werden fortgesetzt und es werden regelmässig Aktualisierungen vorgenommen, wie aus der folgenden Abbildung hervorgeht. Die Einbringung neuartiger Substanzen und die Süswassernutzung wurden 2022 in das Modell aufgenommen.



<https://globaia.org/boundaries> (18.08.2023)

⁹ Die Marge zwischen dem Grenzwert und dem kritischen Schwellenwert ist aus Vorsichtsgründen gerechtfertigt. Aufgrund der noch sehr lückenhaften Kenntnisse ist es äusserst schwierig, die kritischen Schwellenwerte genau zu bestimmen. Der Unsicherheitsbereich rund um den kritischen Schwellenwert kann deshalb sehr gross sein.

Dieser Ansatz ermöglicht es, eine Zusammenfassung des Zustands des Planeten zu präsentieren. Die Entwicklung der menschlichen Gesellschaften darf sich nur innerhalb dieser Grenzen bewegen. Eine Überschreitung der Grenzen würde gewisse ökologische Grundlagen des derzeitigen sozioökonomischen Systems stören, was zu einem radikalen Wandel der menschlichen Gesellschaften führen würde. Die planetaren Grenzen werfen somit auch ethische und politische Fragen bezüglich der zukünftigen Bewohnbarkeit der Erde auf und verweisen damit auf die Verantwortung, die wir gegenüber den heutigen und kommenden Generationen tragen.

Welche Auswirkungen hat eine Überschreitung der Grenzen?

Das Gesamtbild, das sich aus der Betrachtung dieser Grenzen ergibt, zeigt die tiefgreifenden Wechselwirkungen zwischen natürlichen und sozialen Systemen. Die Kopplung zwischen den beiden ist so stark, dass man mittlerweile von einer «sozio-natürlichen» oder «hybriden» Welt sprechen könnte. Diese Feststellung widerspricht dem Dualismus zwischen Mensch und Natur und wirft epistemologische und ontologische Fragen auf:

Aus epistemologischer Sicht: Die Erforschung einer sozio-natürlichen Welt erfordert eine immer grössere Interdisziplinarität. Beispielsweise kann an der Untersuchung eines Ökosystems nicht nur ein Ökologe, sondern auch eine Geografin, ein Umwelthistoriker oder eine Anthropologin beteiligt sein. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit wird durch die starke (typisch moderne) Trennung zwischen Natur- und Humanwissenschaften erschwert.

Aus ontologischer Sicht: Worum es hier geht, ist die grosse Trennung zwischen Mensch und Natur, wobei die Attribute, die dem Wort Anthropozän zugewiesen wurden, gegensätzlich interpretiert werden können (Bonneuil, C. [2014]. *L'Anthropocène et ses lectures politiques. Les Possibles*, 3, 1-7).

- **Das schlechte Anthropozän** ist eine «kritische» (aber nicht unbedingt moralisierende) Perspektive. Man ist der Auffassung, dass die moderne Ontologie unserer heutigen Welt, in der wir leben und die zunehmend hybrid ist, nicht mehr gerecht wird. Es geht nicht darum, ein moralisches Urteil zu fällen (die Moderne ist gut oder schlecht), sondern einfach um die Feststellung, dass wir an die Grenzen dieses Paradigmas stossen, d. h. dass es im Anthropozän nicht mehr funktionsfähig ist.
- **Das gute Anthropozän** ist eine «fortschrittliche» Perspektive. Es wird angenommen, dass das Anthropozän der Beweis ist für die Überlegenheit des Menschen und seine Beherrschung der Natur. Es ist insofern eine Form der Radikalisierung des modernen Denkens, als es einen kontinuierlichen Ersatz des Naturkapitals durch reproduzierbares und technologisches Kapital propagiert und das moderne Vorhaben, «die Grenzen der menschlichen Herrschaft über die Natur zu verschieben» (Francis Bacon in *New Atlantis*) – der künstlichen Umgestaltung der Natur also –, bis zum Äussersten treibt.

Wozu dient dieses «Modell» der planetaren Grenzen?

Die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten sind heute auf globaler Ebene zu spüren. Sie haben ein Ausmass erreicht, das die Funktionsweise des Planeten auf vielfältige Weise verändern kann. Es ist aber schwierig, sich einen Überblick über den Zustand des Planeten zu verschaffen, da jede Problematik isoliert betrachtet wird. Der Gedanke der planetaren Grenzen besteht darin, die wichtigsten gestörten Bereiche (z. B. Kohlenstoffkreislauf, Stickstoff- und Phosphorkreislauf, Biodiversität usw.) zu gruppieren und *gesamthaft* zu betrachten.

Die planetaren Grenzen bilden also einen **konzeptionellen Rahmen**, der es ermöglicht:

- die menschlichen Auswirkungen zu quantifizieren¹⁰,

¹⁰ Es gibt auch andere Instrumente, mit denen dies möglich ist. Andere Indikatoren sind z. B. die Tragfähigkeit, die IPAT-Gleichung und der ökologische Fussabdruck. Im Meadows-Bericht (1972) wurde ein Modell verwendet, um die Grenzen des Planeten hinsichtlich der Auswirkungen des Wirtschaftswachstums zu quantifizieren.

- die Störungen durch den Menschen auf globaler Ebene aus einer systemischen Perspektive zu betrachten,
- über die Gegenwart und Zukunft der Menschheit in einer Welt im Umbruch nachzudenken.

Als Modell ist der konzeptionelle Rahmen der planetaren Grenzen sowohl aus naturwissenschaftlicher als auch aus human- und sozialwissenschaftlicher Sicht kritisierbar und wird auch kritisiert.

Kritik aus der Sicht der Naturwissenschaften

Die wissenschaftliche Kritik bezieht sich vor allem auf die Bewertung der Grenzen, z. B. darauf, ob es Kippunkte im Erdsystem gibt oder nicht.

Kritiken:

Buettel *et al.* (2018) [What is the evidence for planetary tipping points?](#)

Brook *et al.* (2013) [Does the terrestrial biosphere have planetary tipping points?](#)

Montoya *et al.* (2018) [Planetary Boundaries for Biodiversity: Implausible Science, Pernicious Policies](#)

Das Stockholm Resilience Center stellt die [Antwort der Autorinnen und Autoren des Modells](#) der planetaren Grenzen auf diese Kritik vor:

- Zunächst erinnern die Autorinnen und Autoren daran, dass ihre Definitionen der planetaren Grenzen vorläufig sind. Gemeinsam ist ihnen ein kohärenter Ansatz, der darin besteht, nicht-lineare Veränderungen/Kippunkte zu identifizieren, die dramatische Auswirkungen auf die Menschen haben können.
- Gemäss ihrer Aussage ist sich die wissenschaftliche Gemeinschaft einig, dass es starke wissenschaftliche Belege für Kippunkte (1) das Klimasystem, (2) die stratosphärische Ozonschicht, (3) die Chemie der Ozeane (Säuregehalt) und (4) Phosphor gibt.¹¹
- Sie präzisieren, dass Wasser, Land, Verlust der Biodiversität, Stickstoff und Phosphor allesamt «langsame Variablen» im System Erde darstellen. Sie argumentieren nicht, dass es «planetare Kippunkte» für diese langsamen Variablen gibt. Es liegen aber Belege für Kippunkte auf lokaler und regionaler Ebene vor, die zu einem globalen Problem werden, wenn sie gleichzeitig an mehreren Orten der Erde auftreten würden (und dadurch lokale soziale Probleme verursachen und Rückkopplungen auslösen, die regionale und globale Prozesse wie etwa den Wasserkreislauf oder das Klimasystem beeinflussen).

Die Kritik von Montoya *et al.* (2018) bezieht sich insbesondere auf die Grenze in Bezug auf die Biodiversität (Unversehrtheit der Biosphäre). Diese Kritik scheint auf einem Missverständnis des Rahmens der planetaren Grenzen zu beruhen, da die Autorinnen und Autoren nicht behaupten, dass es einen Kippunkt der Biodiversität auf der planetaren Ebene gibt.

Ausserdem wird kritisiert, das Modell eigne sich nur schlecht für die Politik. Diesbezüglich ist darauf hinzuweisen, dass die Forschung zu den planetaren Grenzen in erster Linie dazu dient, die Erdsystemwissenschaften voranzubringen.

Stellt dieses Modell einen nützlichen Rahmen für die Politik dar?

Laut seinen Autorinnen und Autoren könnte das Modell der planetaren Grenzen durch seine Weiterentwicklung zu einem nützlichen politischen Instrument werden. Es soll aber bestehende Ansätze (z. B. Naturschutzpolitik) nicht ersetzen, sondern sie durch die Berücksichtigung von Überlegungen zum System Erde ergänzen. Es handelt sich um einen konzeptionellen Rahmen auf der Ebene des Systems Erde, der auf nachhaltiger Entwicklung und auf dem Ökosystemmanagement auf verschiedenen Ebenen aufbaut und diese unterstützt, aber nicht ersetzt.

¹¹ [Carpenter & Bennett \(2011\)](#) haben gezeigt, dass es aufgrund von Kippunkten in Süswasserökosystemen sowohl eine Grenze für die Meere als auch das Land gibt.

Bis anhin wurden die planetaren Grenzen nur beschränkt politisch genutzt. Dieses Modell ist ein konzeptioneller Rahmen, aber kein Leitfaden für politisches Handeln. Es wirft aber wichtige Fragen zur internationalen Governance (Aykut, 2017; Galaz et al., 2012) und allgemeiner zur ökologischen Demokratie auf (Eckersley, 2004; Bourg, Whiteside, 2010; Bourg et al., 2017). Dazu zählen z. B.:

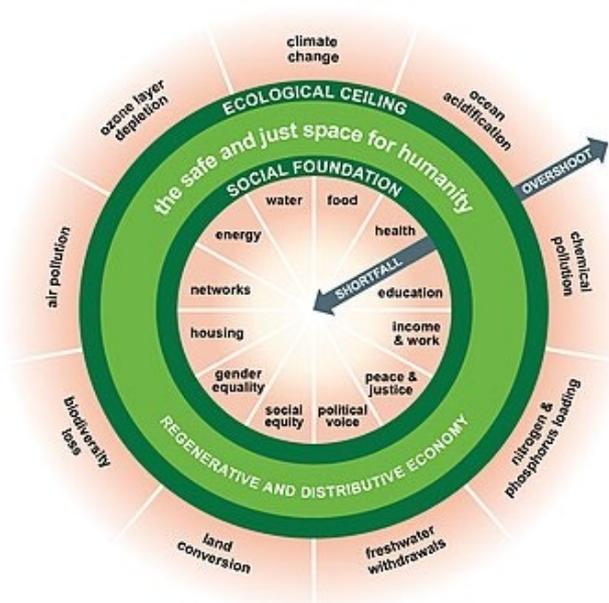
- Müssen internationale Institutionen geschaffen werden, die eine stabile und harmonische Entwicklung zwischen den natürlichen und sozialen Systemen gewährleisten? Auf welchen Rechtsgrundlagen würden diese beruhen?
- Braucht es eine neue internationale und globale Institution für die planetaren Grenzen?
- Oder für jede Grenze?
- Ist es effizienter, die planetaren Grenzen auf nationaler Ebene umzusetzen?

Mehrere Staaten haben ihr Interesse an einer Weiterentwicklung in diese Richtung bekundet. Es wurden Studien in verschiedenen Kontexten durchgeführt: in Schweden, in der Schweiz¹², in Südafrika, in der Europäischen Union oder auch in zwei Regionen Chinas. Auf diesen nationalen Ebenen stellen sich ähnliche Fragen: Sind die planetaren Grenzen mit dem nationalen Rechtsrahmen vereinbar? Die Bereiche der planetaren Grenzen decken sich oft nicht mit den bestehenden nationalen Umweltpolitiken.

Kritik aus der Sicht der Human- und Sozialwissenschaften

Die Theorie der Donut-Ökonomie

Die Theorie der Donut-Ökonomie ist ein konzeptioneller Rahmen (in Form eines Donuts), der das Konzept der planetaren Grenzen mit dem komplementären Konzept der sozialen Grenzen verbindet. Sie wurde von der britischen Ökonomin Kate Raworth entwickelt und ist zu einem Symbol für eine Ökonomie geworden, die den Wohlstand der menschlichen Gesellschaften innerhalb der Grenzen dessen, was der Planet verkraften kann, ermöglichen soll.



Kate Raworth, *Doughnut economics : seven ways to think like a 21st century economist*, Vermont, White River Junction, 2017, S. 254

¹² Das BAFU hat 2015 eine [Pilotstudie](#) in Auftrag gegeben, um abzuschätzen, inwiefern der ökologische Fussabdruck der Schweiz mit den Belastbarkeitsgrenzen des Planeten vereinbar ist. Dabei zeigte sich, dass der ökologische Fussabdruck unseres Landes vor allem in Bezug auf das Klima und die Biodiversität, aber auch die Versauerung der Ozeane und den Stickstoffkreislauf ein kritisches Ausmass erreicht hat.

Der mittlere Ring steht für einen «gerechten und sicheren Raum für die Menschheit»:

Sicher, indem er das Überschreiten von ökologischen «points of no return» vermeidet;

gerecht, indem er jedem Menschen ein gewisses Mass an Gesundheit, Wohlstand, Macht und Teilhabe garantiert.

Der obere Teil des Rings wird durch eine «ökologische Obergrenze» beschränkt, der untere Teil durch soziale Mindestziele wie den Zugang zu Gesundheit, Nahrung oder Bildung.

Verbindung zum Modell des ökologischen Fussabdrucks

Fang (2020) zeigt die wechselseitigen und vorteilhaften Verbindungen zwischen den beiden Konzepten auf: Das Konzept der planetaren Grenzen würde die politische Relevanz des Modells des ökologischen Fussabdrucks stärken, indem es eine Reihe von Konsensschätzungen zur Regenerations- und Absorptionskapazität der Erde auf globaler Ebene liefert. Umgekehrt würde auch das Konzept der planetaren Grenzen vom Fussabdruckmodell profitieren, das genauere und zuverlässigere Schätzungen in Bezug auf den Druck oder die Auswirkungen des Menschen auf die Umwelt ermöglicht.

Quellen

Boutaud & Gondran (2020). *Les limites planétaires*, Paris, La Découverte

[Fang \(2020\) Understanding the Complementarities of Environmental Footprints and Planetary Boundaries](#)

<https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/ressourcenverbrauch.html>

Zur Theorie der Donut-Ökonomie vgl. zum Beispiel [Usbek et Rica](#) oder <https://www.cairn.info/revue-gestion-2019-2-page-46.html> oder <https://www.letemps.ch/economie/theorie-donut-repenser-leconomie>

[BAFU – Die planetaren Belastbarkeitsgrenzen – und was sie für die Zukunft der Menschheit bedeuten](#)

Dominique Bourg stellt die planetaren Grenzen vor: [Teil 1](#) und [Teil 2](#) (Französisch)

«Breaking Boundaries: The Science of Our Planet» (von Jon Clay, 2021) auf Netflix