

Klimawandel
Rohstoffknappheit
Versorgungsengpässe bei Nahrungsmitteln
Staatsverschuldung

—

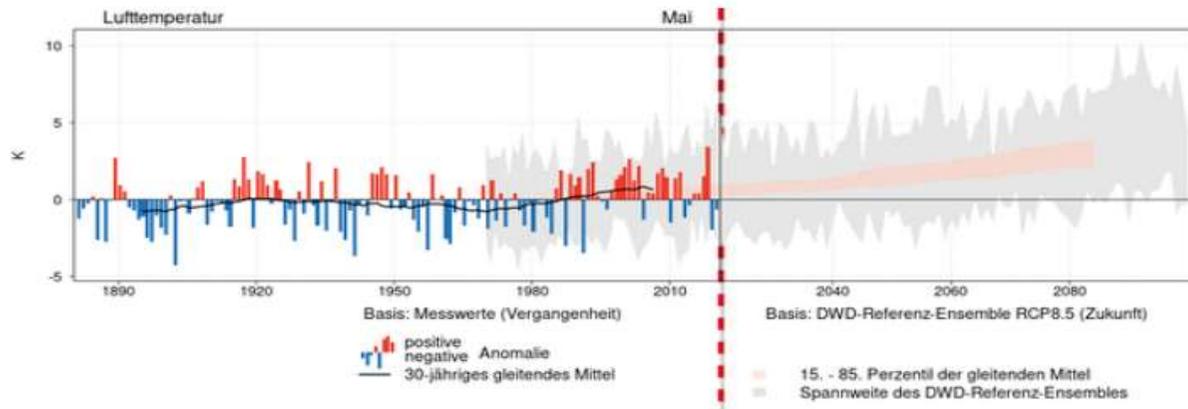
ein Szenario für das Jahr 2050

Michael Has

Agenda

- Klimaentwicklung
- Adaptive Zyklen
- Das Sozialökologische System (SES)
- Versorgungsengpässe für Nahrung
- Versorgung mit Rohstoffen und Energie
- Handlungsrahmen

Temperaturentwicklung



Durchschnittstemperatur in Deutschland
(Deutscher Wetterdienst, 2024)

2020-2030: CO₂ bis 2030 437 ppm => Erwärmung ~ 1,6 °C im globalen Durchschnitt. Lokal bis zu 8 °C .

2030-2050: Emissionsmaximum ~2030 => Erwärmung von 2,4 °C bis 2050

Aber: auftauende Moore etc. => weitere Erwärmung um 0,6 °C

=> Durchschnittserwärmung bis 2050: ~ 3 °C

5% - Szenario Erwärmung > 3,5-4 °C

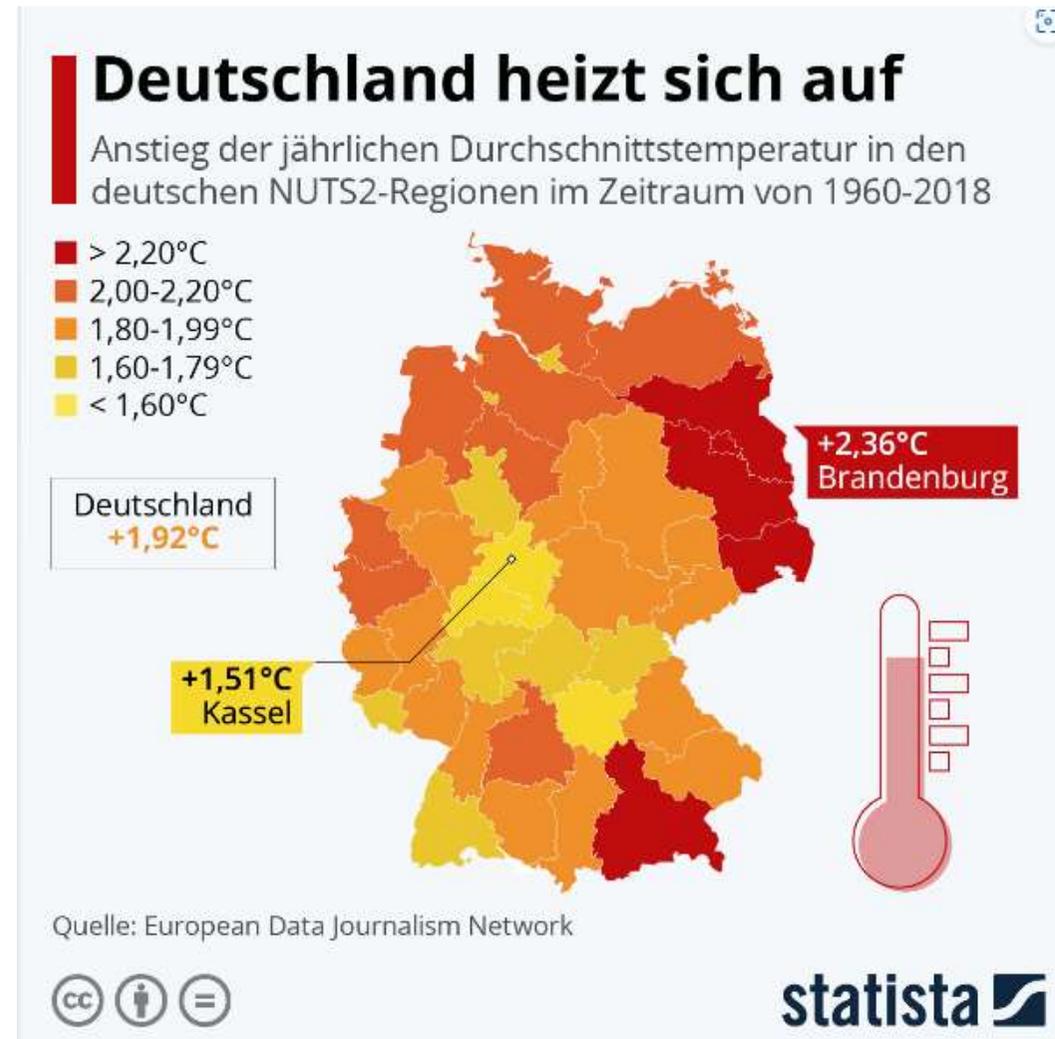
Kipppunkte zum Teil überschritten

=> Extremwetterlagen nehmen zu; Wetterverhalten chaotisch

(Xu & Ramanathan (2017))

Temperaturangaben sind Durchschnittswerte ...

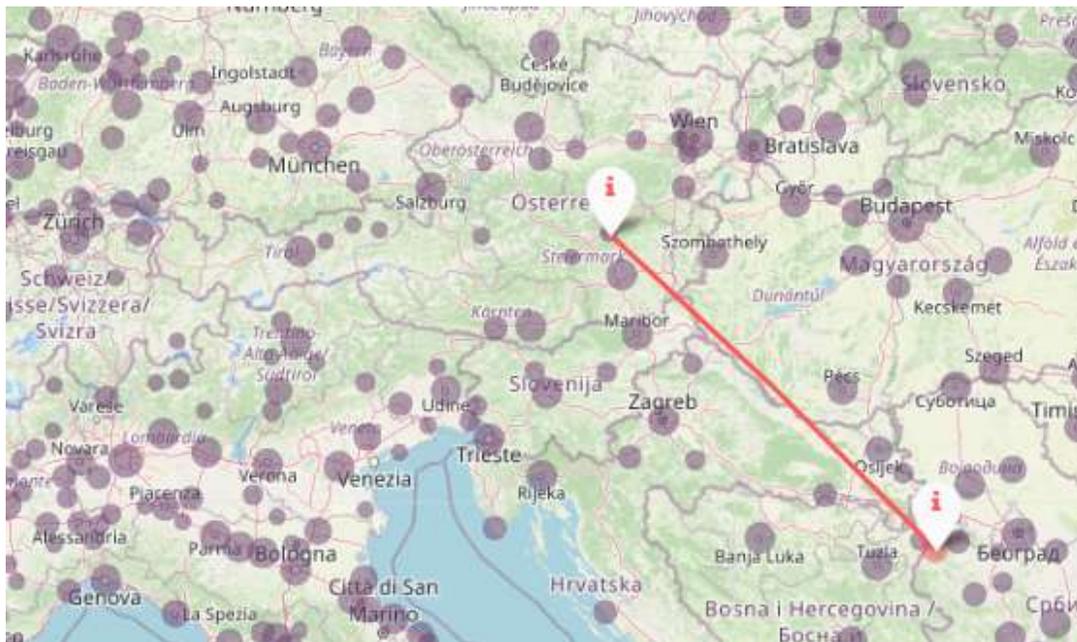
Im Detail unterscheiden sich Entwicklungen massiv.



<https://de.statista.com/infografik/25571/anstieg-der-jaehrlichen-durchschnittstemperatur-in-Deutschland/>

Was wird für Leoben (Bruck an der Mur) erwartet?

What will climate feel like in 60 years?



Selected City

Bruck an der Mur, Austria

For high emissions, summers in Bruck an der Mur, Austria are expected to be 7.2°C (12.9°F) warmer and 13.5% drier. Winters are expected to be 5.6°C (10.1°F) warmer and 13.4% wetter.

Vegetation type: **Temperate Conifer Forests**

Best Climate Analog

Prnjavor, Central Serbia, Serbia

Climate conditions most similar to Bruck an der Mur, Austria's climate in 2080 can be found today in Prnjavor, Central Serbia, Serbia.

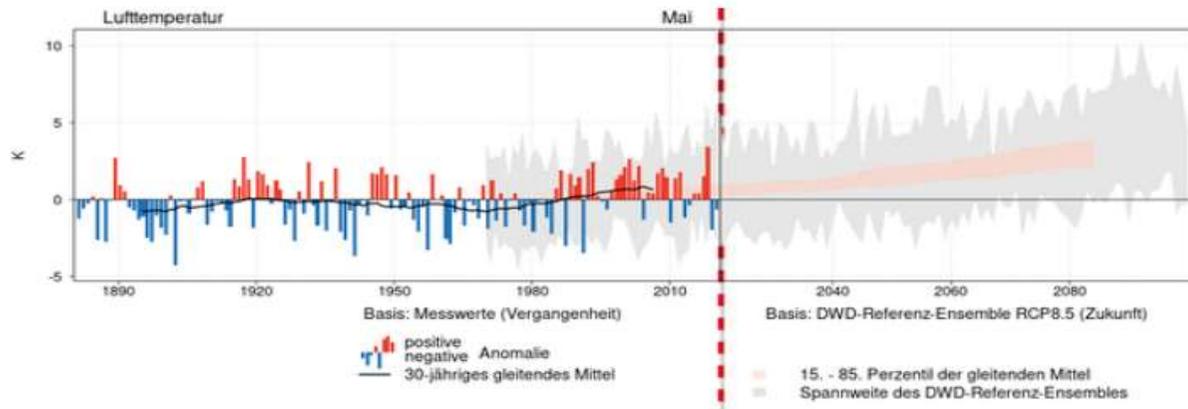
Vegetation type: **Temperate Broadleaf and Mixed Forests**



Standortklima Bruck - (<https://fitzlab.shinyapps.io/cityapp/>)

Vorhersage in 60 Jahren => Infrastrukturplanung, Versicherungskonzepte nötig
Der Wald braucht Zeit sich umzubauen, veränderte Tierwelt, veränderte Nahrungsketten ..

Temperaturentwicklung



Durchschnittstemperatur in Deutschland
(Deutscher Wetterdienst, 2024)

2020-2030: CO₂ bis 2030 437 ppm => Erwärmung ~ 1,6 °C im globalen Durchschnitt. Lokal bis zu 8 °C .

2030-2050: Emissionsmaximum ~2030 => Erwärmung von 2,4 °C bis 2050

Aber: auftauende Moore etc. => weitere Erwärmung um 0,6 °C

=> Durchschnittserwärmung bis 2050: ~ 3 °C

5% - Szenario Erwärmung > 3,5-4 °C

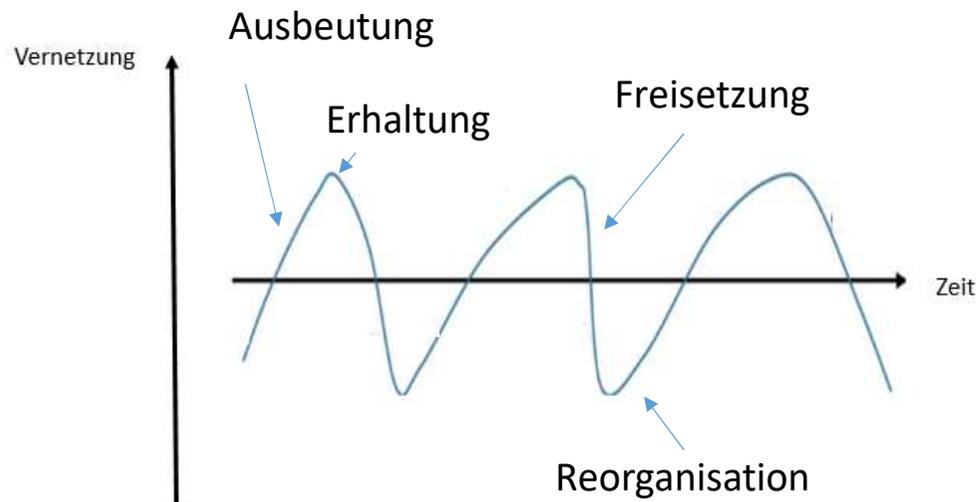
Kipppunkte zum Teil überschritten

=> Extremwetterlagen nehmen zu; Wetterverhalten chaotisch

(Xu & Ramanathan (2017))

Was sind Kipppunkte?

Modellvorstellung der adaptiven Zyklen



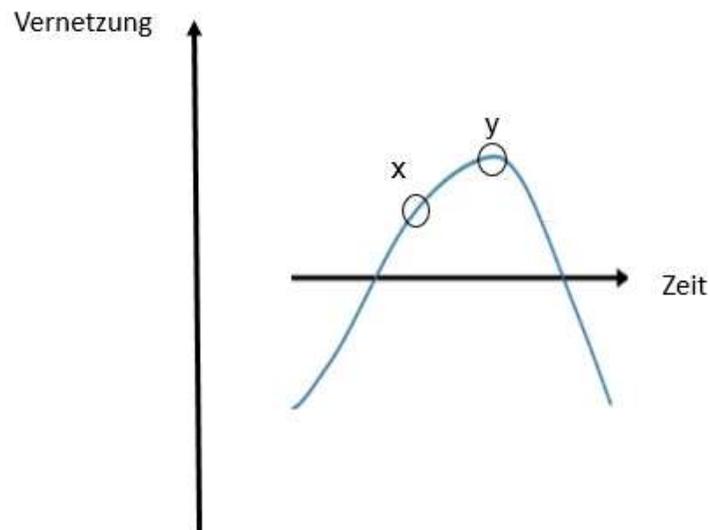
Vernetzung ist hier ein Ausdruck von Rohstoff- und Energieverbrauch

Hollings Theorie der **Adaptiven Zyklen** besagt, dass komplexe Systeme wie Ökosysteme oder auch soziale Systeme wiederkehrende Phasen durchlaufen.

Diese Anpassungszyklen umfassen vier Phasen: Ausbeutung (Wachstum), Erhaltung (Stabilität), Freisetzung (Zusammenbruch) und Reorganisation (Innovation).

(Holling (1973))

Was sind Kippunkte?



Im Kontext der Pariser Verträge sind Grenzwerte in komplexen Systemen (x) Werte, mit denen die Menschheit Erfahrung hat - bei deren Überschreiten ein Bereich „betreten“ wird, bei der das Verhalten des Sozial-Ökologischen Systems (SES) nicht vorhersehbar ist.

Kippunkte (y) sind die Schwellenwerte, bei denen sich das System von einem stabilen Zustand zu einem anderen dramatisch verändert, oft als Reaktion auf sich langsam entwickelnde Veränderungen.

Beim Überschreiten der Kippunkte geht das SES in einen chaotischen, d.h. nicht mit den beobachteten Gesetzmäßigkeiten des vorherigen Systems steuerbaren Zustand über, häufig mit weitreichenden und eventuell irreversiblen Folgen.

(Lenton et al., (2008))

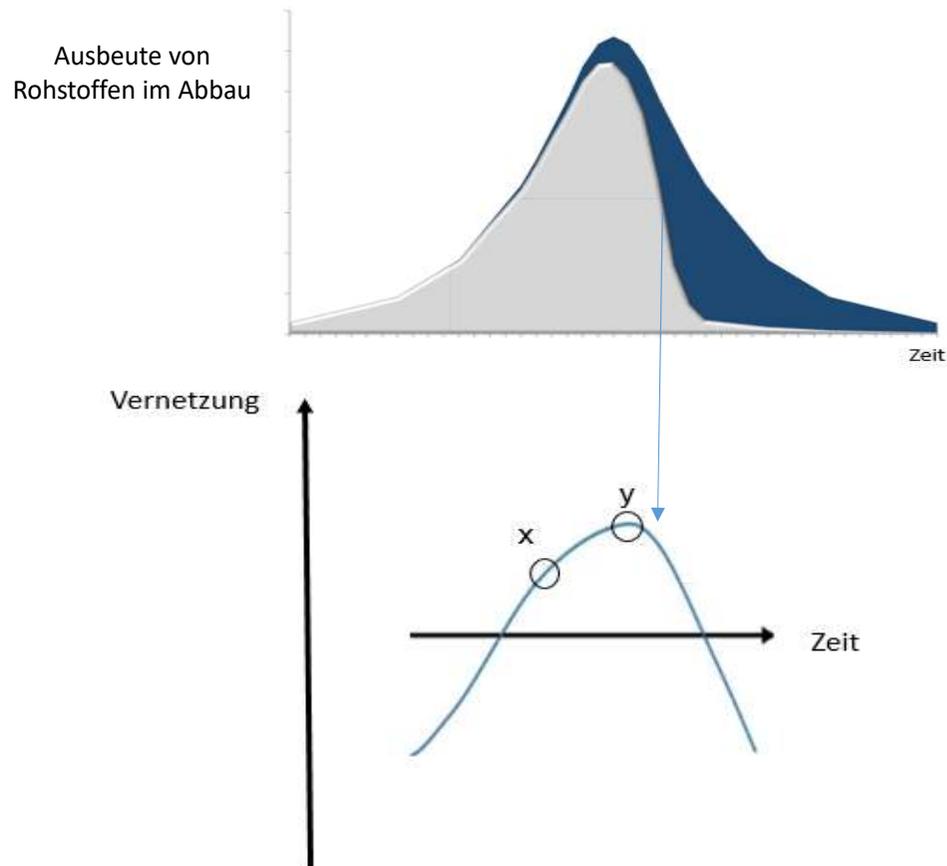
Das Sozial-Ökologische System

Der Begriff des sozial-ökologischen Systems (SES) wurde geprägt, um die enge Wechselwirkung zwischen sozialen und ökologischen Komponenten zu betonen, die sich gemeinsam entwickeln und anpassen.

Er geht auf Marx zurück und wurde in der Resilienzforschung vor allem von Elinor Ostrom und Carl Folke in den 1990er Jahren weiterentwickelt, um komplexe Systeme zu beschreiben, bei denen ökologische und soziale Prozesse miteinander verwoben sind und durch Feedback-Mechanismen sowie Grenzwerte miteinander interagieren.

(Folke, (2006); Ostrom, (2009))

Gesellschaftlicher Metabolismus



Man kann sich ein System vorstellen, dass, um überleben zu können, mit **Rohstoffen und Energie** ernährt wird – deswegen wird auch vom **gesellschaftlichen Metabolismus** gesprochen.

(Marx, K. (1867); Weizsäcker, E. U. (2002))

In dem Sinn kann man die **Verfügbarkeit von Rohstoffen und Energie** mit der Intensität des gesellschaftlichen Metabolismus und mit Kippunkten verknüpfen

(Hubbert (2002))

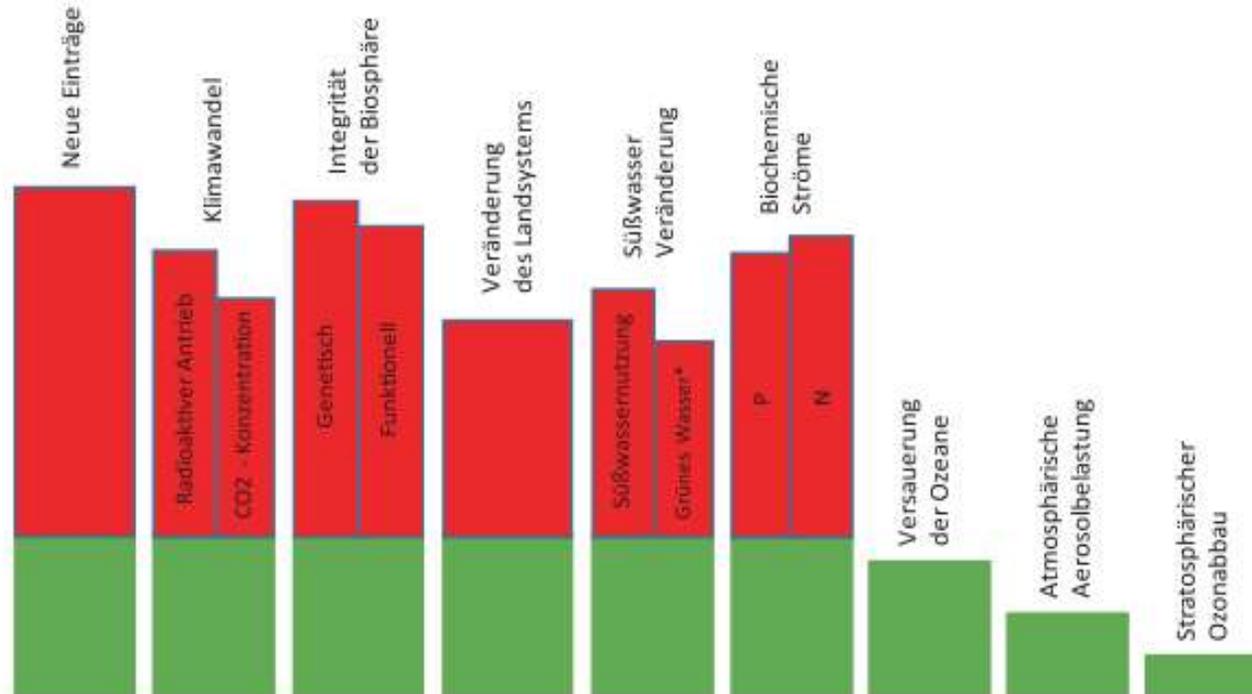
Wenn das SES keine Nahrung mehr hat bricht es zusammen – es kollabiert.

(Hollings (1973))

Der Zeitraum, den ein Kollaps benötigt kann kurz in historischen Maßstäben sein.

(z.B. Tainter (1998))

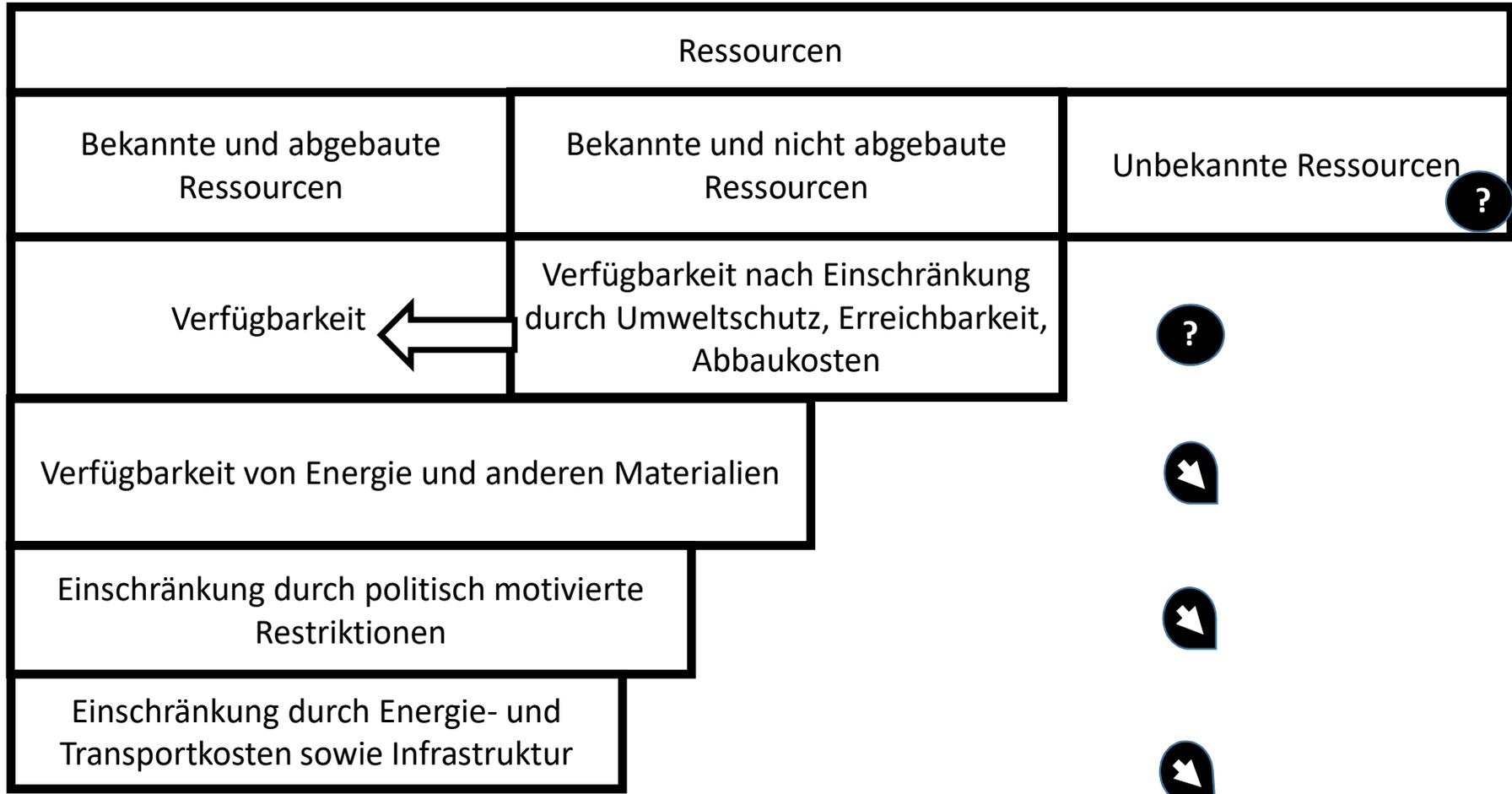
Planetary Boundaries



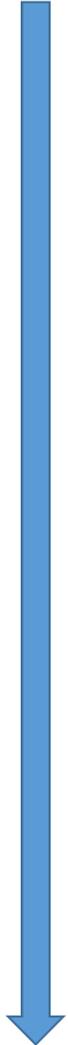
6 von 9 der bekannten Planetary Boundaries sind jenseits der Grenzwerte.

(Richardson et al (2023))

Verfügbarkeit



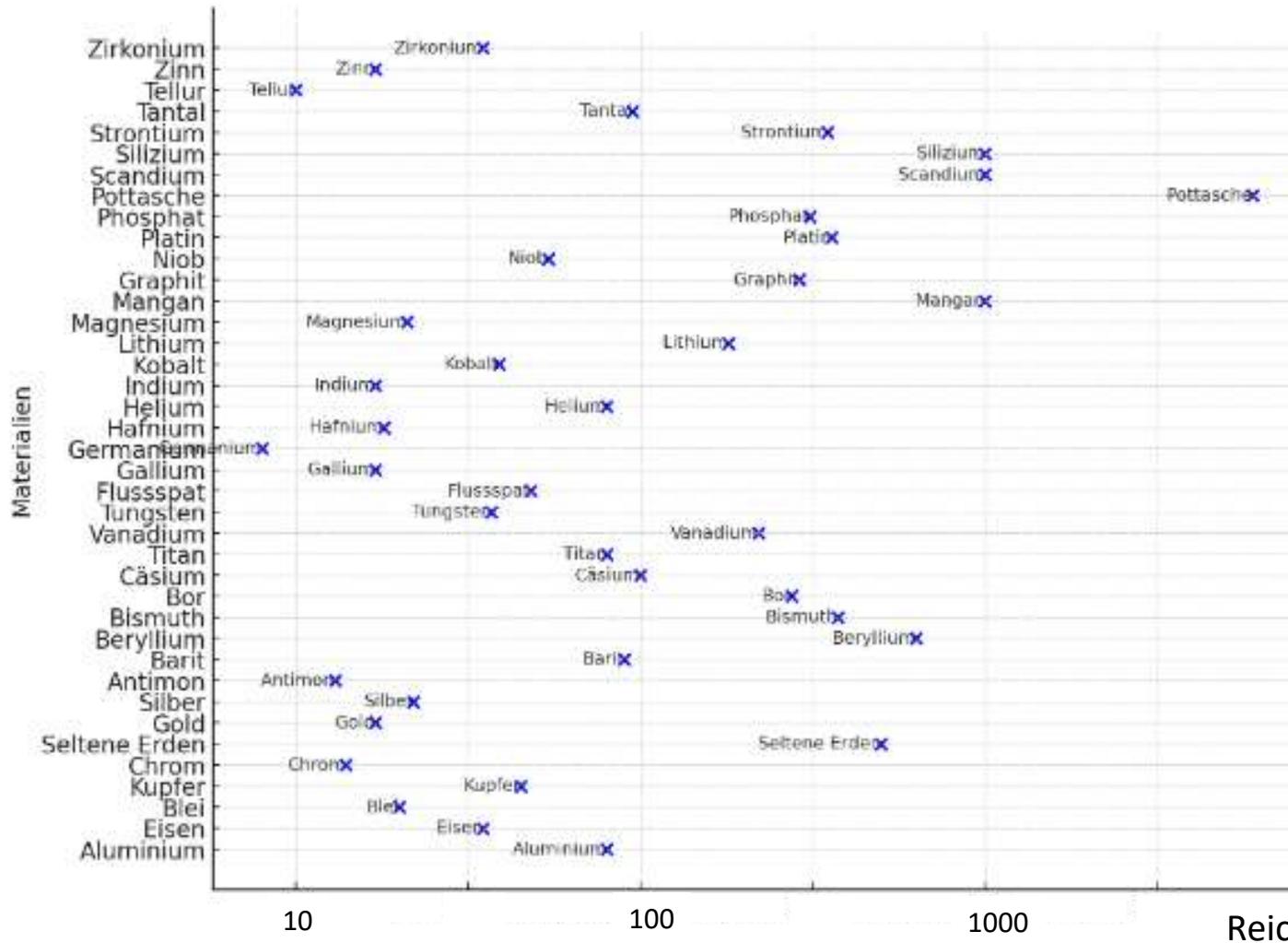
Limitationen



Beschränkender Effekt; ? unklarer Effekt



Verfügbarkeit von mineralischen Rohstoffen

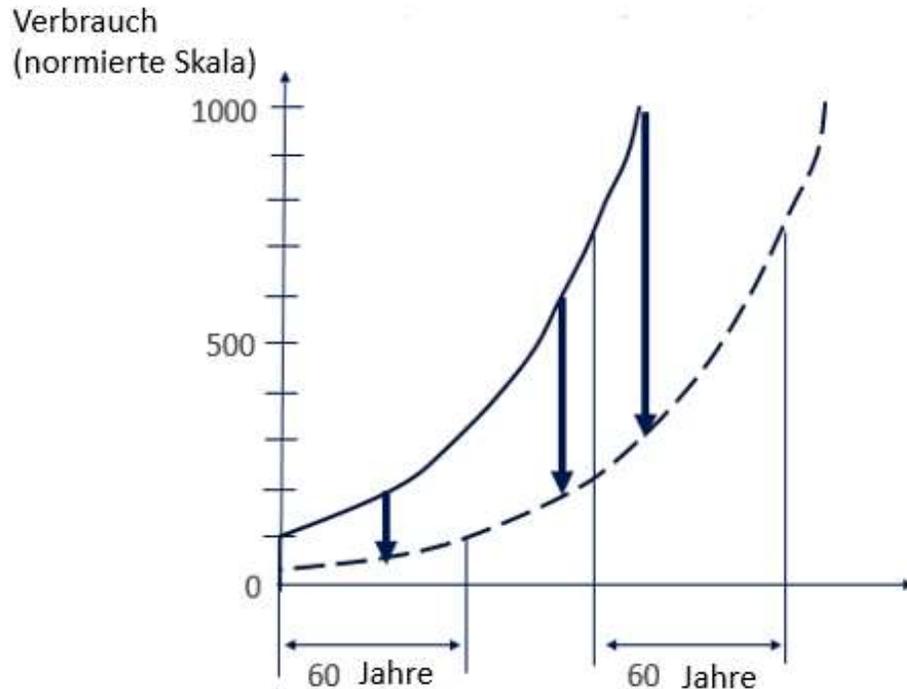


$$\text{Reichweite} = \frac{\text{Bekannte Vorräte}^*}{\text{Jährlicher Verbrauch}^*}$$

Politische Effekte und logistische Engpässe wurden hier nicht berücksichtigt.

(*USGS (2024))

Recycling



Reichweite der Rohstoffe“, also der Zeit, in der diese Rohstoffe noch zur Verfügung stehen. Die resultierende Angabe von Jahren soll die Kriterien

1. Verfügbarkeit
2. Abbau- und Produktionsrate
- 3. Recycling bzw. Recyclingraten**
4. Neue Entdeckungen und Technologien (vor allem zur Steigerung der Effizienz bei allen Aspekten der Versorgung)
5. Nachfrageentwicklung

(Hubbert (2002))

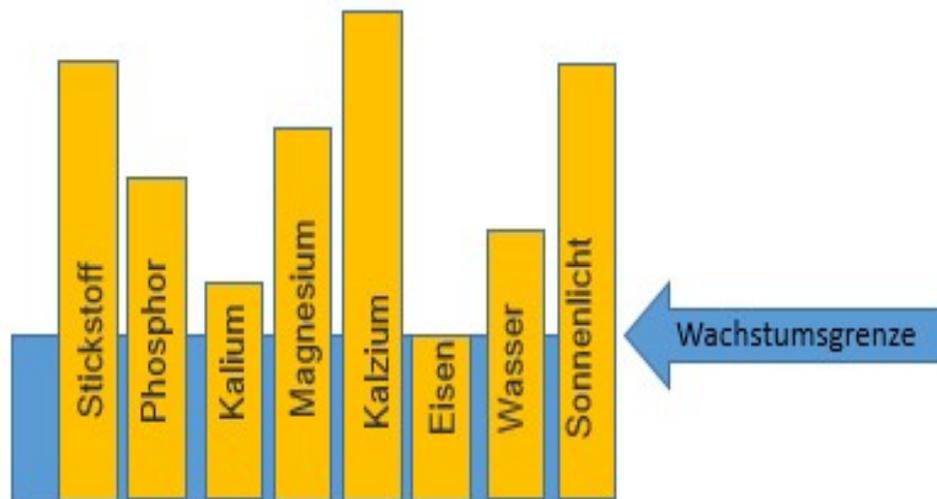
(Grosse, F. (2010))

Versorgung mit Energie

Energieträger	Verfügbarkeit der Vorräte	Literaturquellen
Erdgas	49 Jahre	US Geological Survey (USGS) (2023) World Oil Resources; British Petroleum (BP) (2023):
Erdöl	52 Jahre	US Geological Survey (USGS) (2023) World Oil Resources International Energy Agency (IEA) 2023-IEA Oil Market Report
Steinkohle	142 Jahre	US Geological Survey (USGS) (2023) Mineral Commodity Summaries 2023: Coal International Energy Agency (IEA) (2023)- IEA Coal Market Report
	47	Statista (2012)
Braunkohle	400 Jahre	US Geological Survey (USGS) (2023) Mineral Commodity Summaries 2023: Coal International Energy Agency (IEA) (2023) IEA Coal Market Report British Petroleum (BP) (2023) World Coal Association

Die Versorgung mit Energieträgern für fossile Energie – die auch ein Rohstoff für viele Substanzen sind - ist limitiert.

Versorgung mit Nahrungsmitteln



Das Liebigsche / Mitscherlichs Gesetz

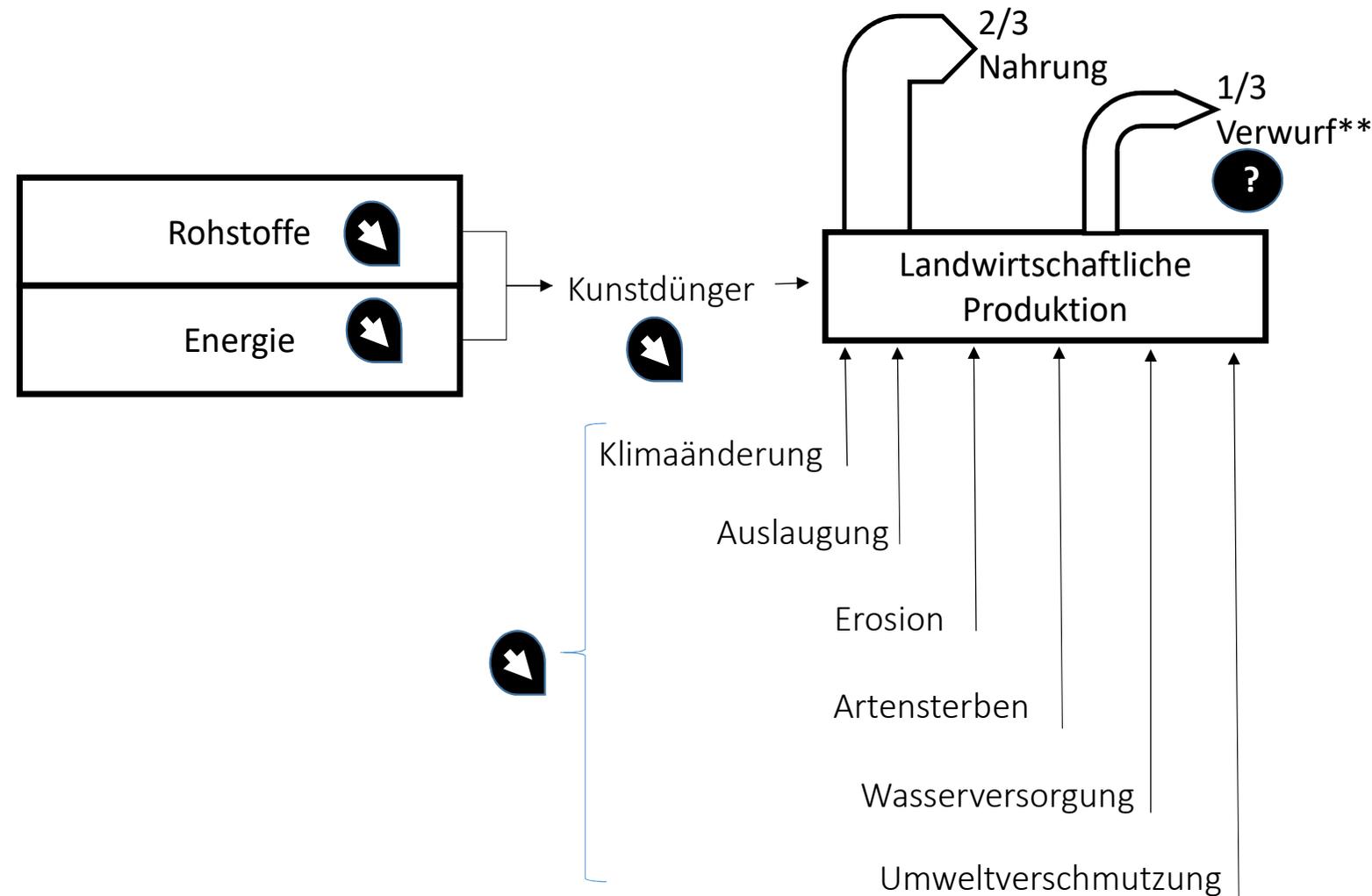
Maria Helena Samedá, Expertin für Ressourcenschutz bei der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) und spätere stellvertretende Generalsekretärin, warnte im Herbst 2014 vor einem drohenden Zusammenbruch der landwirtschaftlichen Versorgung.

„Noch 60 Ernten, dann ist Schluss!“

Es wird, so die Vorhersage, *keinen plötzlichen Schwund der Nahrungsmittelversorgung geben, sondern eine **graduelle langsame Verknappung***

(Samedo, M. (2014), Mitscherlich, E. A. (1909))

Versorgung mit Nahrungsmitteln (D)



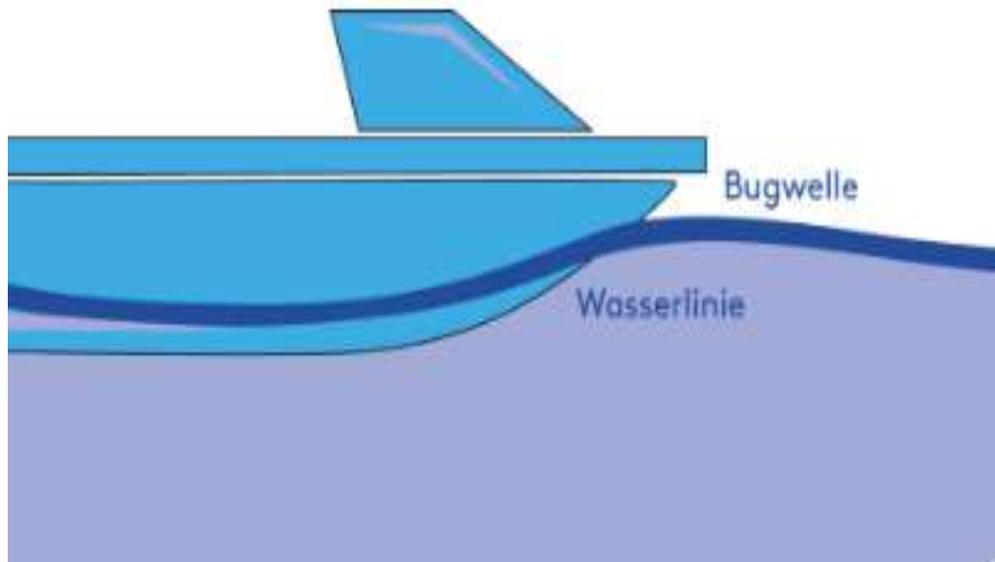
Die landwirtschaftliche Versorgung ist bereits heute hocheffizient. Heute ernährt ein Landwirt in Deutschland statistisch gesehen rund 135 Menschen. Im Vergleich: etwa 10 Menschen direkt nach dem Zweiten Weltkrieg*

Die Landwirtschaft wird zudem mit der Produktion von Ersatz von anderen Rohstoffen belastet.

** Der Anteil ist weltweit fast konstant – die Gründe für den Verwurf unterscheiden sich.

*Deutscher Bauernverband e.V. (2021)

Versorgung

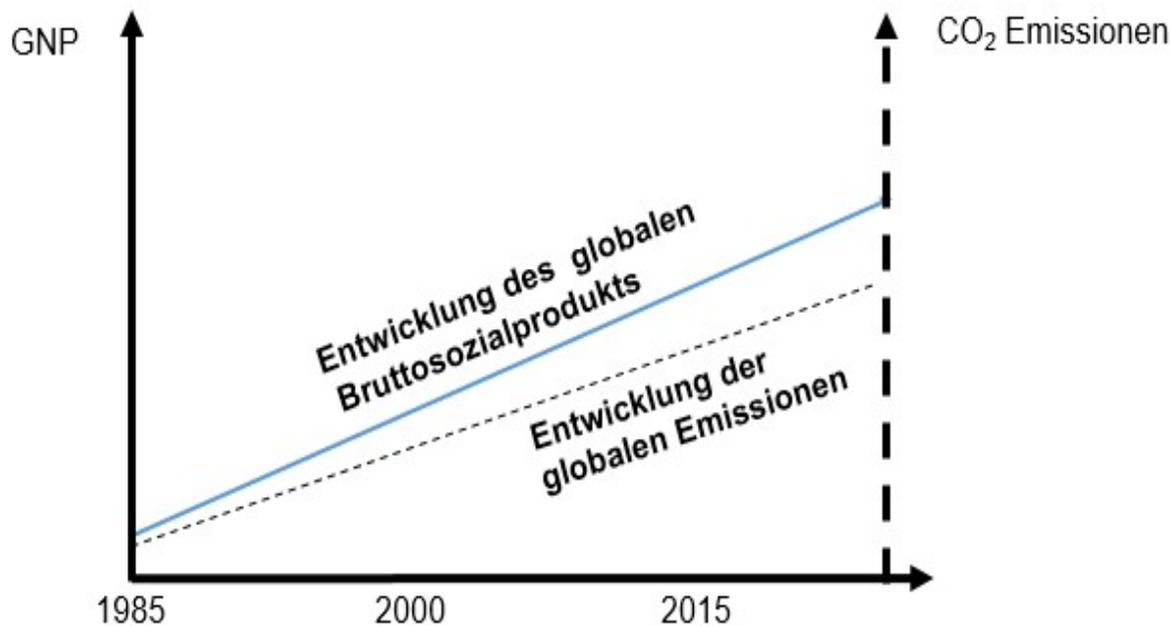


Wann die (wirtschaftlichen) Effekte der Verknappung sichtbar werden, ist schwer zu sagen – es darf angenommen werden, dass Effekte durch Versorgungslücken (z.B. Preiserhöhung und Lieferprobleme) bereits sichtbar sind.

Metapher:

die Bugwelle entsteht bereits *vor* dem Schiff – ihr Ort und ihre Höhe ist neben der Größe des Schiffes *auch* abhängig von der Geschwindigkeit des Schiffes.

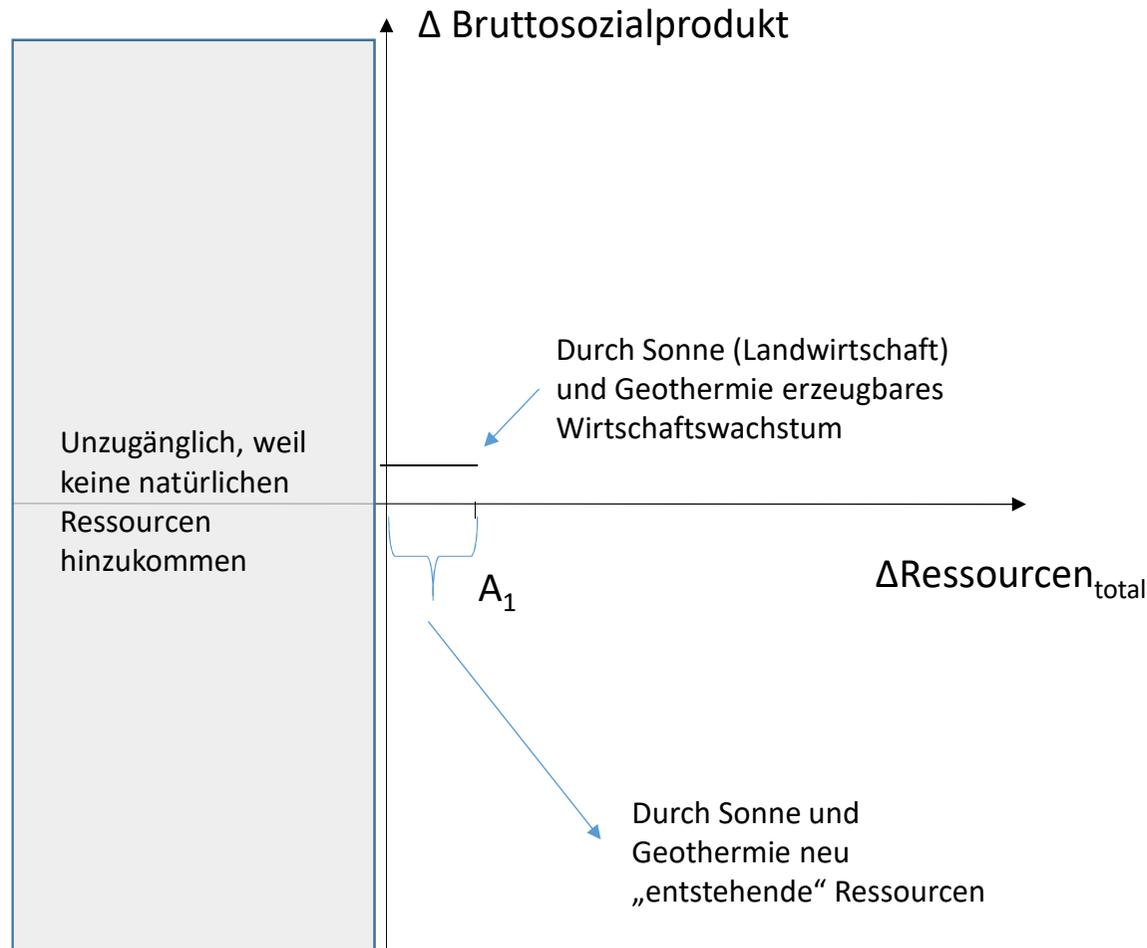
Handlungsrahmen



Während sich im globalen Norden die Entkopplung zwischen BIP und CO₂-Emissionen positiv bemerkbar macht ist dies in den Schwellenländern noch nicht der Fall.

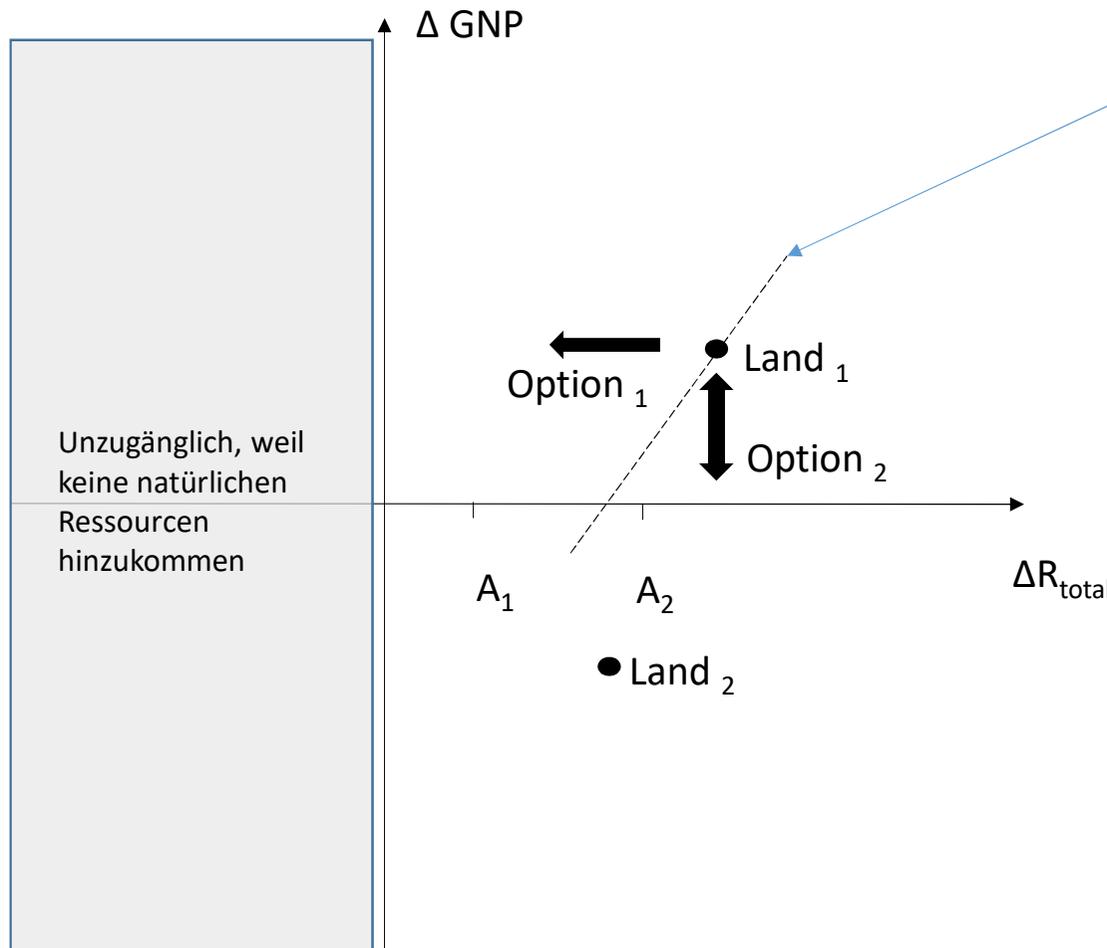
Wenn die Subventionspolitik und die Bewertung des Fortschritts sich weiterhin am Verbrauch orientieren ist eine Entwicklung zu lasten der Umwelt unvermeidlich.

Handlungsrahmen



- Die Landwirtschaft ist bereits sehr effizient – sie nutzt die lokal durch die Natur zur Verfügung gestellten Ressourcen A_1 .
- Mit dem Einsatz von Kunstdünger und Energie lässt sich die Ertragsmenge erhöhen.
- Die bewirtschaftbare Fläche ist in Europa kaum noch zu erweitern
- Die Landwirtschaft wird zudem mit der Produktion von Industrierohstoffen betraut (Biodiesel, Ethanol, Zellulose ..)
- Bereits oben wurde gezeigt, dass die landwirtschaftliche Leistungsfähigkeit eher nicht steigt
- Um landwirtschaftliche Produkte abzubauen sind Ressourcen (Metalle, Treibstoff, ..) nötig
(Has (2024))

Handlungsrahmen



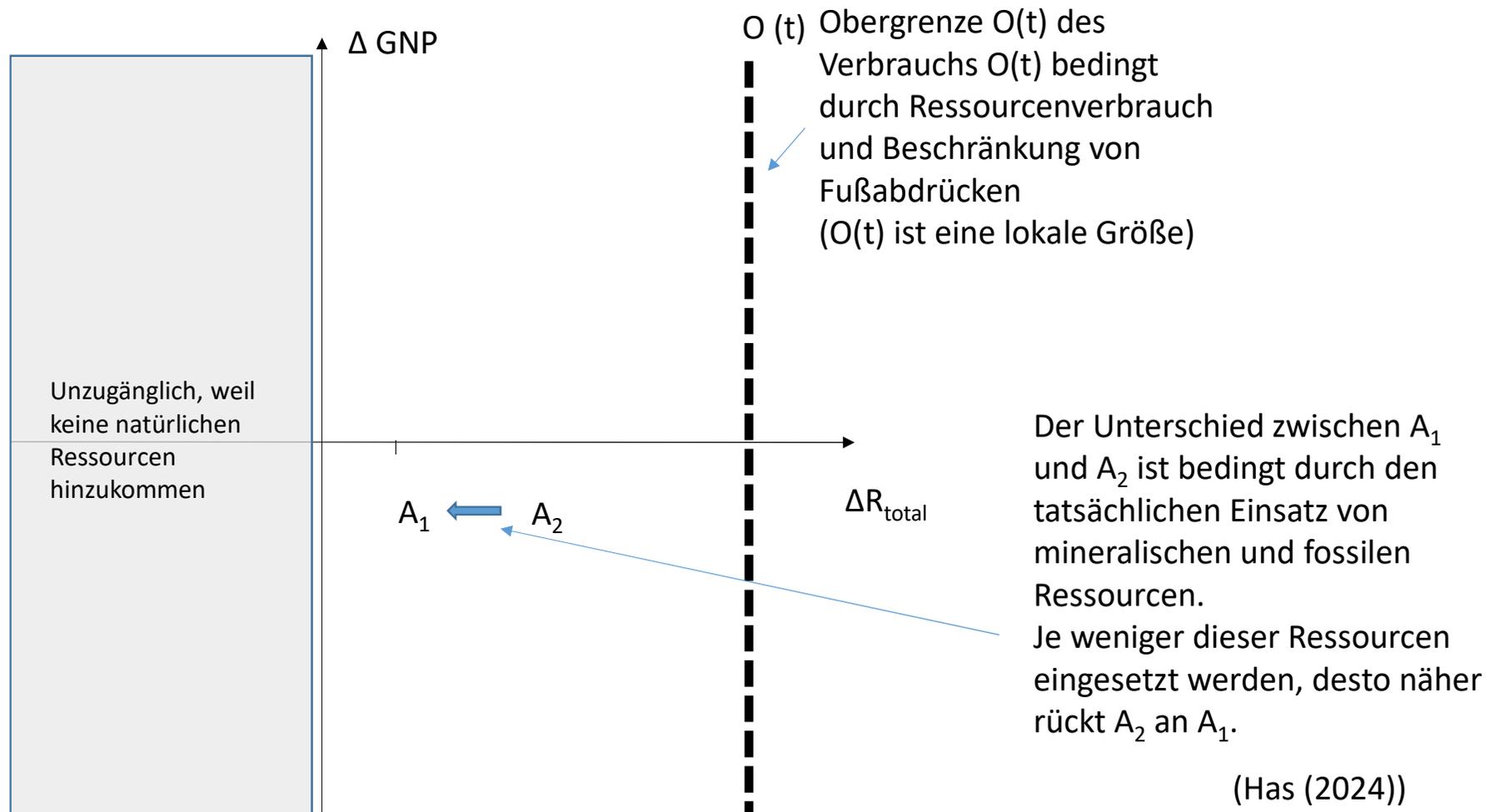
In aller Regel gilt, dass mit mehr eingesetzten Ressourcen (A_2) ein wachsendes Wirtschaftswachstum einhergeht

Natürlich sind die entsprechenden Resultate regional unterschiedlich und stellen eine lokale Situation für die Bewirtschaftung dar.

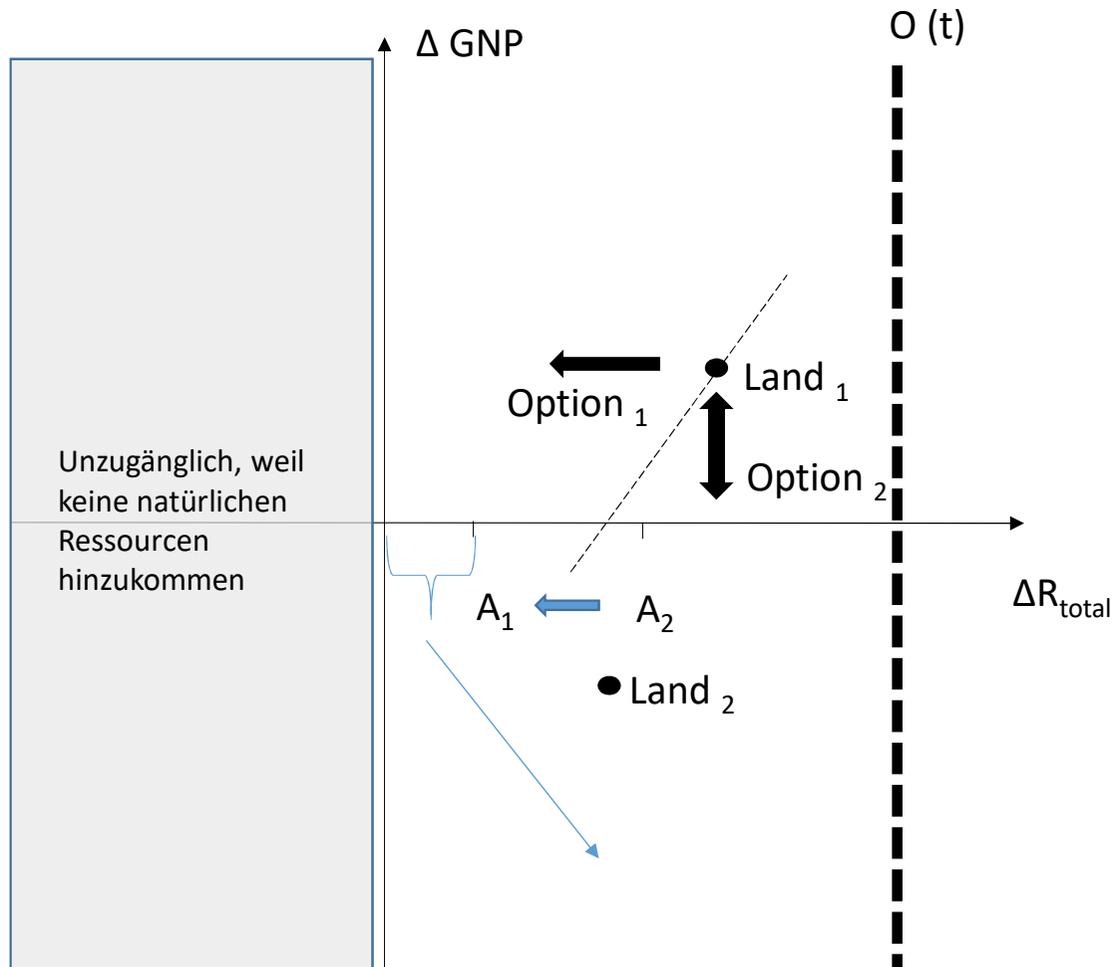
Das erwirtschaftete Bruttosozialprodukt ist also in diesem Zusammenhang die Summe dessen, was aus der Natur bezogen wird und dessen, was sich aus der Verarbeitung von mineralischen und fossilen Rohstoffen ergibt.

(Has (2024))

Handlungsrahmen



Handlungsrahmen



=>

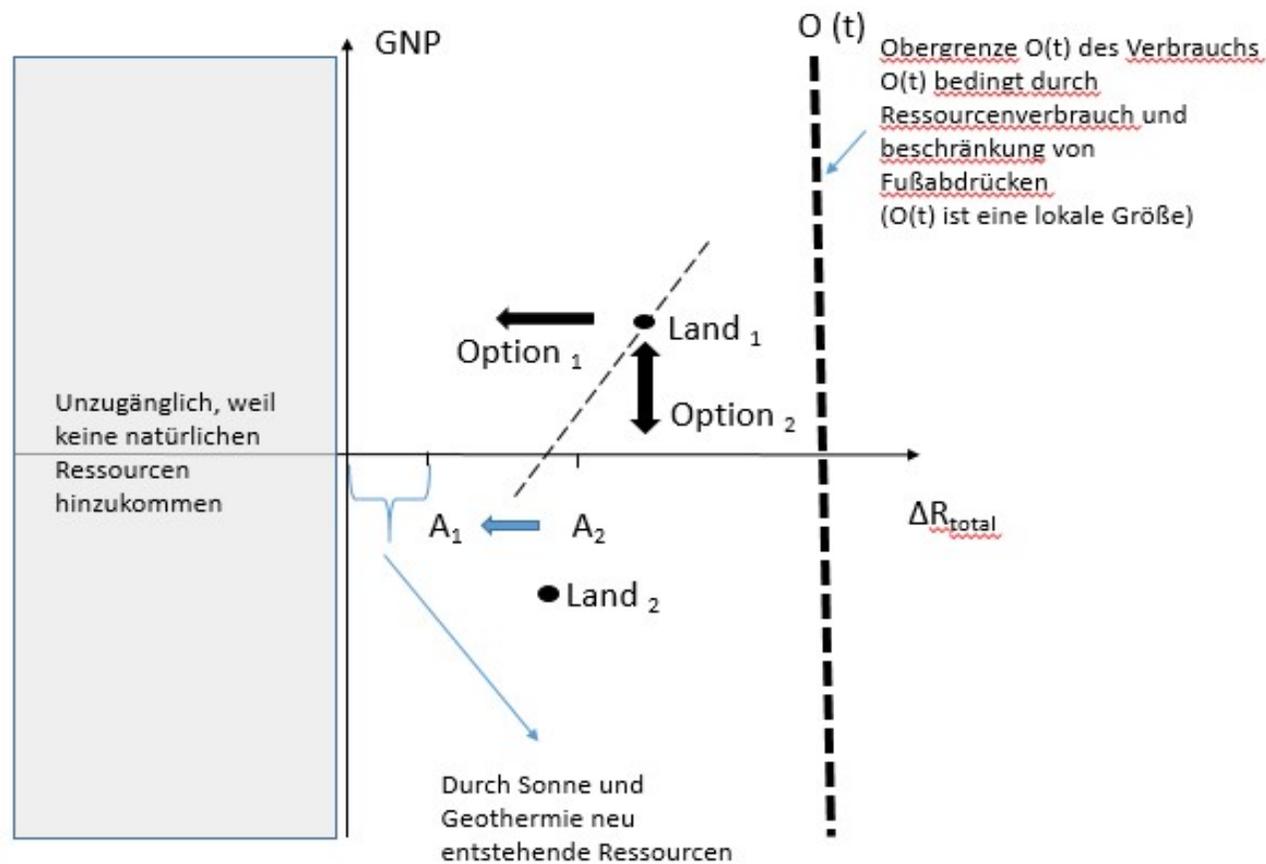
- $O(t)$ rückt zwangsläufig mit der Zeit nach links auf A1 zu
- Ein vorsichtiger Einsatz von Ressourcen verlangsamt die Wanderung von $O(t)$ nach links

Eine der Handlungsoptionen für die Kulturen ist die Umdefinition von Wohlstand auch nach den Konzepten

- Degrowth
- Postgrowth
- Green Growth

(Has (2024))

Handlungsrahmen



=> Sparen

Konzepte:

Degrowth

Postgrowth

Green Growth

(Has (2024))

Konzepte für die Umstellung der Wirtschaft

Degrowth:

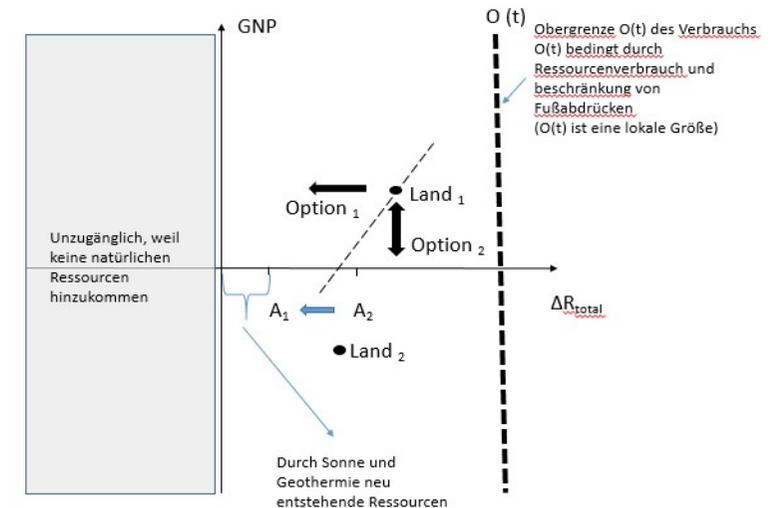
Degrowth setzt auf die **bewusste Verlangsamung von Produktion und Konsum** bzw. der Reduktion von ökonomischem Wachstum, um die Umweltbelastung zu minimieren und soziale und ökologische Gerechtigkeit zu fördern.

Postgrowth:

Die Postwachstums-Theorie strebt keine absichtliche Reduzierung der Wirtschaft an. Stattdessen konzentriert sie sich auf **qualitatives Wachstum, das das gesellschaftliche Wohlergehen steigert, ohne den Verbrauch zu erhöhen**. Dieser Ansatz betont die nachhaltige Produktion und den ethischen Konsum innerhalb ökologischer Grenzen. Im Gegensatz zu Degrowth strebt das Postgrowth-Modell eine wirtschaftliche Stabilität an, die nicht von konstantem Wachstum abhängig ist.

Green Growth:

Green Growth strebt nach nachhaltigem Wachstum durch technologische Innovationen und umweltfreundliche Reformen. Innovationen in Bereichen wie erneuerbare Energien und Ressourceneffizienz, um die Umweltbelastung zu reduzieren, ohne auf wirtschaftliches Wachstum zu verzichten.



Zusammenfassung

Letztlich sollte man immer davon ausgehen Fehler gemacht zu haben

Aber:

- Es ist sehr unwahrscheinlich, dass alle der getroffenen Aussagen falsch sind.

Selbst, wenn der Klimawandel in seiner Wirkung auf zB Infrastruktur und Demografie überschätzt würde, rechtfertigt jede einzelne der Aussagen eine vorsichtigere Nutzung von Ressourcen.

- Ein Schlüssel zu einer veränderten Wirtschaftsweise wäre die Steuerung der Wirtschaft nach anderen Prämissen – insbesondere nach einer anderen Definition von Wohlstand und in der Folge des Bruttosozialprodukts als Leitgröße.

Die Konzepte dafür werden in verschiedenen Formen seit einigen Jahrzehnten diskutiert (z. B. Gross National Happiness (Buthan), Ergebnisse der Stiglitz Kommission))

Zusammenfassung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Quellen:

- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253-267.
- Grosse, F. (2010). Is recycling “part of the solution”? The role of recycling in an expanding society and a world of finite resources. *S.A.P.I.EN.S - Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society*, 3(1).
- Has, M., 2024: Grenzen von Nachhaltigkeit und Ecodesign, de Gruyter und: Sustainable Products, 2nd Edition, de Gruyter
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23.
- Lenton, T. M., et al. (2008). Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(6), 1786-1793.
- Marx, K. (1867). *Das Kapital: Kritik der politischen Ökonomie*.
- Mitscherlich, E. A. (1909). Das Gesetz des Minimums und das Gesetz des abnehmenden Bodenertrags. *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, 38, 537-552.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422.
- US Geological Survey (USGS) (2023) Mineral Commodity Summaries 2023
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S., Donges, J., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T.O., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., Petri, S., Porkka, M., Rahmstorf, S., Schaphoff, S., Thonicke, K., Tobian, A., Virkki, V., Lang-Erlandsson, L., Weber, L., Rockström, J., Earth beyond six of nine planetary boundaries *SCIENCE ADVANCES*, Sci. Adv. 9, eadh2458 (2023)
- Semedo, M.-H. (2014). Noch 60 Ernten, dann ist Schluss! *The Guardian*. Retrieved July 31, 2024, from <https://www.theguardian.com/environment/2014/dec/05/global-soil-crisis-erosion-reduction-summit>
- Deutscher Bauernverband e.V. (2021). Situationsbericht. Abgerufen von <https://www.bauernverband.de>
- Weizsäcker, E. U., & Becker, M. W. (2002). Factor Four: Doubling Wealth – Halving Resource Use.
- Xu, Y., & Ramanathan, V. (2017). Well below 2 °C: Mitigation strategies for avoiding dangerous to catastrophic climate changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(39), 10315-10323. <https://doi.org/10.1073/pnas.1610446114>