

# Das „Anthropozän“ und Planetare Grenzen



*Zukunftswerkstatt Jena – Sommer 2015*

# Plan

## 1. Das „Anthropozän“

1.1 Klima und Menschheit

1.2 Die Große Beschleunigung

## 2 Planetare Grenzen

2.1 Kritische Schwellwerte

2.2 Planetare Grenzen

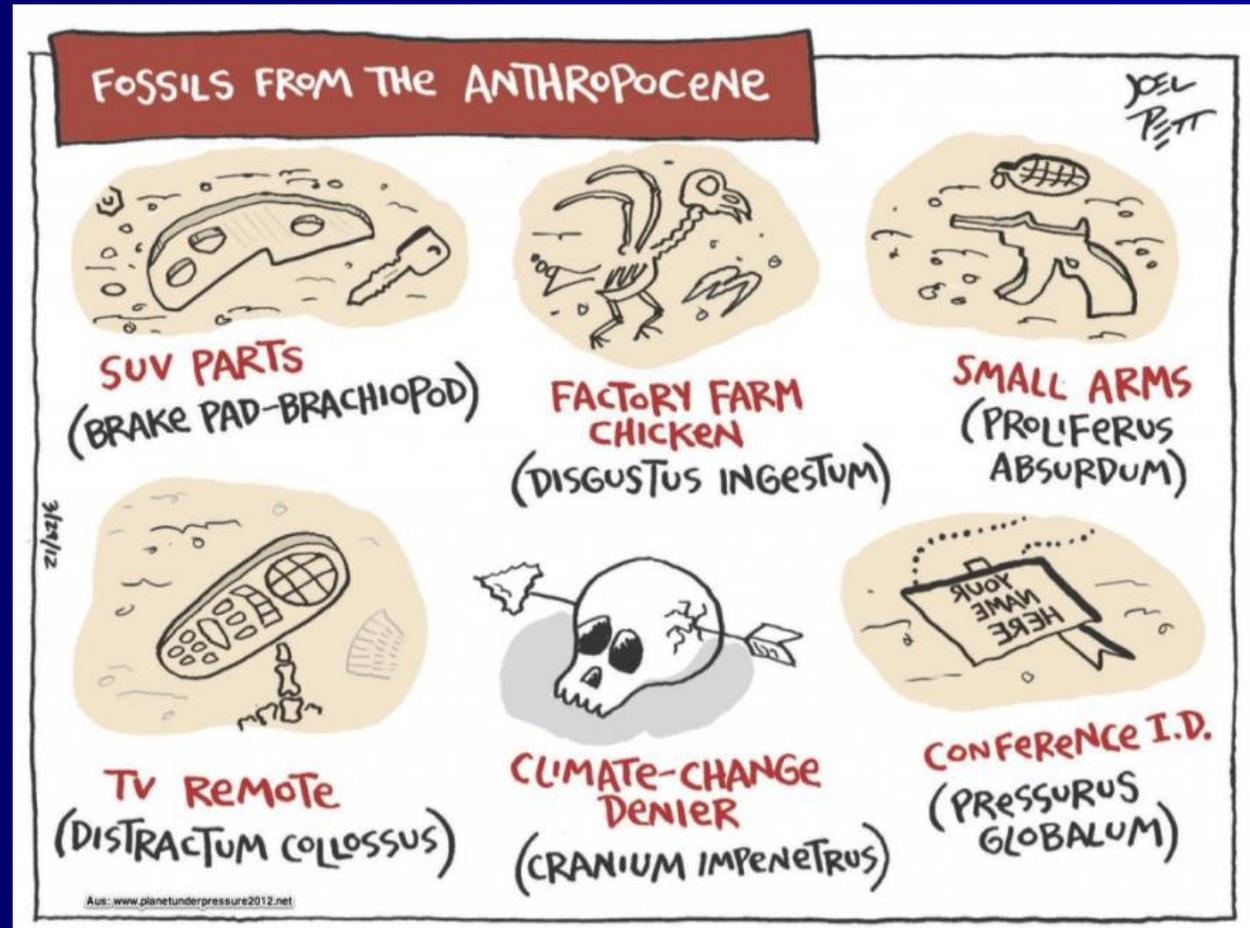
2.3 Globale Ungerechtigkeit

## 3 Nachhaltige Entwicklung

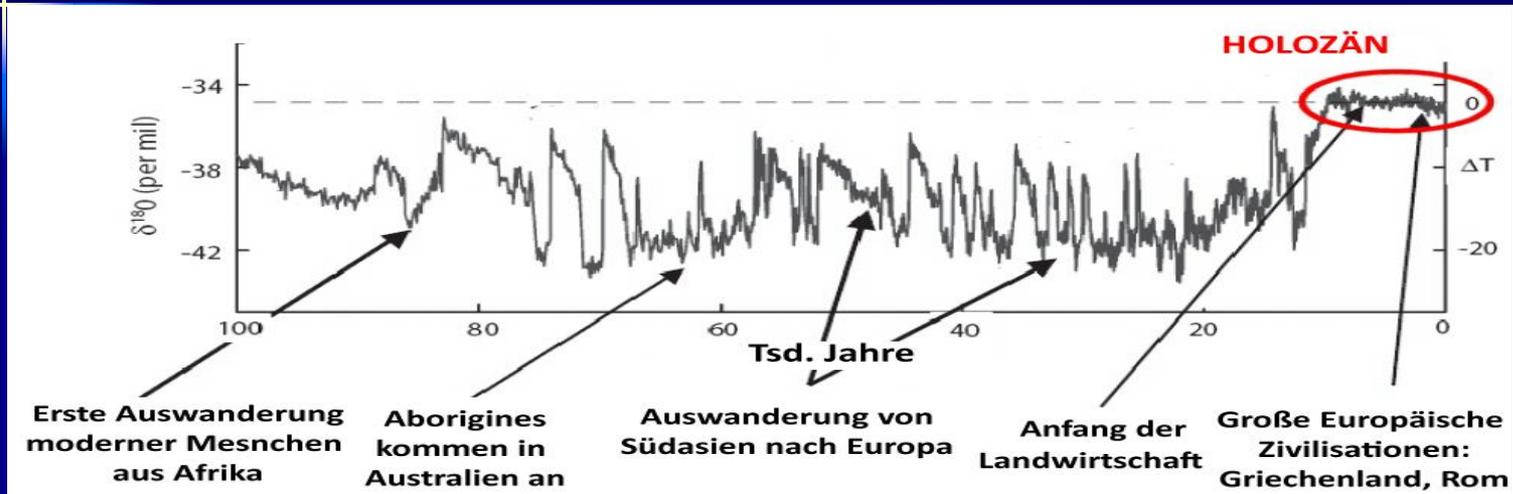
# 1. Das „Anthropozän“

Menschen prägen ein Erdzeitalter.

...

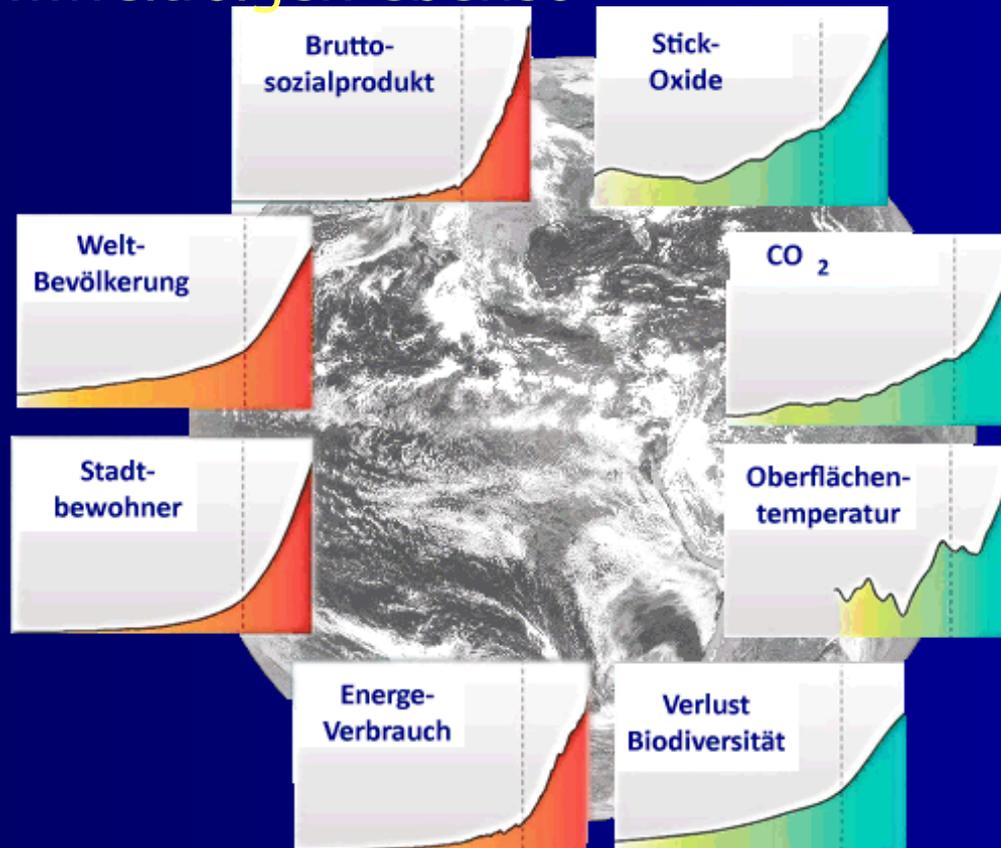


# 1.1 Klima und Menschheit



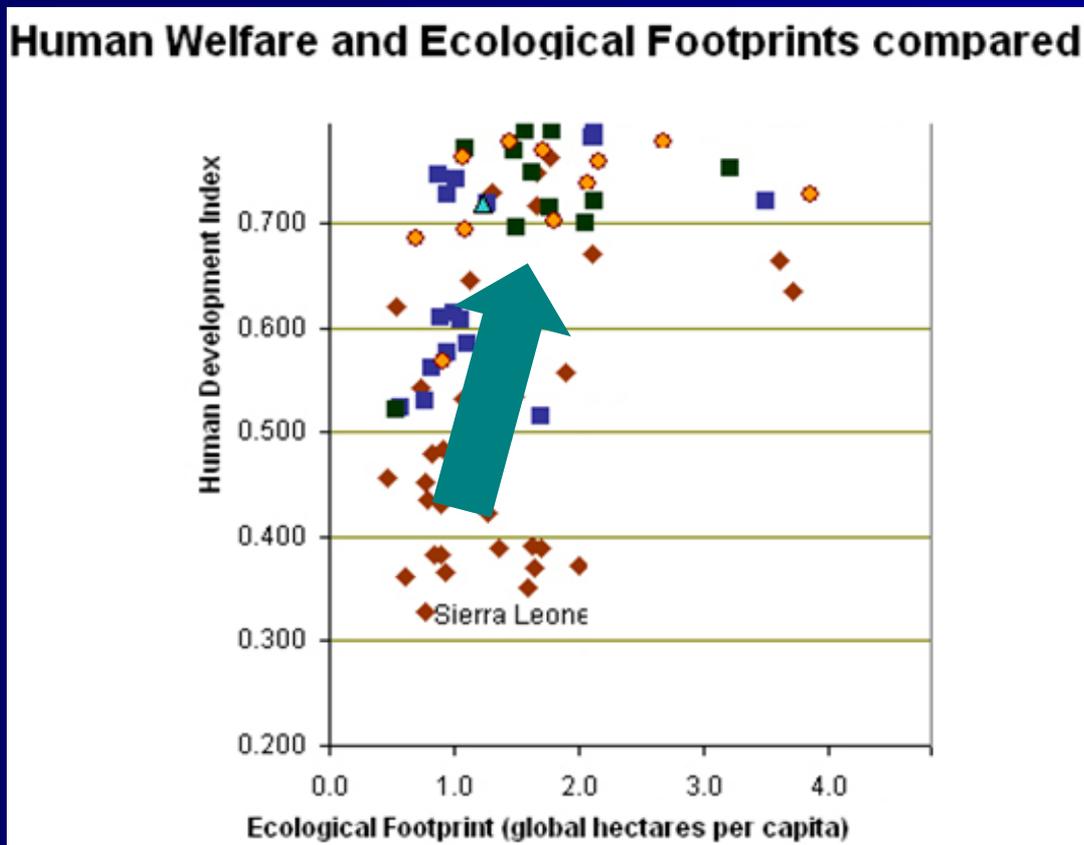
# 1.2 Die Große Beschleunigung

- Soziale und Wirtschaftskennzahlen wachsen exponentiell – die Umweltfolgen ebenso



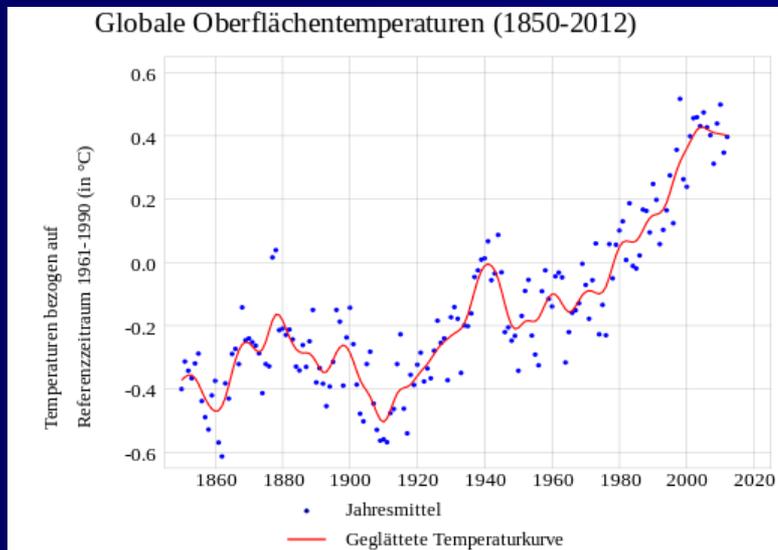
# 1.2 Die Große Beschleunigung

- Was hatten wir davon? Mit wachsendem Einfluss auf die Umwelt steigt tendenziell auch die Lebensqualität.

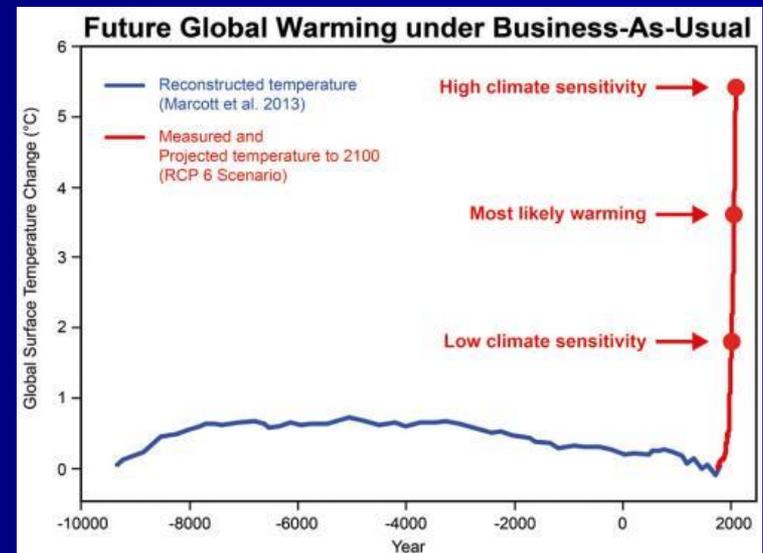


# 1.2 Die Große Beschleunigung

- Dieses Wachstum der menschlichen Einflüsse und ihrer Folgen, insbesondere für das Klima kann das Klima aus dem Holozän her austreiben → das menschengemachte Zeitalter, das „Anthropozän“ beginnt...



Bisheriger Temperaturtrend



Zukunft bei „Business as usual“<sup>7</sup>

# 1.2 Die Große Beschleunigung



Na und ???  
Was machen ein paar  
Grad mehr schon aus?



# 1.2 Die Große Beschleunigung

Na und ???

Alle 10 Jahre suchen schwere Dürren Südeuropa heim. Bis zu 170 Millionen Menschen werden jährlich Opfer von Fluten und Überschwemmungen. Zwischen 150 Millionen und 550 Millionen Menschen hungern (zusätzlich).

+ 3 Grad



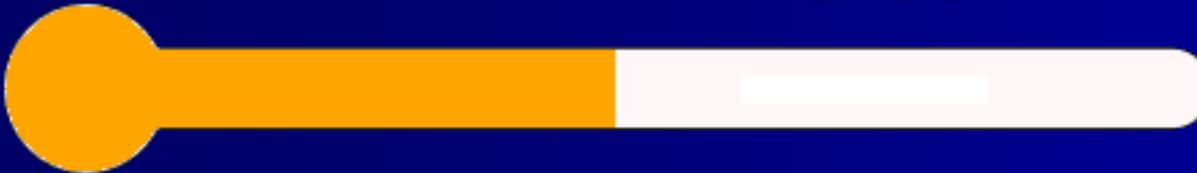
# 1.2 Die Große Beschleunigung

Na und ???

Alle 20 Jahre suchen schwere Dürren Südeuropa heim. Bis zu 170 Millionen Menschen werden jährlich Opfer von Fluten und Überschwemmungen. Zwischen 15 und 550 Millionen Menschen hungern.

In Afrika fallen die Ernten um 15-35% geringer aus. Bis zu 300 Millionen Menschen sind in Küstengebieten von Überflutungen betroffen. Biosysteme können sich nicht mehr anpassen.

+ 4 Grad



# 1.2 Die Große Beschleunigung

Na und ???

Alle 20 Jahre suchen schwere Dürren Südeuropa heim. Bis zu 170 Millionen Menschen werden jährlich Opfer von Fluten und Überschwemmungen. Zwischen 15 und 550 Millionen Menschen hungern.

In Afrika fallen die Ernten um 15-35% geringer aus. Bis zu 300 Millionen Menschen sind in Küstengebieten von Überflutungen betroffen. Biosysteme können sich nicht mehr anpassen.

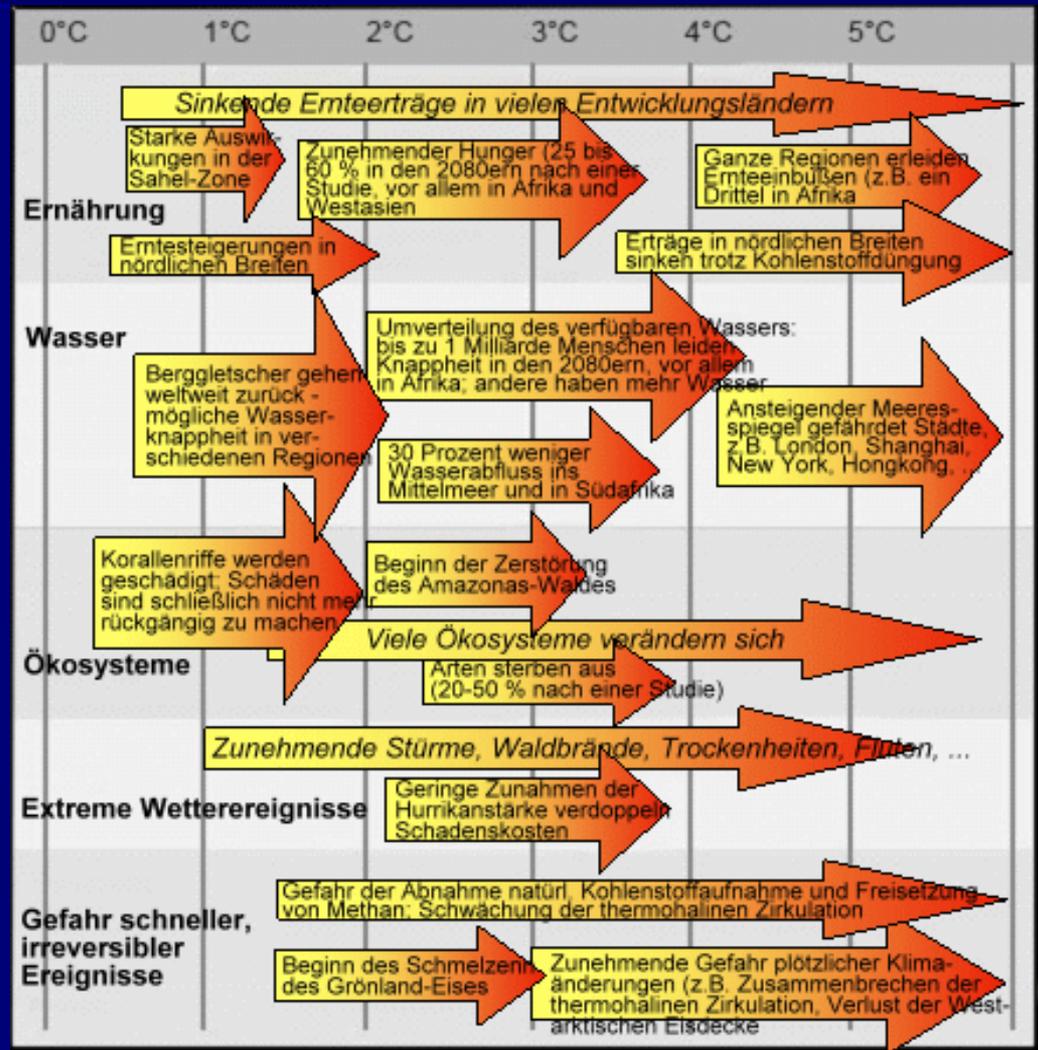
Versauerung der Ozeane schädigt marine Ökosysteme, -Gletscher verschwinden. Die Wasserversorgung von einem Viertel aller Chinesen ist gefährdet. Weltstädte wie Lissabon, New York und Tokio sowie kleine Inseln sind bedroht.

+ 5 Grad



# 1.2 Die Große Beschleunigung

Na und ???



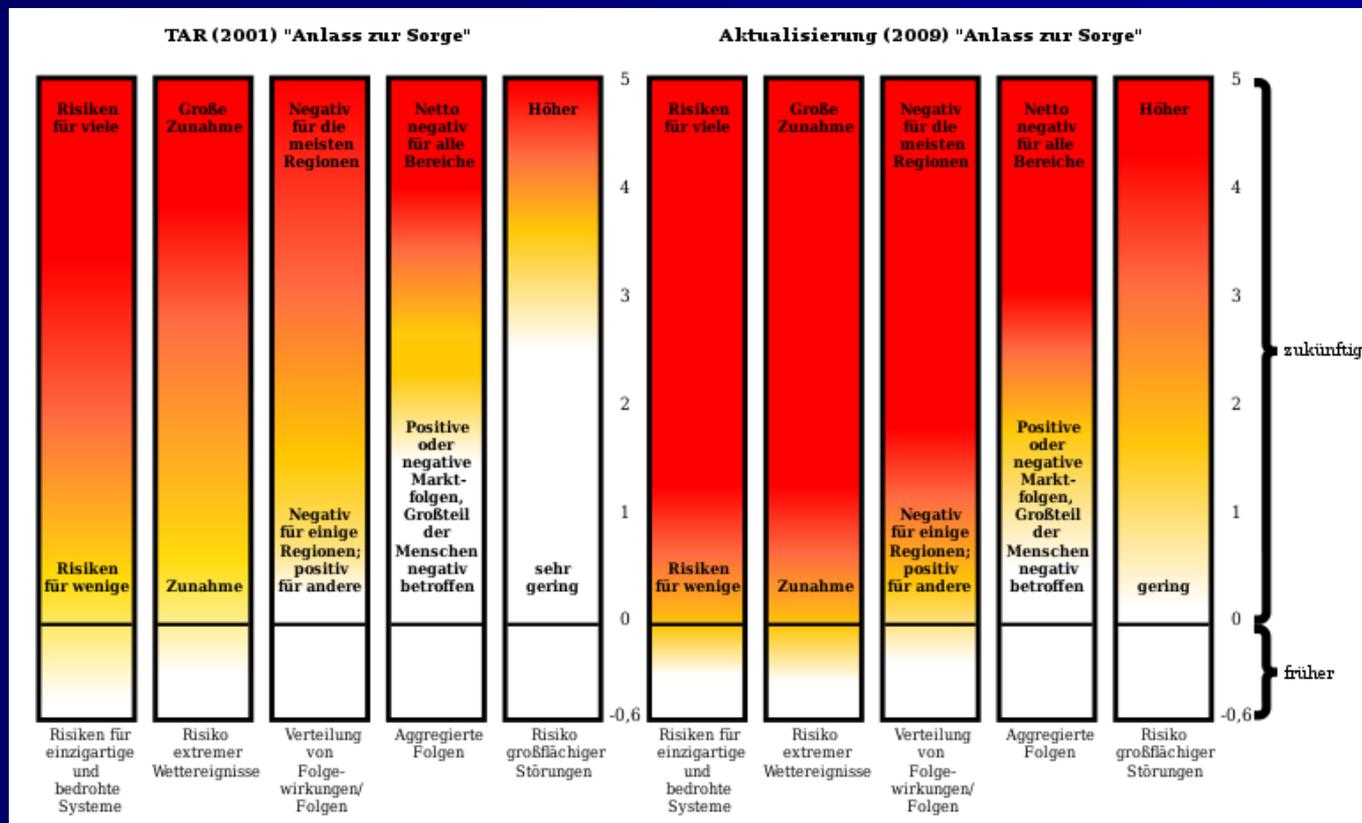
# 1.2 Die Große Beschleunigung

... und es kommt noch schlimmer...

- Bisher wurde angenommen, dass die Folgen einer globalen durchschnittlichen Temperaturänderung um 2 Grad noch „tolerabel“ sind und nicht „gefährlich“.
- Inzwischen ist aber bekannt, dass bei 2-Grad schon die Grenze zwischen „gefährlichem“ und „sehr gefährlichem“ Klimawandel erreicht ist.

# 1.2 Die Große Beschleunigung

... und es kommt noch schlimmer...



# 2. Planetare Grenzen

- Konzept „Planetare Grenzen“ des Stockholm Resilience Center Stockholm (Rockström et al.) – seit 2009
  - Welche Bereiche sind kritisch für die Stabilität wichtiger geo-klima-biologischer Zusammenhänge?
  - Welche Parameter kennzeichnen die Veränderungen in diesen Bereichen („Kontrollparameter“)?
  - Ab welchen Parameterwerten wird die Entwicklung kritisch?
  - Wie hängen die Bereiche miteinander zusammen (bestärkend, begrenzend...)?

# 2.1 Kritische Schwellwerte

- Kontinuierliche (quantitative) Veränderungen können zu abrupten (qualitativen) Zustandsumschlägen führen.



0°C



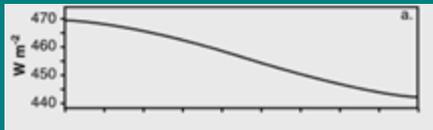
100°C



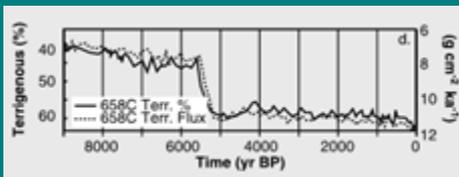
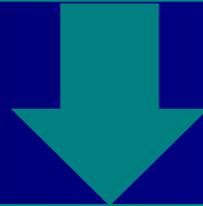
- Für viele miteinander wechselwirkende, komplexe Systeme (Bio-geo-klimatische...) gibt es sog. Schwellwerte, bei deren Überschreitung sich der Zustand abrupt wandelt, das System sozusagen „kippt“.

# 2.1 Kritische Schwellwerte

- Beispiel: Wüstenbildung in Sahelzone vor ca. 5000 J.



Eine leichte Veränderung (über Jahrtausende) der Erdbahn führte zu einem trockeneren Klima

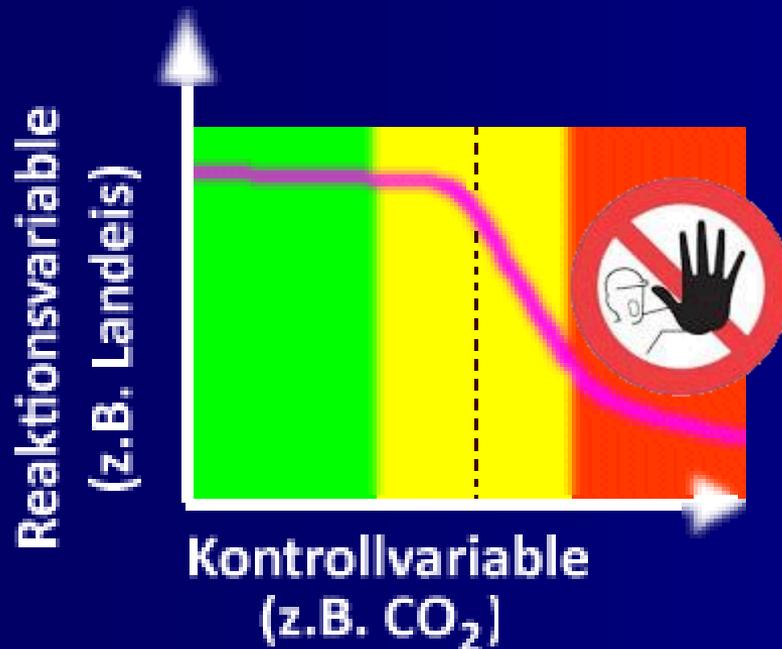


Die Wüstenbildung setzte abrupt (innerhalb von Jahrzehnten, wenigen Jahrhunderten) vor ca. 5000 Jahren ein.



# 2.1 Kritische Schwellwerte

- Die Schwellwerte bei komplexen, wechselwirkenden Systemen sind meist nicht so genau bekannt wie beim Eis/Wasser/Dampf. Es gibt einen Unsicherheitsbereich.



Sicherer Bereich

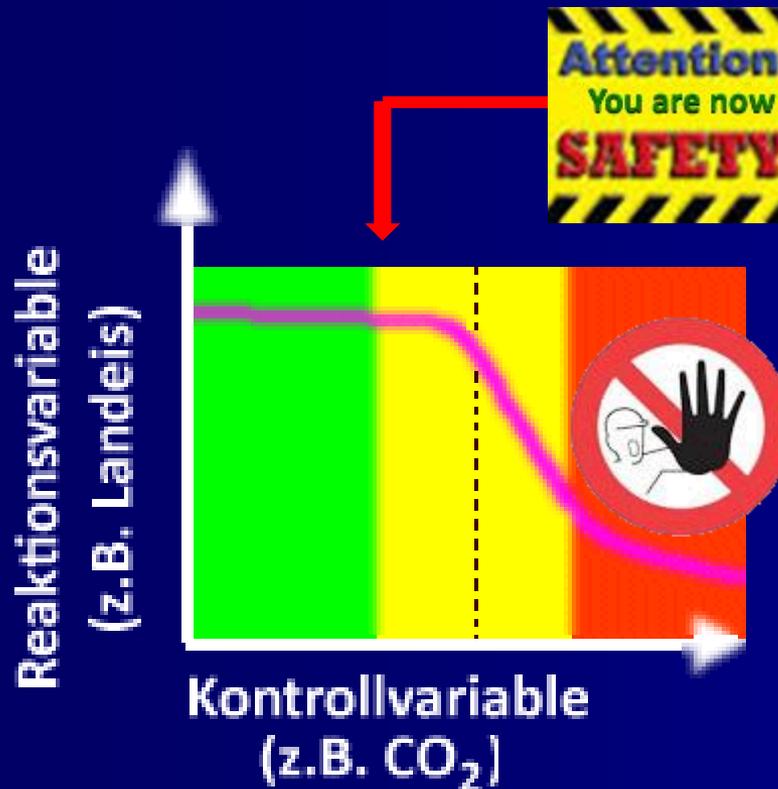
Zone der  
Ungewissheit

Schwellwert



# 2.2 Planetare Grenzen

- Wenn die Kontrollvariable die Zone der Ungewissheit erreicht, verlässt sie die Sichere Zone.



- Dieser Wert der Kontrollvariable wird als „**Planetare Grenze**“ bezeichnet.

# 2.2 Planetare Grenzen



Legende

Grenzwert (globaler Mittelwert)

sicherer Bereich

wachsendes Risiko

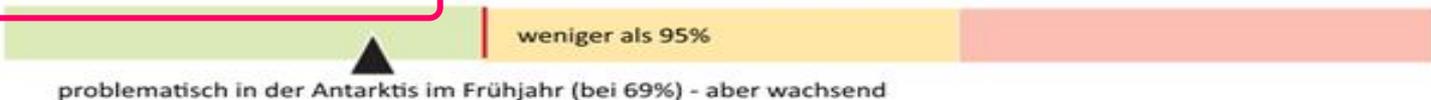
Bereich hohen Risikos

gegenwärtig ermittelter Wert

Übersäuerung der Ozeane - Konzentration von Karbonationen im Vergleich zum vorindustriellen Niveau



Ozongehalt in der Stratosphäre - Konzentration im Vergleich zum vorindustriellen Niveau

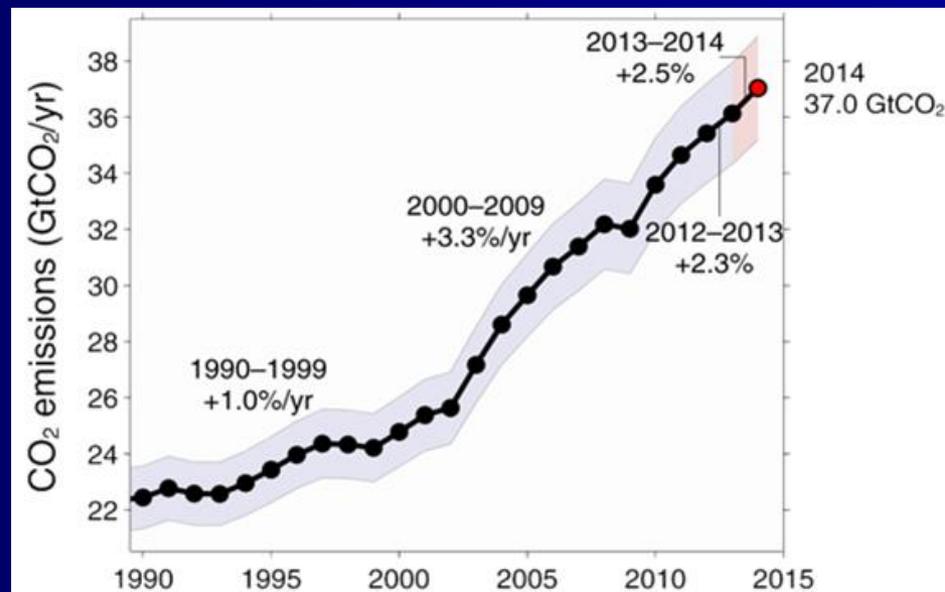


Süßwasserverbrauch - Verbrauch pro Jahr



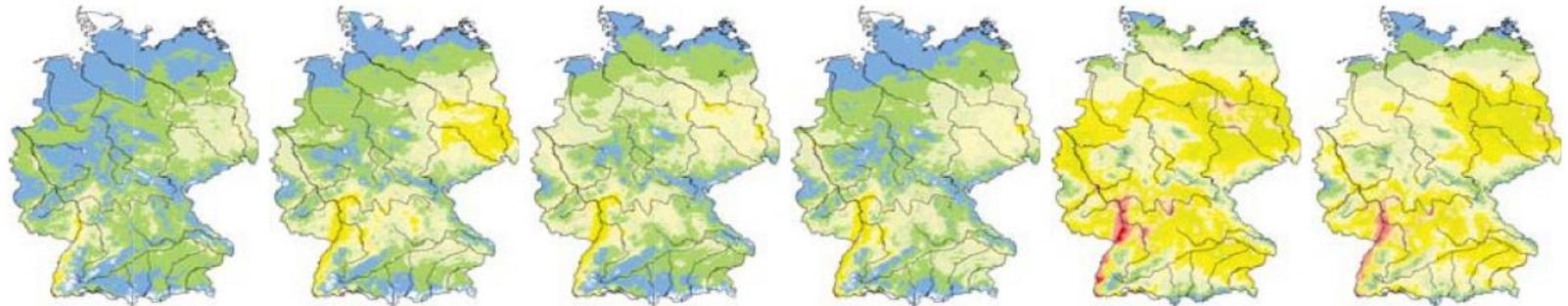
# 2.2 Planetare Grenzen

Klimawandel - Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre



# 2.2 Planetare Grenzen

Klimawandel - Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre



1954 - 1963

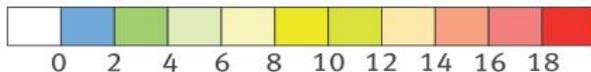
1964 - 1973

1974 - 1983

1984 - 1993

1994 - 2003

2004 - 2013



Heiße Tage [Anzahl der Tage]

Datenquelle: DWD

Mittlere jährliche Anzahl der Heißen Tage mit einer Höchsttemperatur von mindestens 30 °C

# 2.2 Planetare Grenzen

Klimawandel - Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre

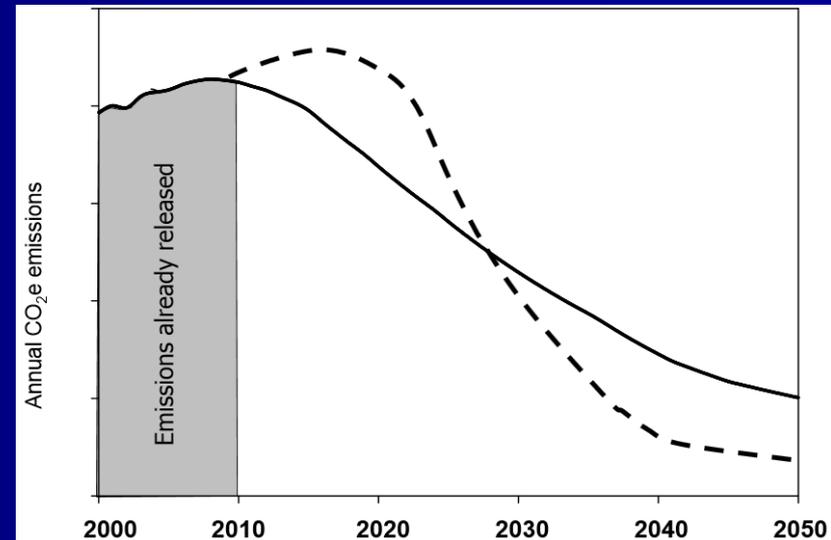
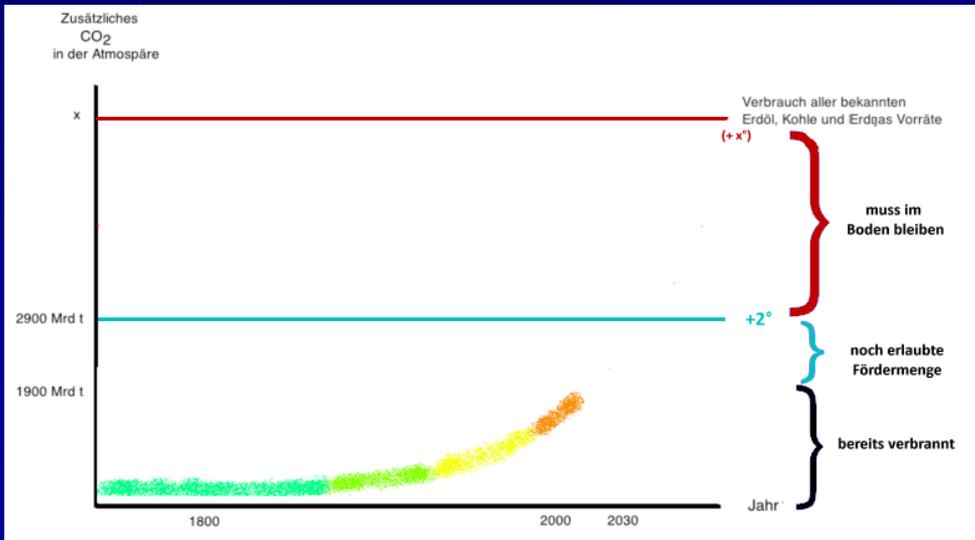


- Problem: die Wirkungen der emittierten Treibhausgase kumulieren sich und halten z.T. über Jahrtausende an.
- Es gibt also ein CO<sub>2</sub>-Budget.



# 2.2 Planetare Grenzen

Klimawandel - Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre

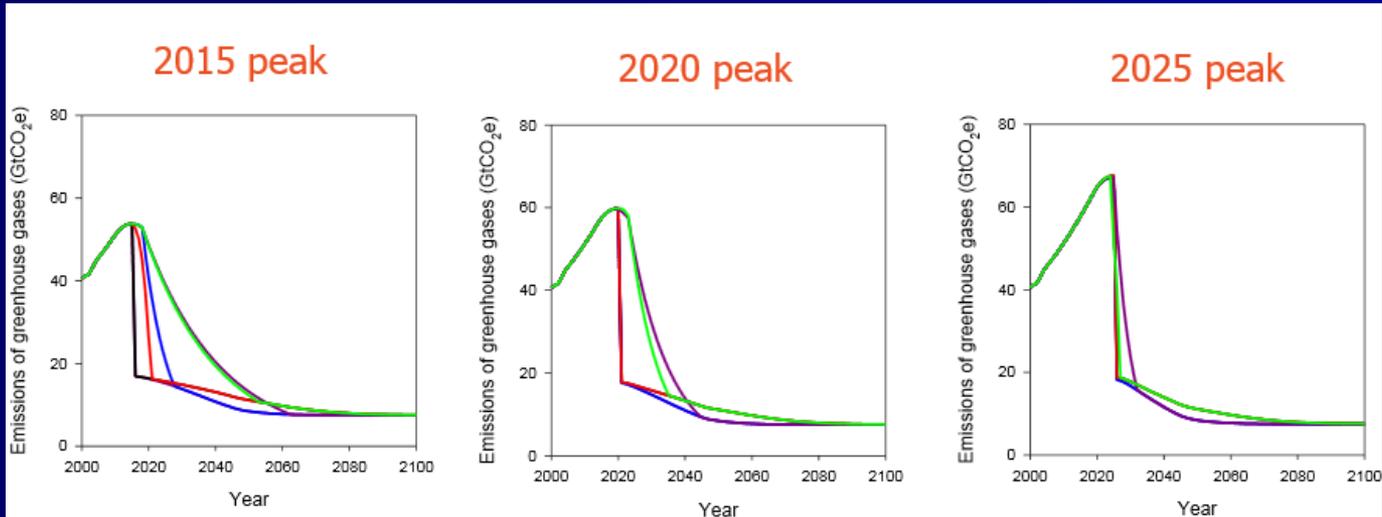


# 2.2 Planetare Grenzen

Klimawandel - Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre



- Je später das Bremsen beginnt, desto härter muss gebremst werden, um das Budget nicht zu überschreiten-

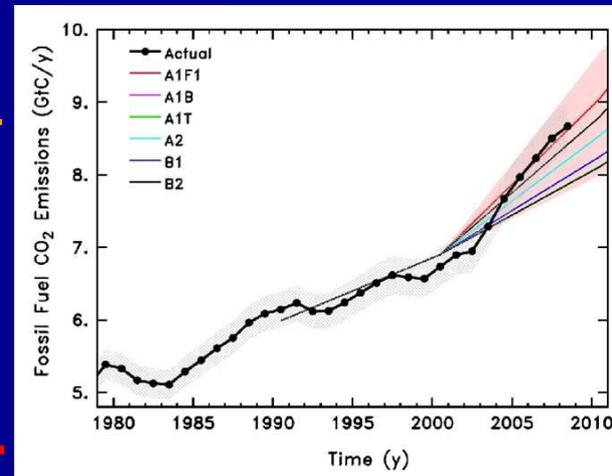


# 2.2 Planetare Grenzen

Klimawandel - Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre



- Auch bei einer Senkung der Emission wird der Wert weiter steigen.
- Gegenwärtig wachsen aber die CO<sub>2</sub>-Emissionen schneller als je zuvor!
- Damit steuern wir auf eine globale durchschnittliche Temperaturerhöhung von 6 Grad zu.

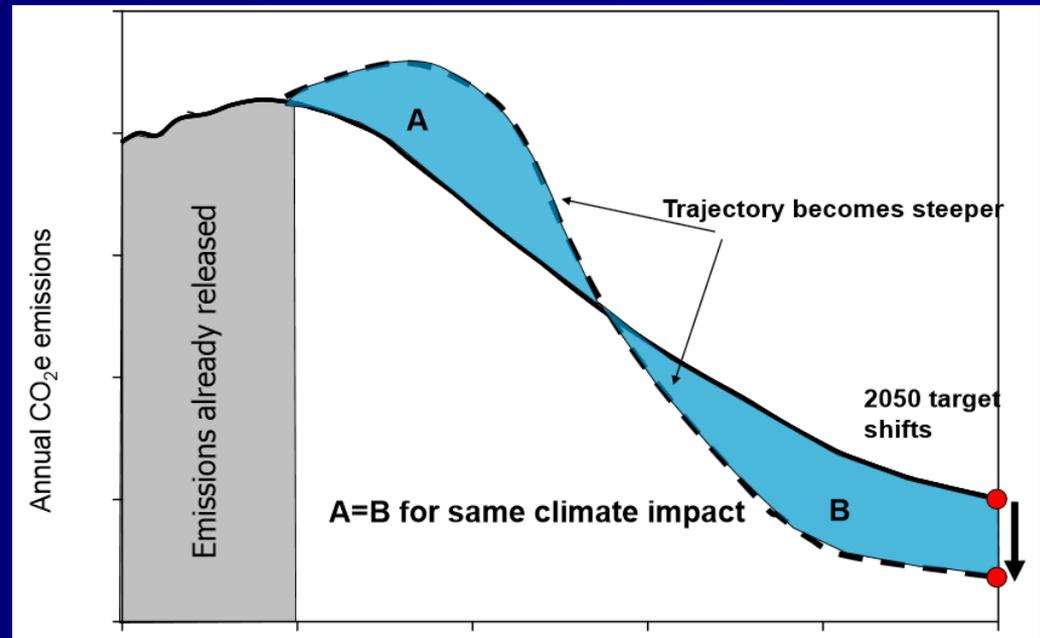


# 2.2 Planetare Grenzen

Klimawandel - Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre



- Je später das Bremsen beginnt, desto härter muss gebremst werden, um das Budget-Ziel einzuhalten

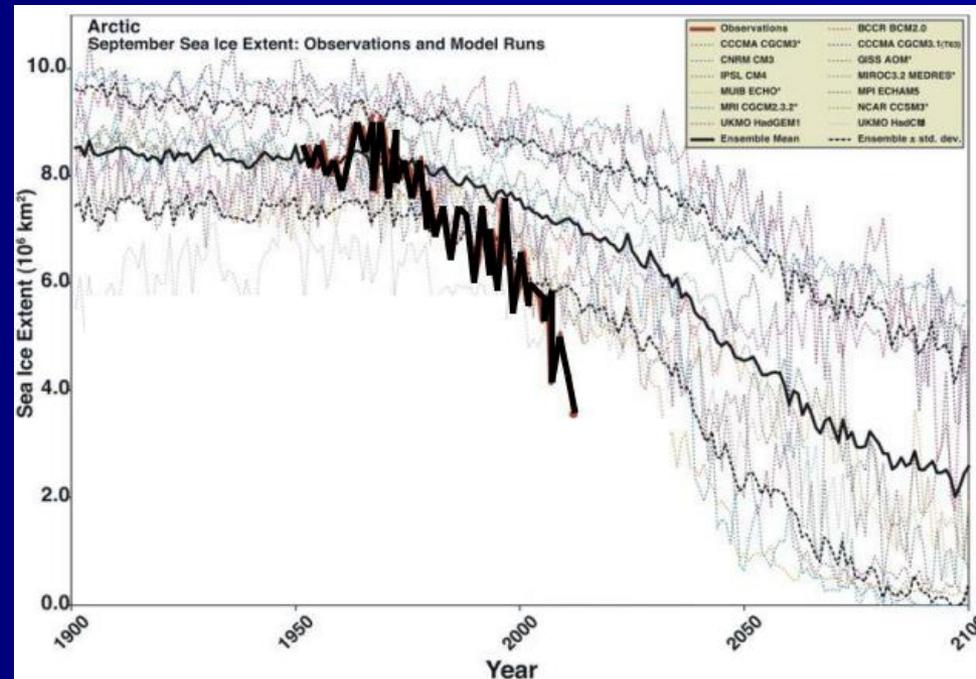


# 2.2 Planetare Grenzen

Klimawandel - Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre



- Die Folgen übersteigen schon Vorhersagen: Das Ausmaß des arktischen Meereseises nahm mehr ab als in allen Prognosen vorhergesehen.



# 2.2 Planetare Grenzen

## Biogeochemische Kreisläufe

- Stickstoff-Fluss (Entzug aus dem natürlichen Kreislauf)



- Phosphor-Eintrag in Flüsse und Meere



- Reaktiver Stickstoff, z.B. aus Verkehr oder gedüngten Feldern schädigt die Umwelt, insb. Ozeane und Meere durch Sauerstoffmangel, vgl. Eutrophierung von Gewässern...

# 2.2 Planetare Grenzen

## Integrität der Biosphäre

- Auslöschungsrate - ausgestorbene Arten pro Millionen Spezies

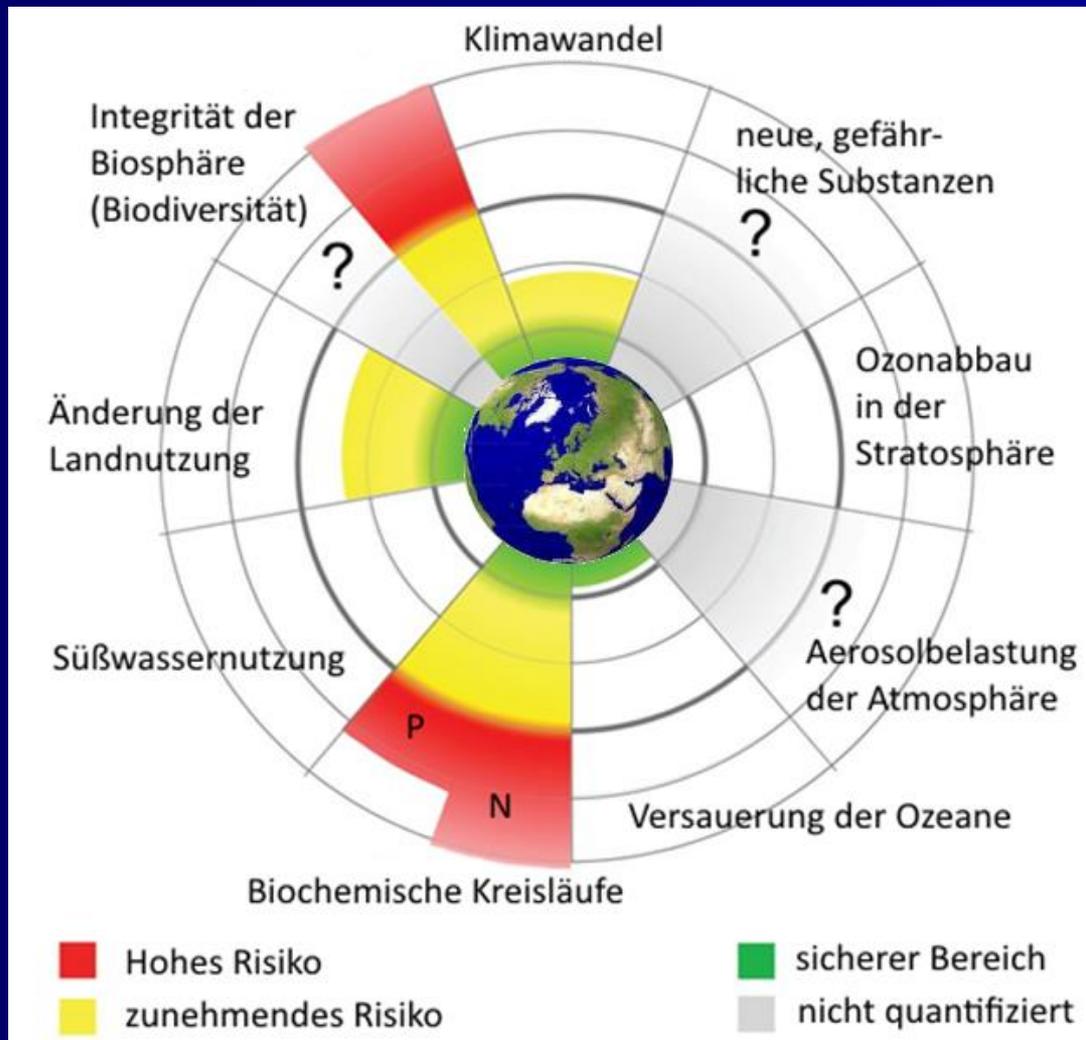


- Verringerung der Biodiversität - ein Maß für die Degradation des Biosystems



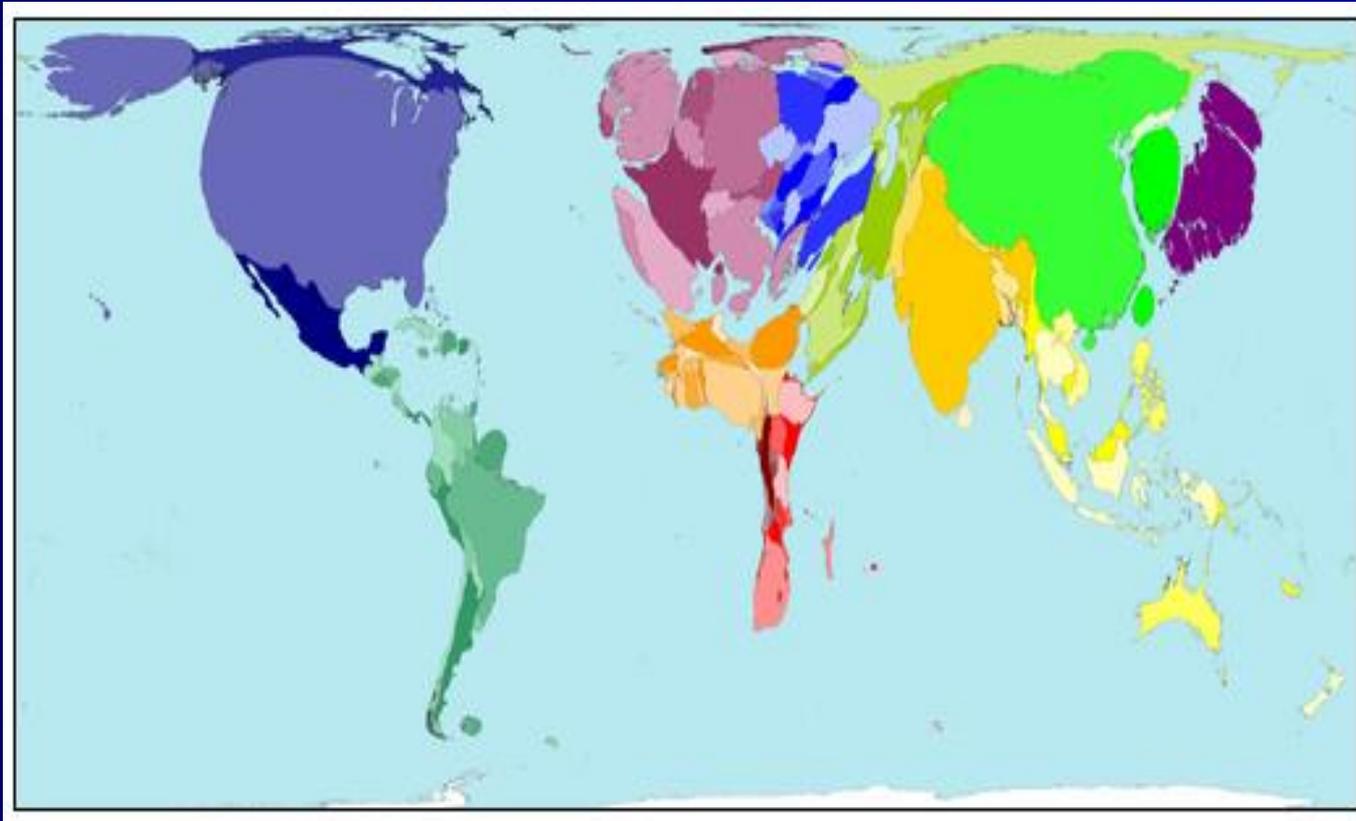
- 30% aller Arten von Säugetieren, Vögeln und Kriechtieren ist noch in diesem Jahrhundert vom Aussterben bedroht.
- Nach vielen Jahrtausenden werden sich die Biosysteme wieder angepasst haben ... aber bis dahin...

# 2.2 Planetare Grenzen



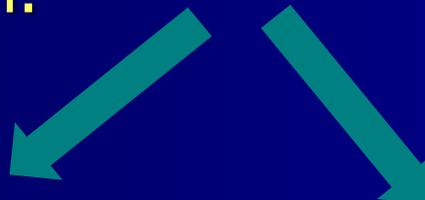
## 2.3 Globale Ungerechtigkeit

- Z.B.: Ungleicher „Ökologischer Fußabdruck“



# 2.3 Globale Ungerechtigkeit

- Hauptverursacher und Hauptschadensträger sind nicht identisch:
- ca. 20 % der Menschen verursachen 80 % der Schäden
- Eine Verdopplung des CO<sub>2</sub>-Gehalts führt zu Folgekosten:

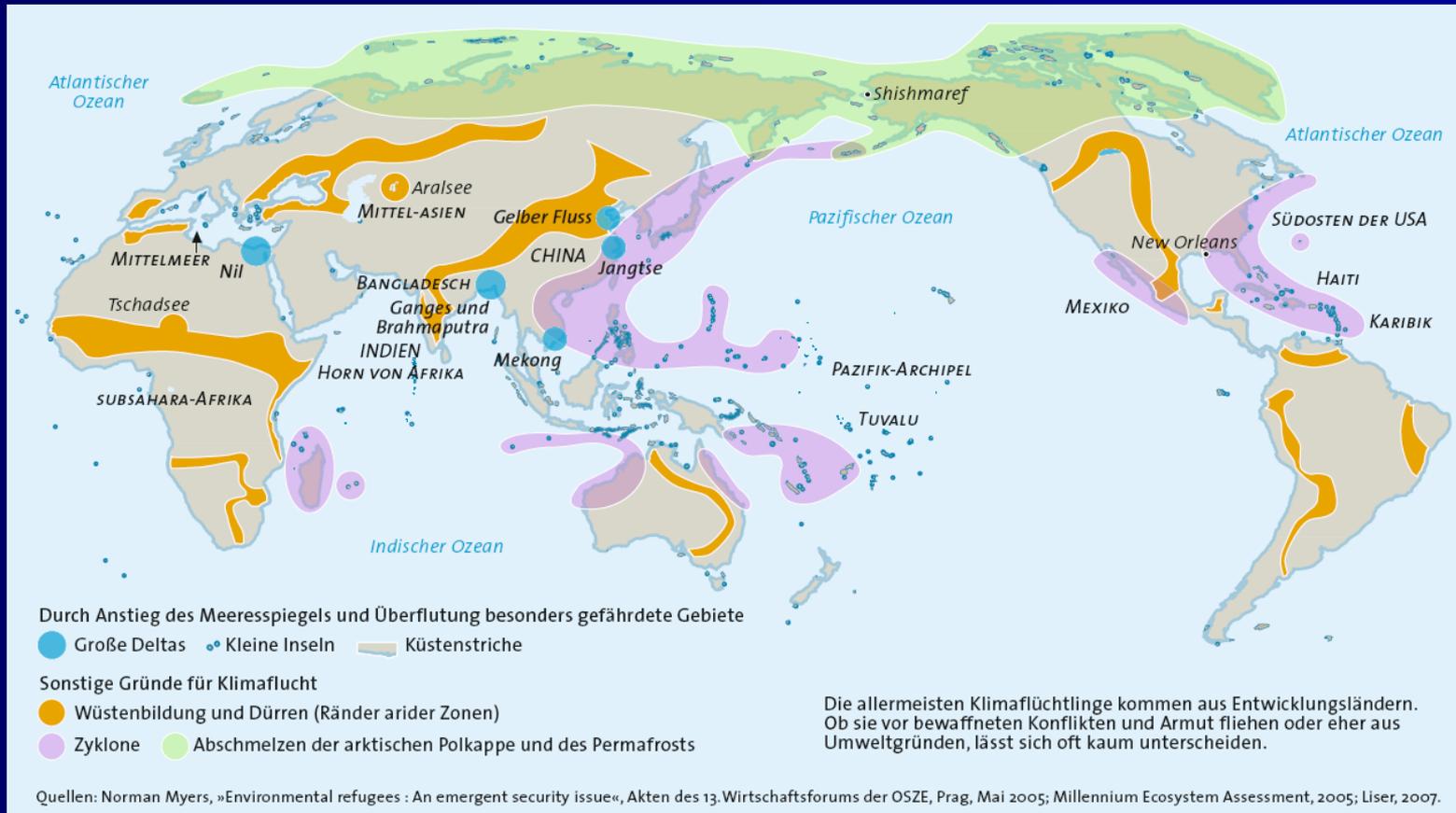


2....9 %  
des jährlichen BSP  
in den Entwicklungs-  
ländern

1...1,5 %  
des jährlichen BSP  
in den Industrie-  
ländern

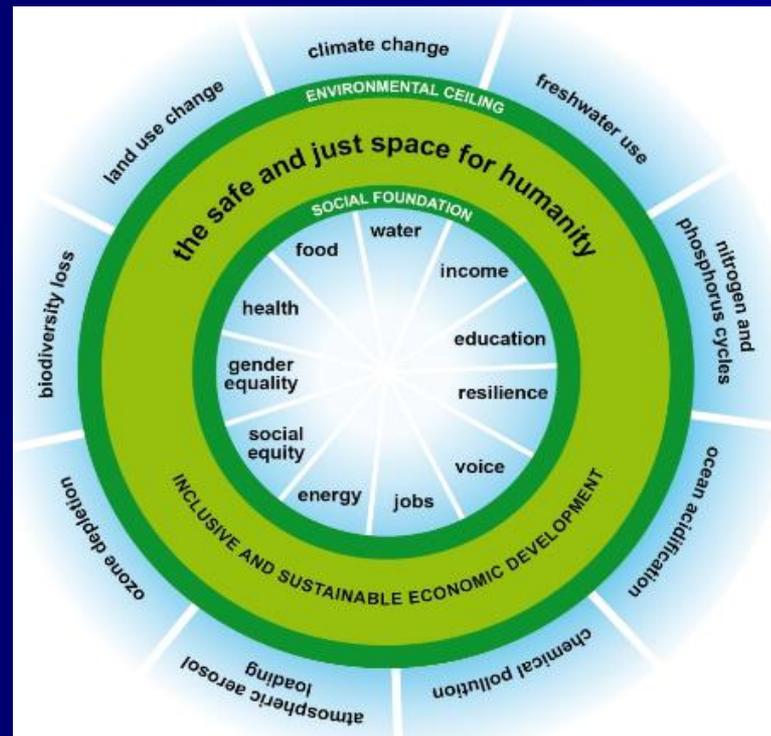
# 2.3 Globale Ungerechtigkeit

- Ungleich verteilte Folgen führen zu Flüchtlingsströmen



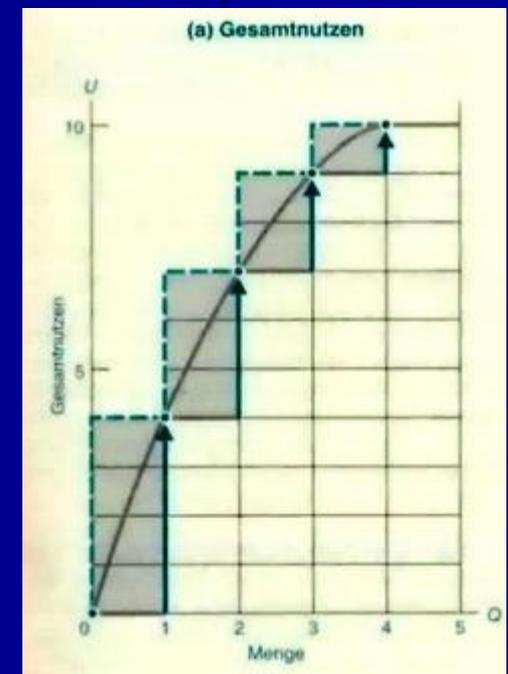
# 2.3 Globale Ungerechtigkeit

- Weiterentwicklung des Konzepts „Planetare Grenzen“
- berücksichtigt die Bedürfnisse, deren Befriedigung innerhalb der Planetaren Grenzen erfolgen muss.



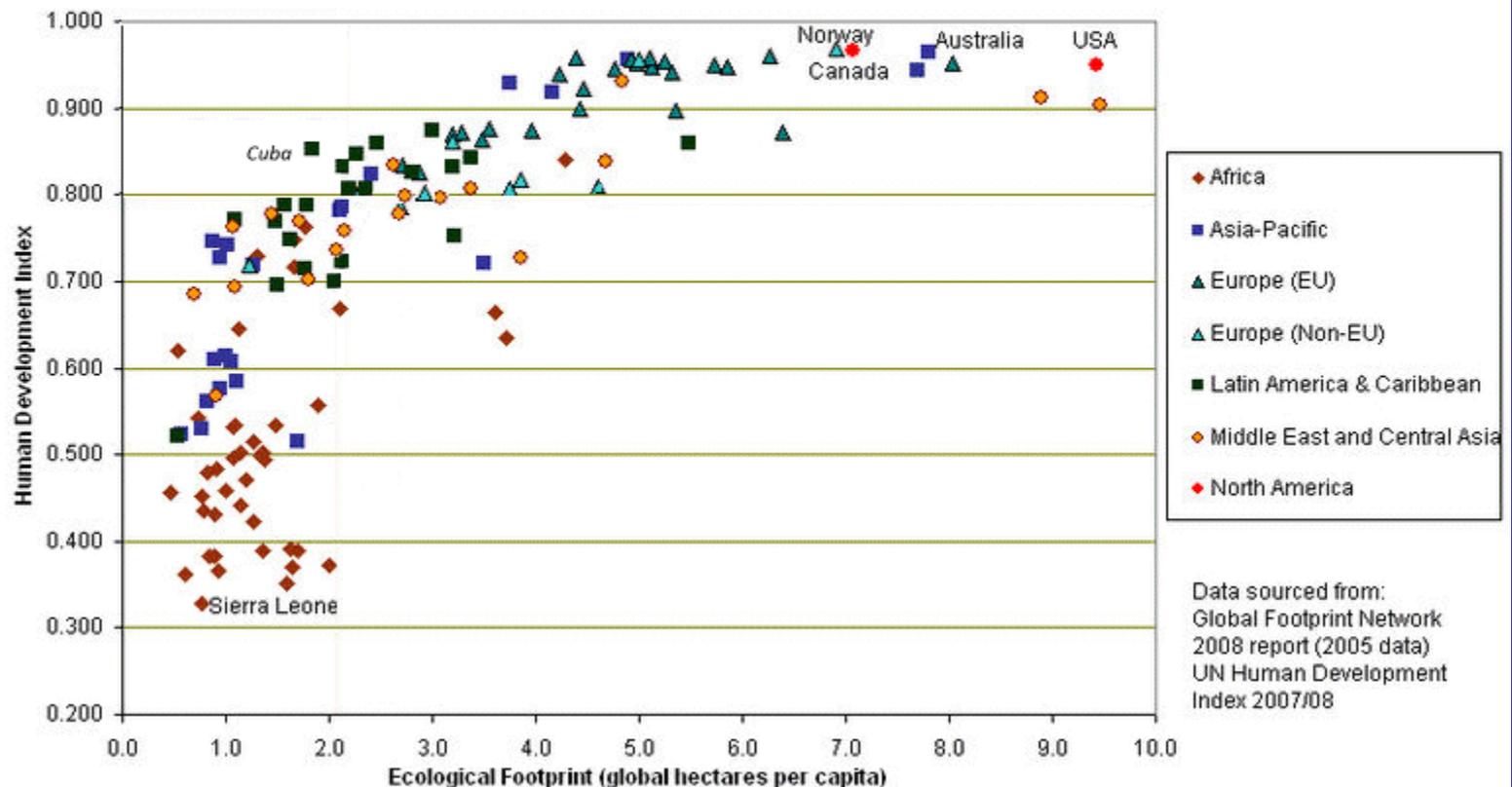
# 3 Nachhaltige Entwicklung

- Ist Befriedigung menschlicher Bedürfnisse innerhalb der Planetaren Grenzen möglich?
- Ja, denn ein immer größerer ökologischer Fußabdruck erhöht die Lebensqualität (bewertet am HMI) ab einem bestimmten Wert nicht mehr.
- D.h. „ Abnehmender Grenznutzen“: der Nutzen, der aus einer weiteren Einheit Verbrauch erwächst, wird immer kleiner.



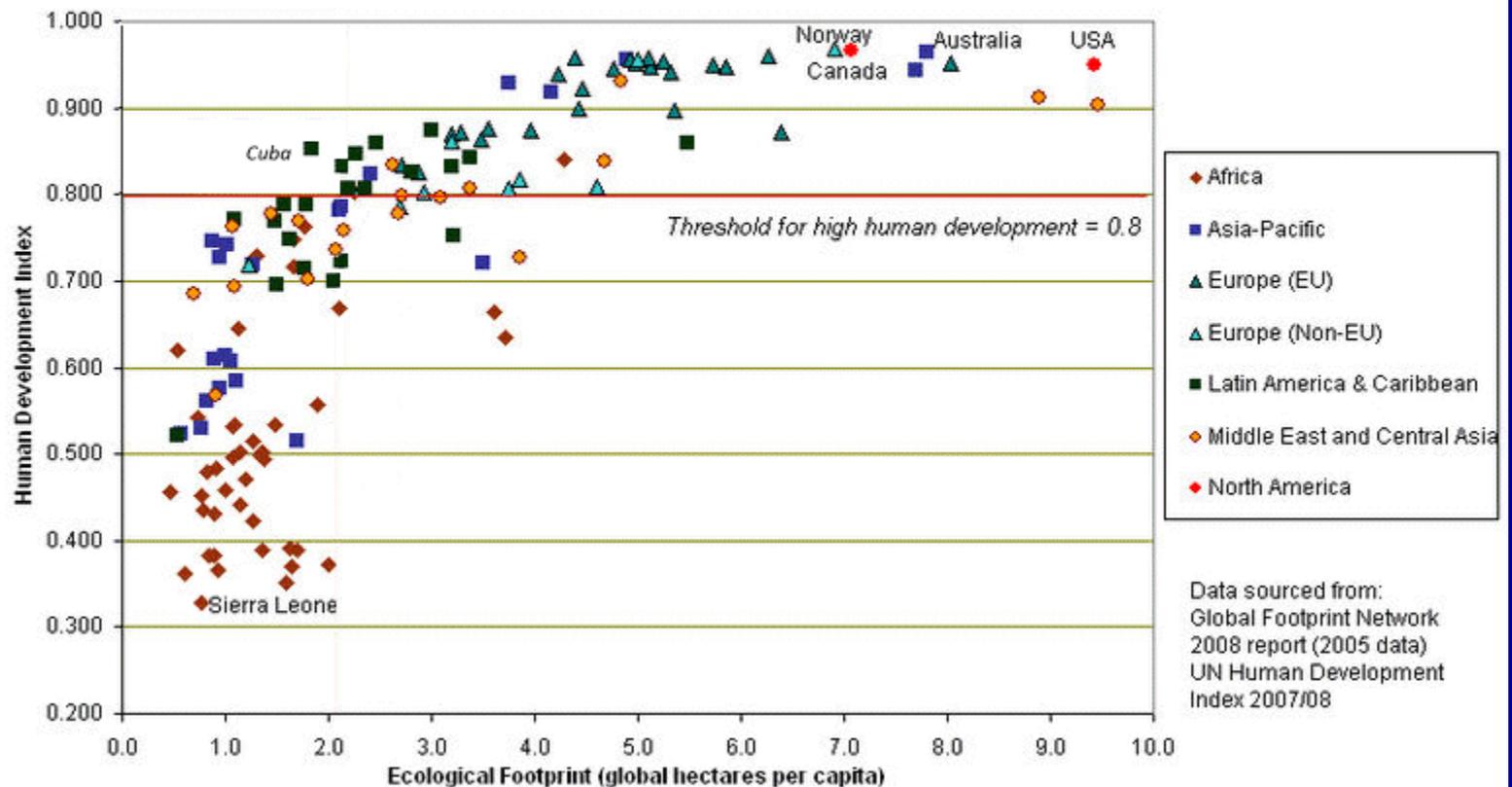
# 3 Nachhaltige Entwicklung

Human Welfare and Ecological Footprints compared



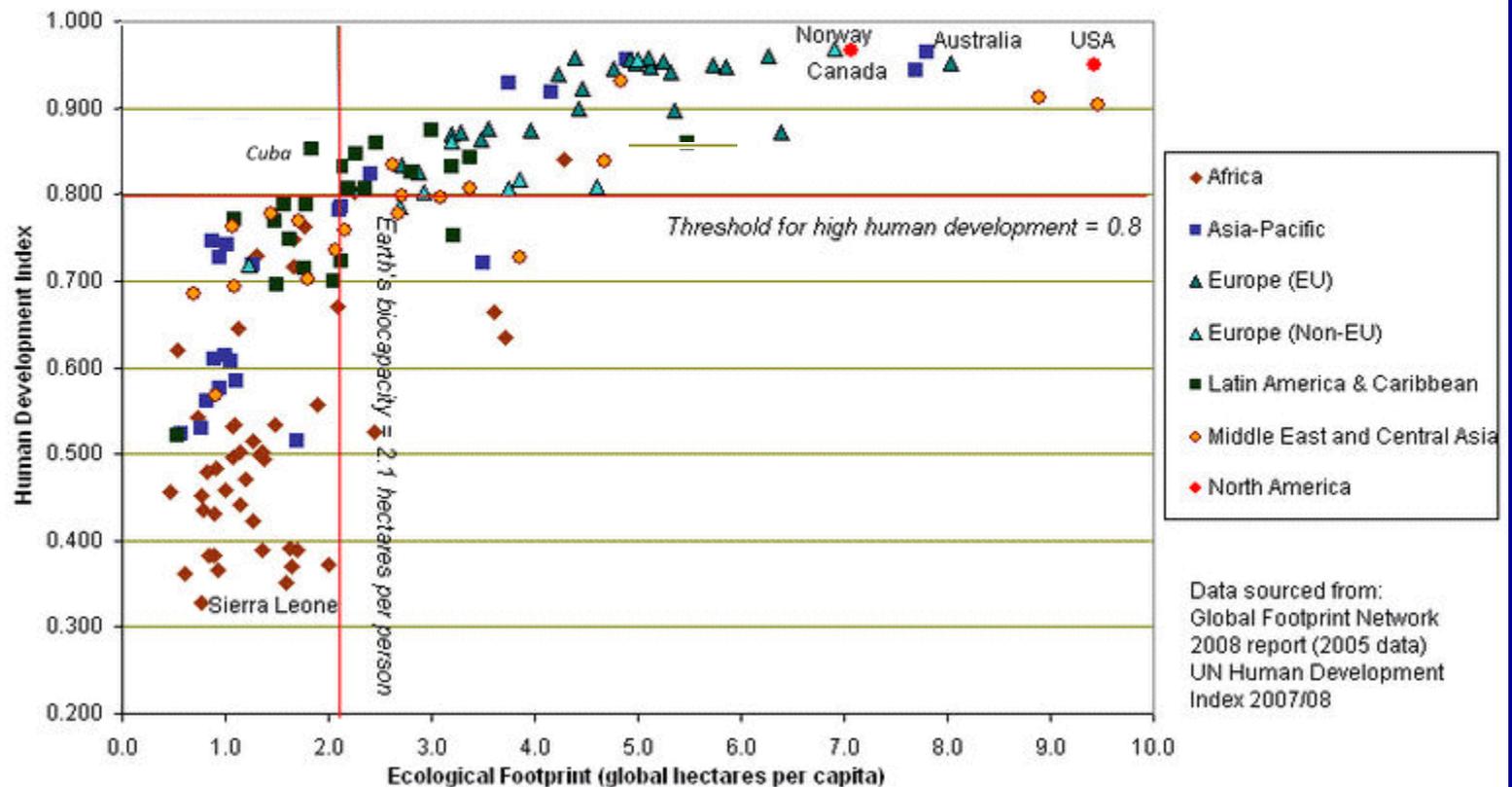
# 3 Nachhaltige Entwicklung

Human Welfare and Ecological Footprints compared



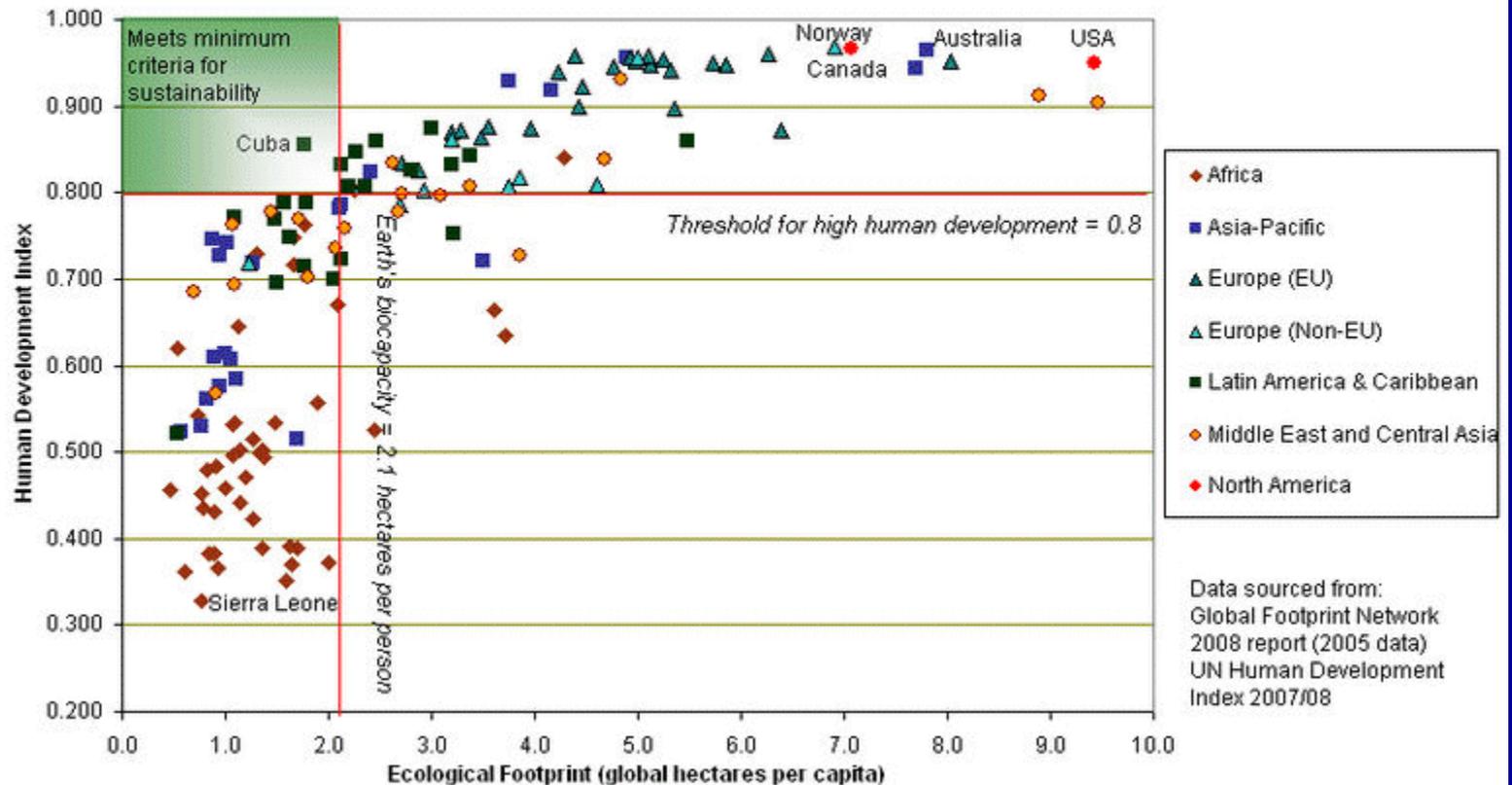
# 3 Nachhaltige Entwicklung

Human Welfare and Ecological Footprints compared



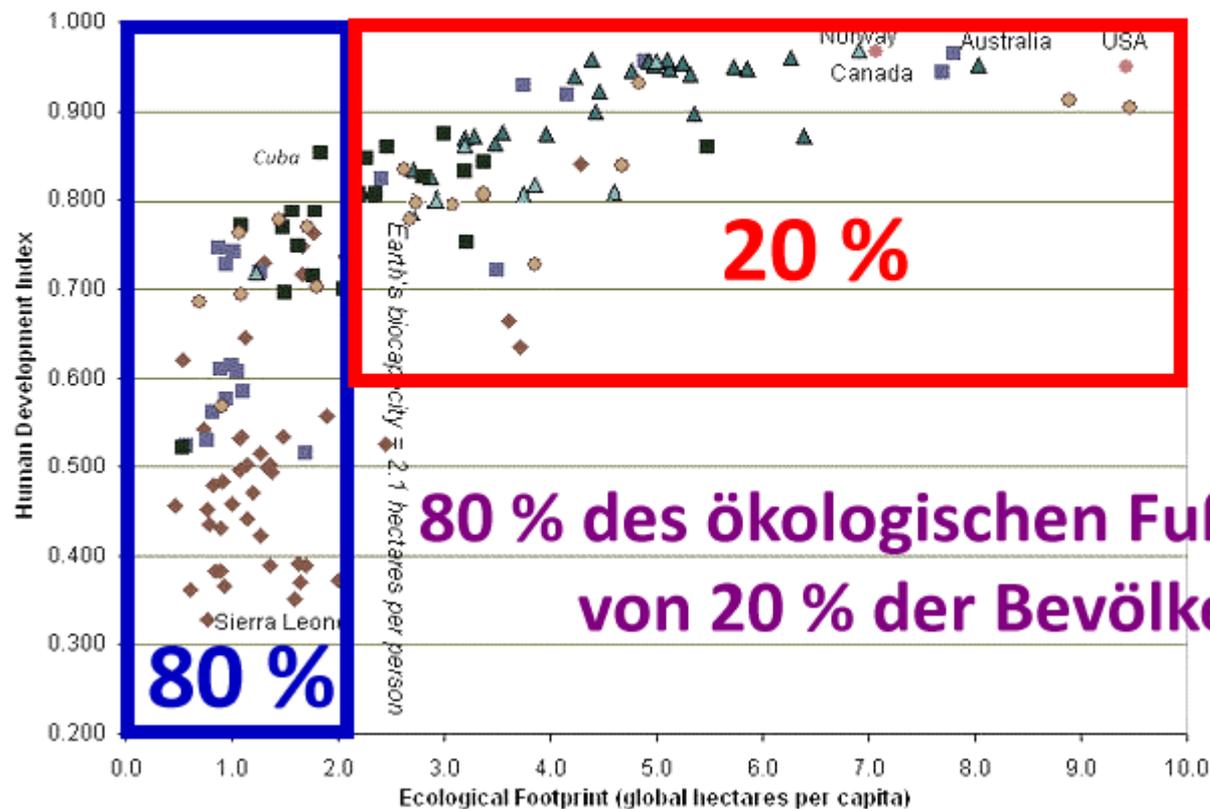
# 3 Nachhaltige Entwicklung

## Human Welfare and Ecological Footprints compared



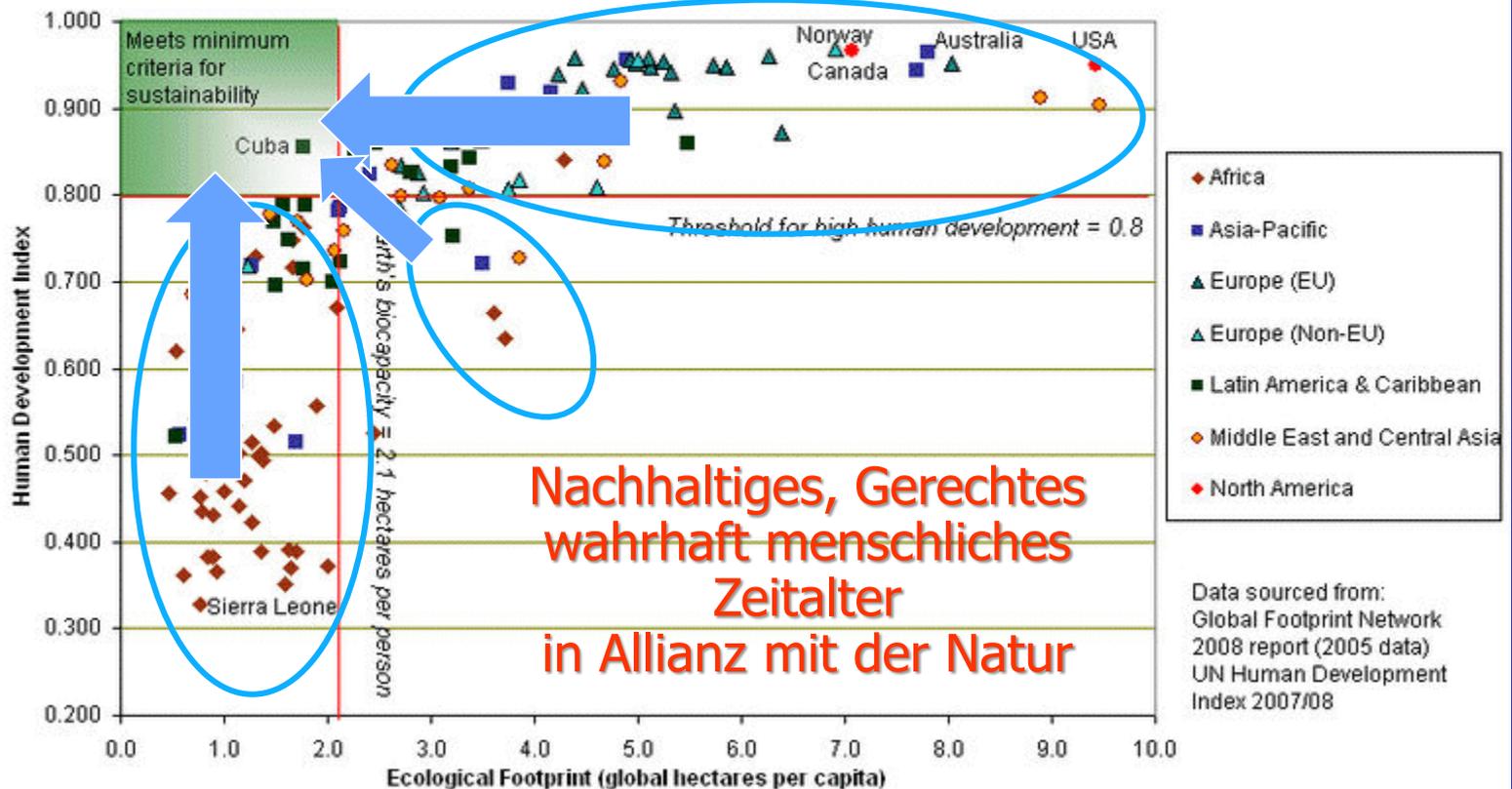
# 3 Nachhaltige Entwicklung

Human Welfare and Ecological Footprints compared



# 3 Nachhaltige Entwicklung

Human Welfare and Ecological Footprints compared



# Σ Das „Anthropozän“ und die Planetaren Grenzen

Das Anthropozän wird entweder die Zeit gewesen sein, in der die Menschen es „verkackt“ haben und die Lebensgrundlagen für geologisch lange Zeiträume zerstört haben - oder uns gelingt der Übergang in neue Produktions-, Kultur- und Lebensformen.

