

# Planetare

# Belastbarkeitsgrenzen



**Prof. Dr. Dieter Gerten**

Koordinator Erdmodellierung

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

Prof. Klimasystem & Wasserhaushalt im Globalen Wandel

Geographisches Institut, Humboldt-Universität zu Berlin

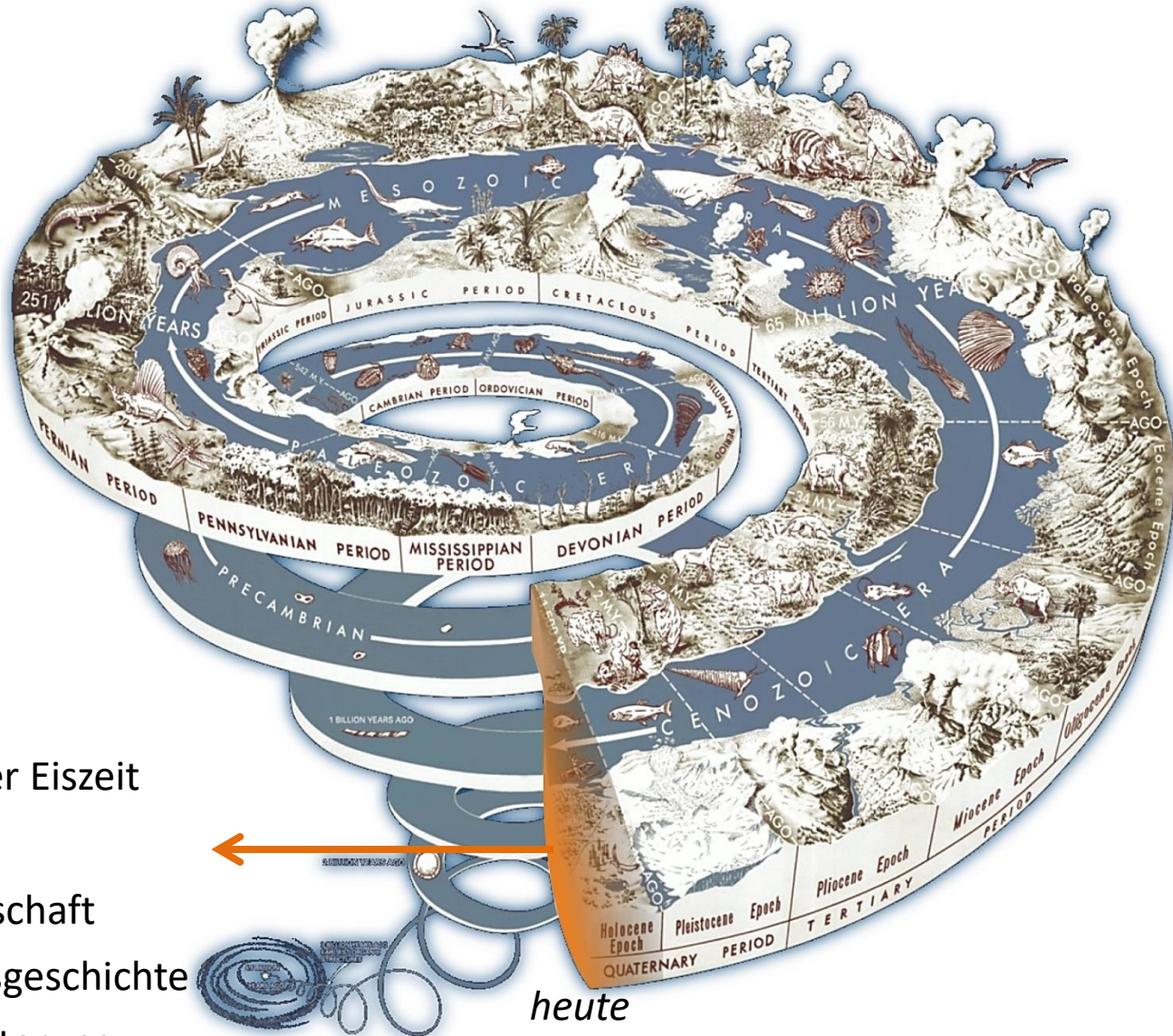
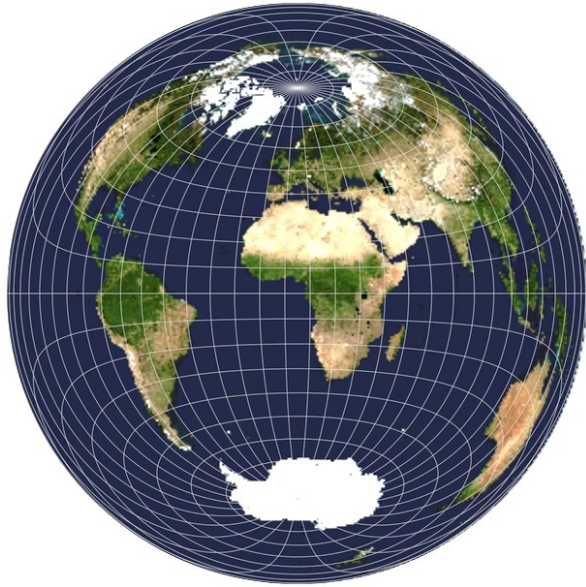


**Johan Rockström**

@jrockstrom

It took 50 years to push the Planet out of  
10,000 yrs of stability. Coming 50 years will  
determine future 10,000 yrs

# Die Epoche des Holozän (seit ~11.700 Jahren)



## HOLOZÄN

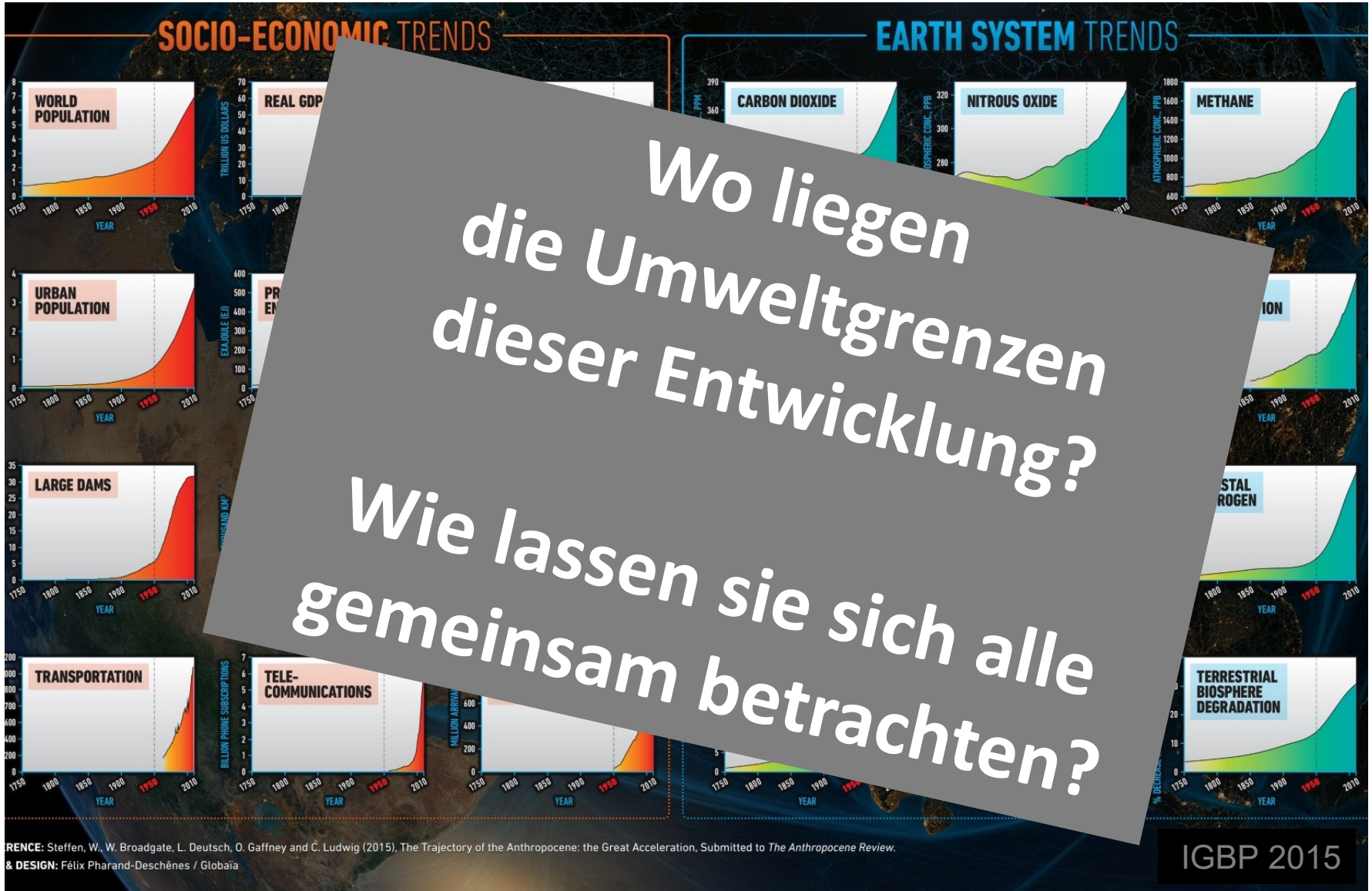
- Erderwärmung nach letzter Eiszeit
- quasi-stabiles Klima
- Aufkommen der Landwirtschaft
- Hochkulturen, Zivilisationsgeschichte
- Industrialisierung, Verstädterung
- Ressourcenverbrauch...

vor 4,5 Mrd. Jahren



# Holozän → Anthropozän

## Der Mensch als Umgestalter des Erdsystems:



# Das Konzept der *Planetary Boundaries* (PBs)



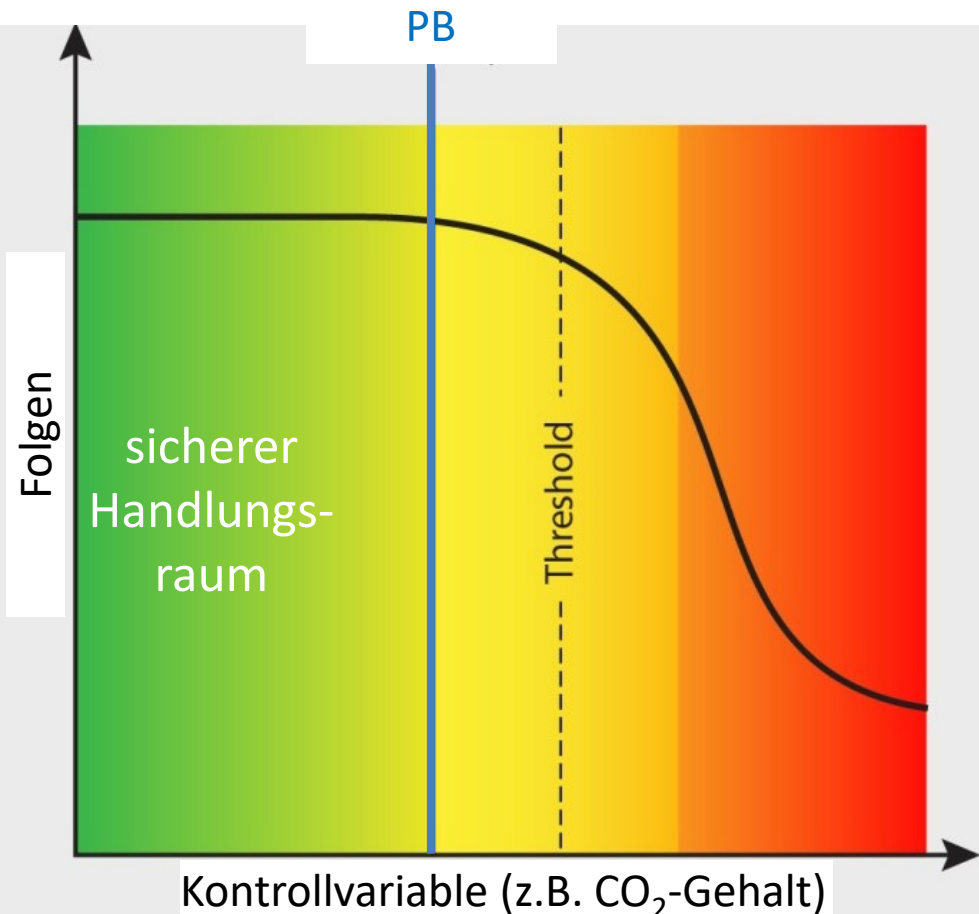
Johan Rockström et al.,  
*Nature* 2009



Will Steffen et al.,  
*Science* 2015

- Für **neun** wechselwirkende und vom Menschen stark beeinflusste Erdsystemprozesse wurden **PBs** identifiziert, die alle zusammen den **Holozän-Zustand** des Erdsystems markieren:  
Klimawandel · Biosphären-Integrität · Stratosphärischer Ozonabbau · Ozeanversauerung · Biogeochemische Flüsse · Landnutzungswandel · Süßwassernutzung · Aerosolgehalt der Luft · Einführung neuer Substanzen
- Das **Holozän gilt als ± sicherer Handlungsraum**, innerhalb dessen sich die menschliche Zivilisation entwickeln konnte – und der deshalb nicht verlassen werden sollte.
- Dieses **Vorsorgeprinzip** verweist auf Risiken, die mit einem Verlassen des sicheren Raums verbunden sind.

# Vorsorgeprinzip und sicherer Handlungsraum

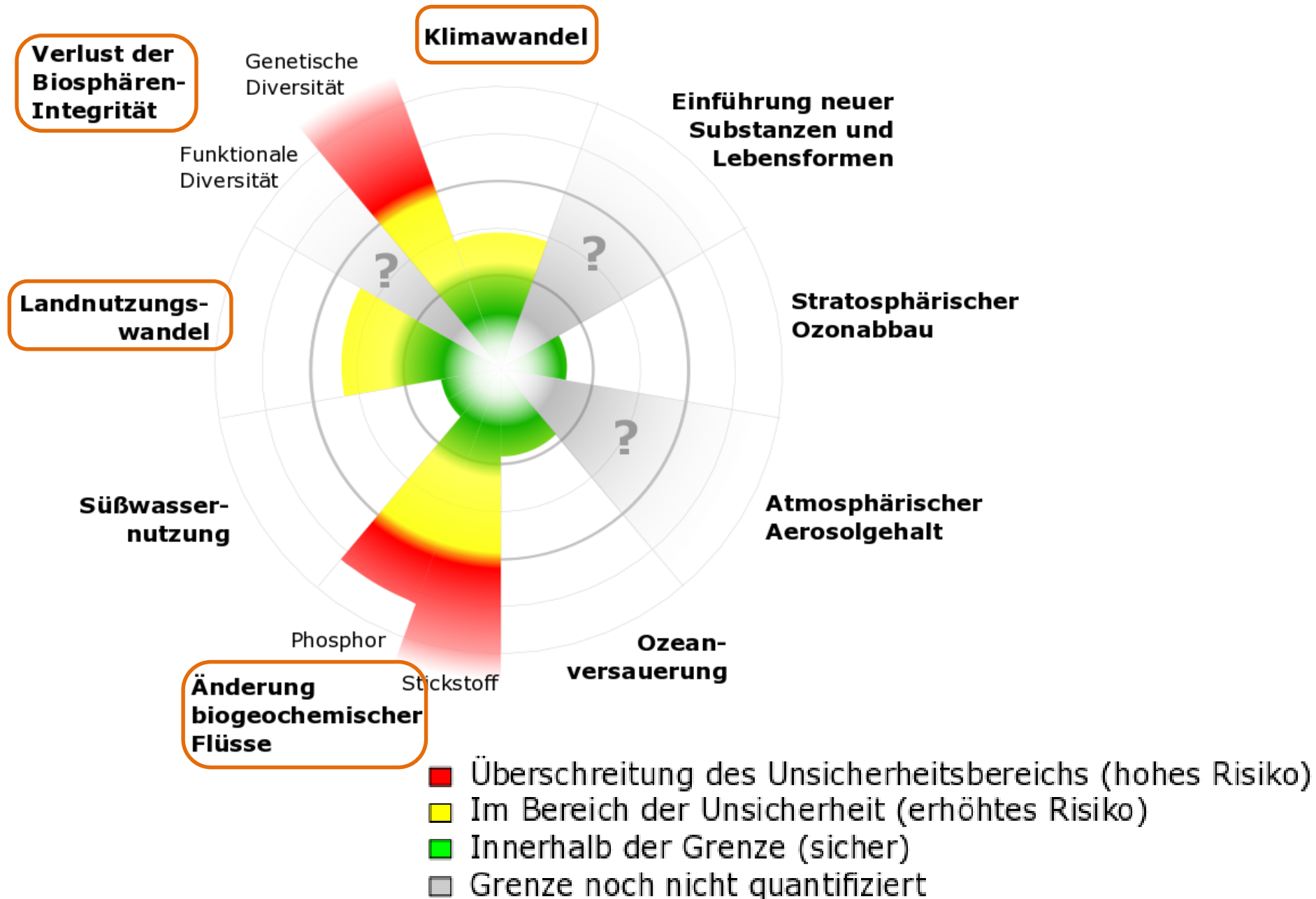


## Sicherheitsabstand wegen:

- ✓ Minimierung des Risikos fataler Entwicklungen
- ✓ Unbekannter Position kritischer Schwellenwerte
- ✓ Eventuell komplexen Rückkopplungen
- ✓ Prozessen mit langer Zeitverzögerung
- ✓ Unvorbereiteten Gesellschaften

- Überschreitung des Unsicherheitsbereichs (hohes Risiko)
- Im Bereich der Unsicherheit (erhöhtes Risiko)
- Innerhalb der Grenze (sicher)

# Vier Grenzen bereits überschritten



# Überschritten: PB für Klimawandel

Erdsystemprozess  
(mit Kontrollvariable)

PB ( $\pm$ Unsicherheit)

Heutiger Status

Klimawandel  
(atm. CO<sub>2</sub>-Konzentration)

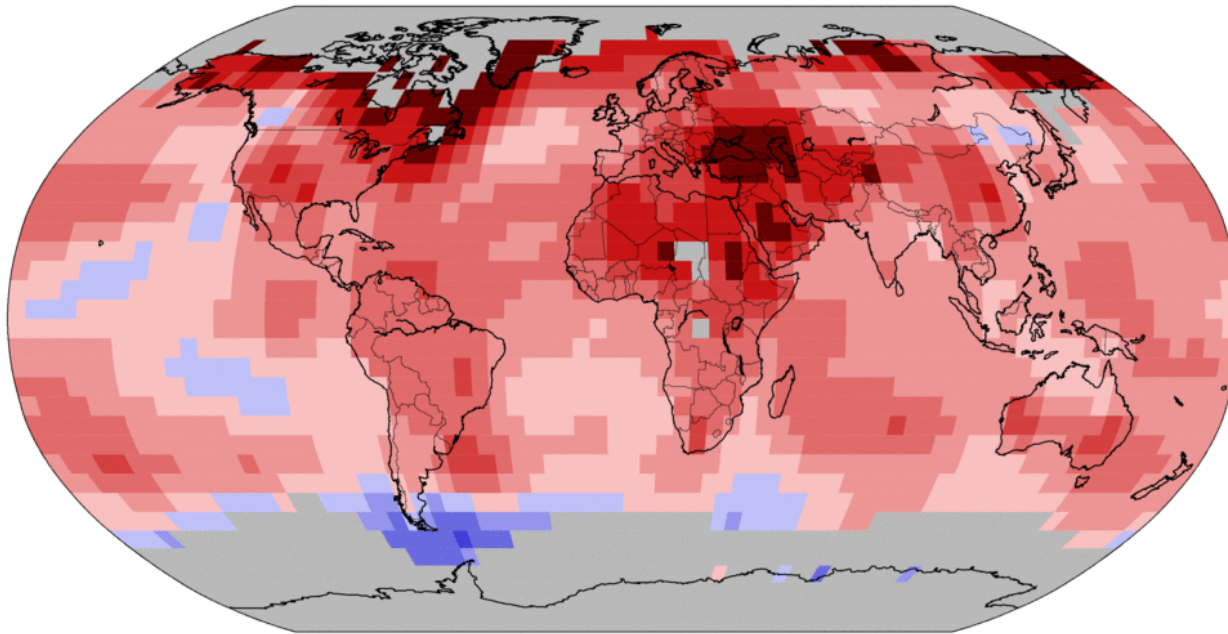
350(-450) ppm

**406 ppm**  
**(in Unsicherheitszone)**

Jan–Dec Land & Ocean Temperature Trends

Period: 1988–2017

Data Source: GHCN–M version 3.3.0 & ERSST version 4.0.0



-0.5 -0.4 -0.3 -0.2 -0.1 0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5

Degrees Celsius Per Decade

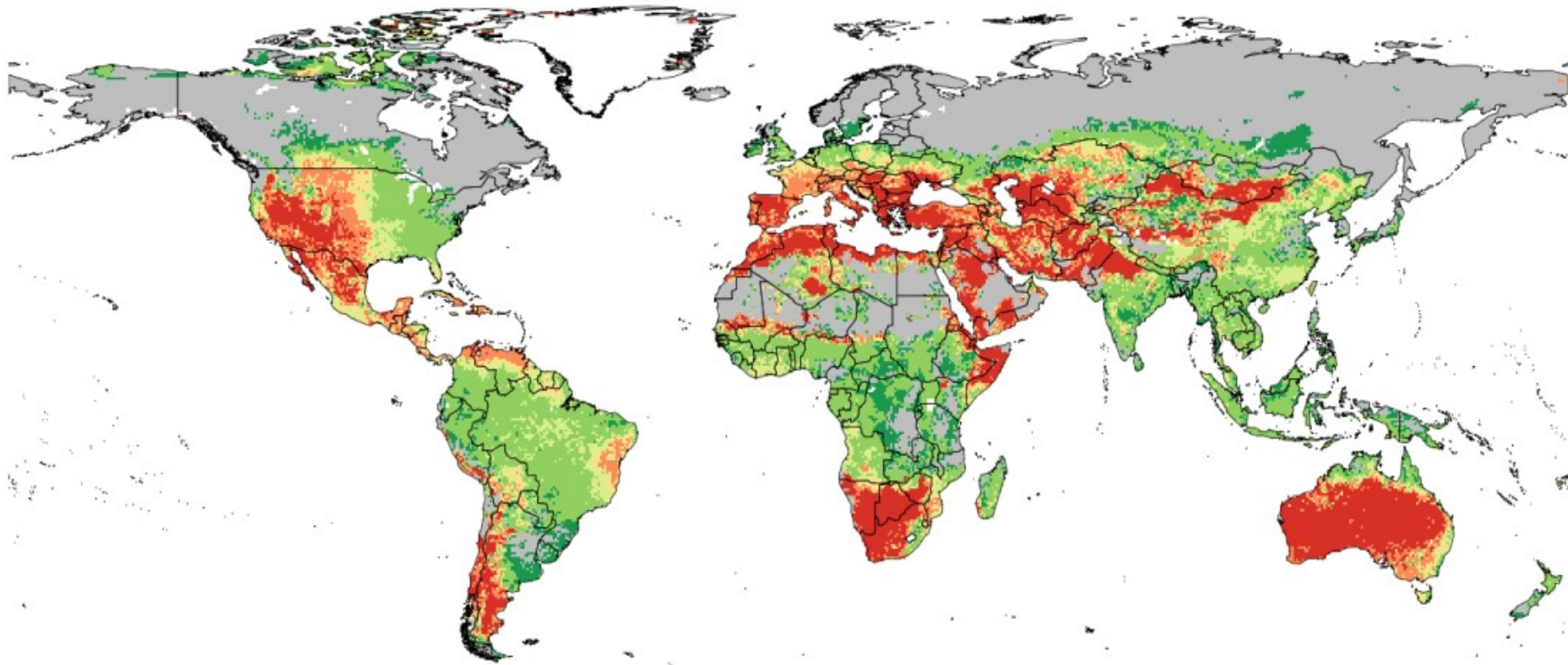
Please Note: Gray areas represent missing data  
Map Projection: Robinson



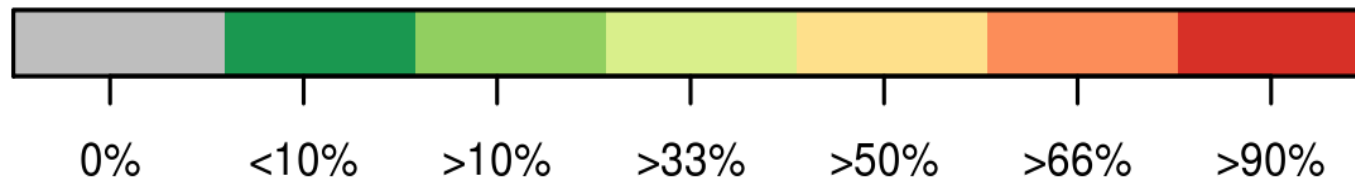


# Folgen weiterer Überschreitung Bsp. Wasserverknappung

## +5°C (business-as-usual-Szenario)



Risiko höherer Wasserknappheit (19 Klimamodelle)





# Überschritten: PB für Landnutzungswandel

Erdsystemprozess  
(mit Kontrollvariable)

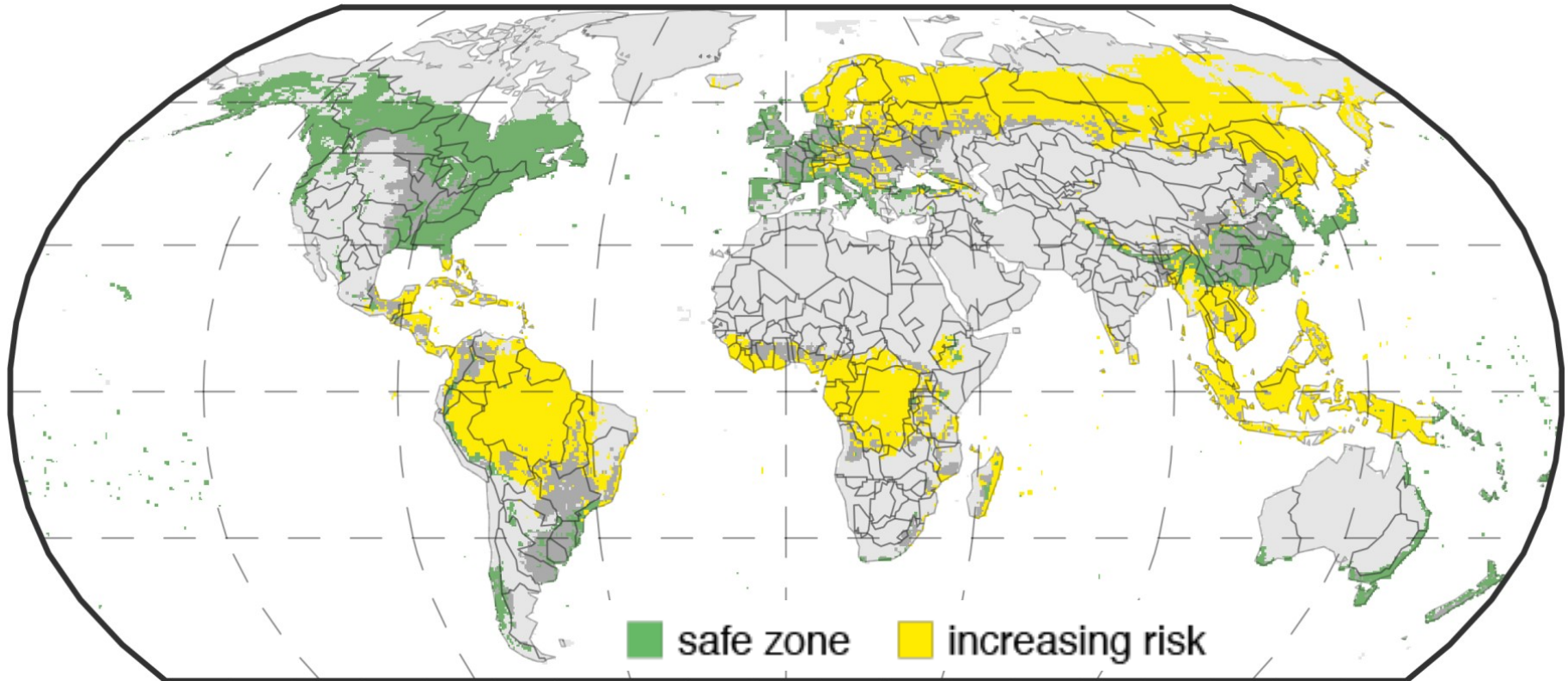
PB ( $\pm$ Unsicherheit)

Heutiger Status

Landnutzungswandel  
(Anteil ursprünglichen Waldes)

75(-54)%

**62%**  
**(in Unsicherheitszone)**



Räumliche Verteilung: pro Kontinent und Ökozone; PIK 2018

# Überschritten: PB für Biosphären-Integrität

Erdsystemprozess  
(mit Kontrollvariable)

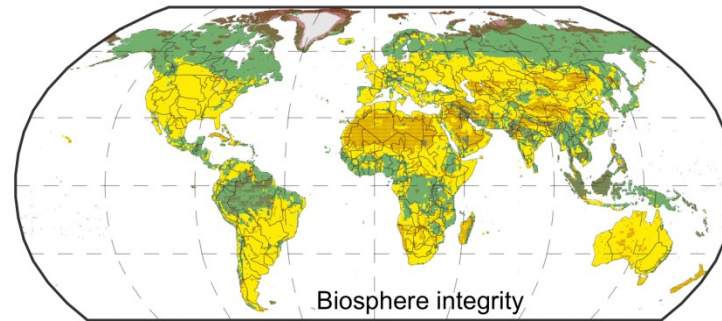
PB ( $\pm$ Unsicherheit)

Heutiger Status

Biosphären-Integrität  
(Extinktionen pro  
Mio. Speziesjahre)

$<10(-100)$  E/MSJ

**100-1000 E/MSJ**  
(in Hochrisikozone)



# Überschritten: PB für biogeochemische Flüsse

Biogeochemische Flüsse  
(P-Eintrag in Ozeane,  
industr.+biol. N-Fixierung)

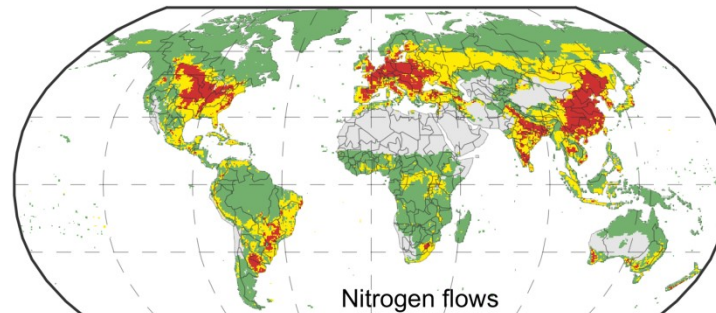
$11(-100)$  Tg P yr<sup>-1</sup>

$62(-82)$  Tg N yr<sup>-1</sup>

**22 Tg P yr<sup>-1</sup>**

**150 Tg N yr<sup>-1</sup>**

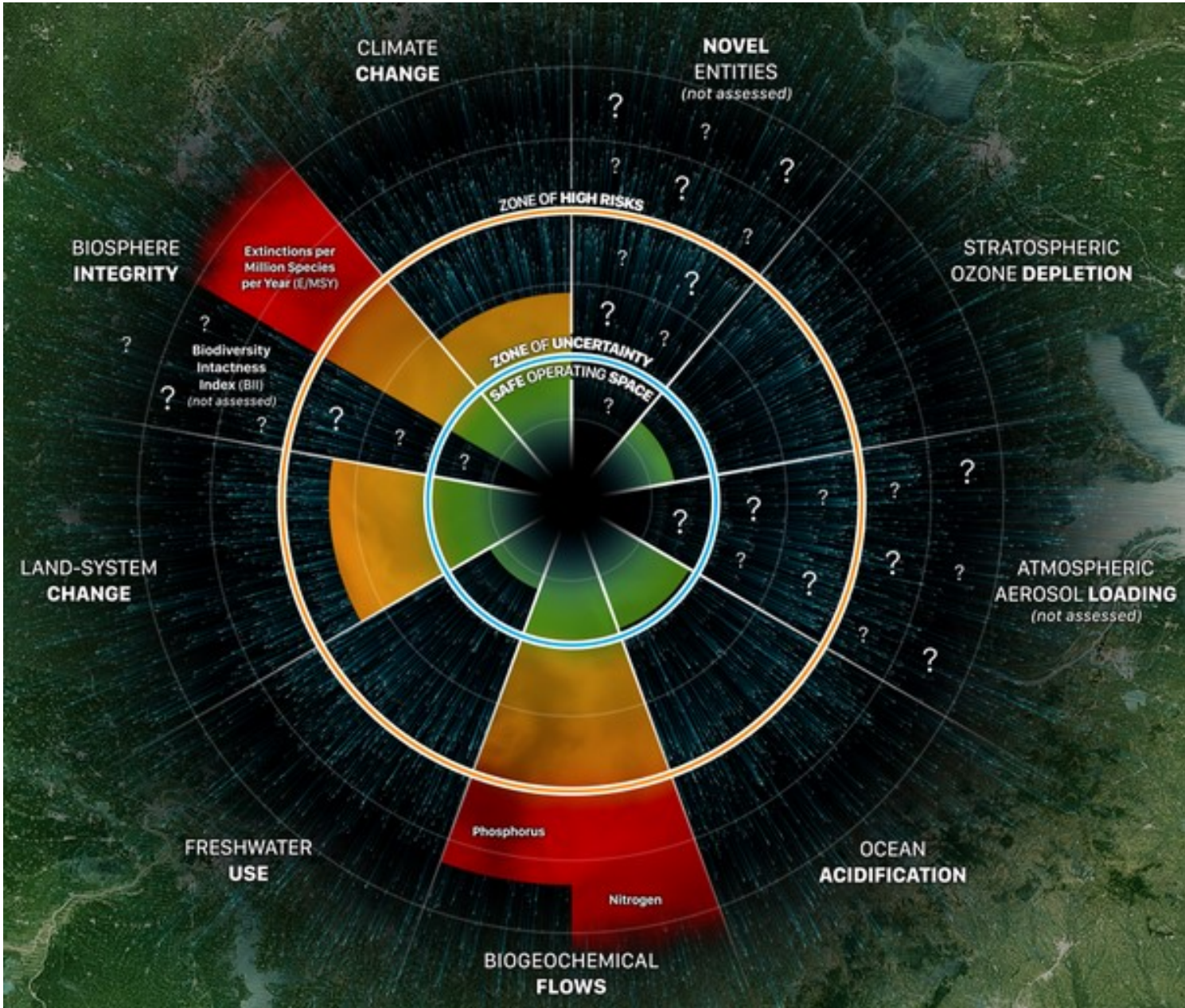
(in Hochrisikozone)





# Historische Entwicklung

2015





# Herausforderung für Politik und Wirtschaft

→ Vier Schritte der Operationalisierung in der Praxis:

1. **Regionalisierung** der PBs z.B. auf Länder-Ebene / Schaffung von Schnittstellen mit bestehenden Konzepten
2. **Abgleich** mit aktuellem Status ('Barometer')
3. **Umsetzung** von Änderungen in Politik und Unternehmen
4. **Verringerung der Beiträge** zur Überschreitung der PBs

# Regionalisierung nicht ganz einfach

*Einfacher Fall*: Globales Problem mit globalem Limit – z.B. Umlegung **Klima-PB** auf Emission, 2 t CO<sub>2</sub>/Kopf/Jahr

*Schwierigerer Fall*: Regionales Problem mit globalem oder überregionalem Limit – z.B. **Wasser-PB** nicht global/gleichverteilt

Regionalisierungsansätze (erarbeitet für EU, Schweiz, Südafrika u.a.):

- **Wassernutzung**: ökologischer Mindestwasserbedarf von Flüssen
- **Landnutzung**: zu erhaltende Waldfläche pro Region/Land
- **Biodiversität**: Anteil pro Region/Land an globalem Artenreichtum
- **Stickstoff**: Lokal tolerabler Eintrag in Gewässer

Nykvist et al., Cole et al., Dao et al., Hoff et al., Steffen et al., Häyhä et al., EEA, ...

# Regionalisierung nicht ganz einfach

## Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries

A study commissioned by the Swiss Federal Office for the Environment

Final Report



Operationalizing the concept of a  
safe operating space at the  
level – first steps and challenges

Stockholm Resilience Centre  
Sustainability Science for Biosphere Stewardship



hosted by:



Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety



Umwelt Bundesamt



DBU  
Deutsche Bundesagentur für Umwelt



OUTCOMES OF THE  
INTERNATIONAL CONFERENCE

„MAKING THE PLANETARY  
BOUNDARIES CONCEPT WORK“,  
BERLIN APRIL 24-25, 2017



organized by:



adelphi



SEI STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE



PIRE



# Innerhalb der PBs bleiben – was tun?

*Wassernutzung*



**Keine Wasserverschwendung**

*Klimawandel &  
Ozeanversauerung*



**Null-Emissionen**

*Artenverlust*



**Erhalt von Ökosystemen**

*Landnutzung &  
N-/P-Flüsse*



**Nachhaltige Landwirtschaft**

*Neue Substanzen*



**Revision von Produktionsweisen**

*Aerosolgehalt*



**Filtertechniken, strenge Kontrolle**

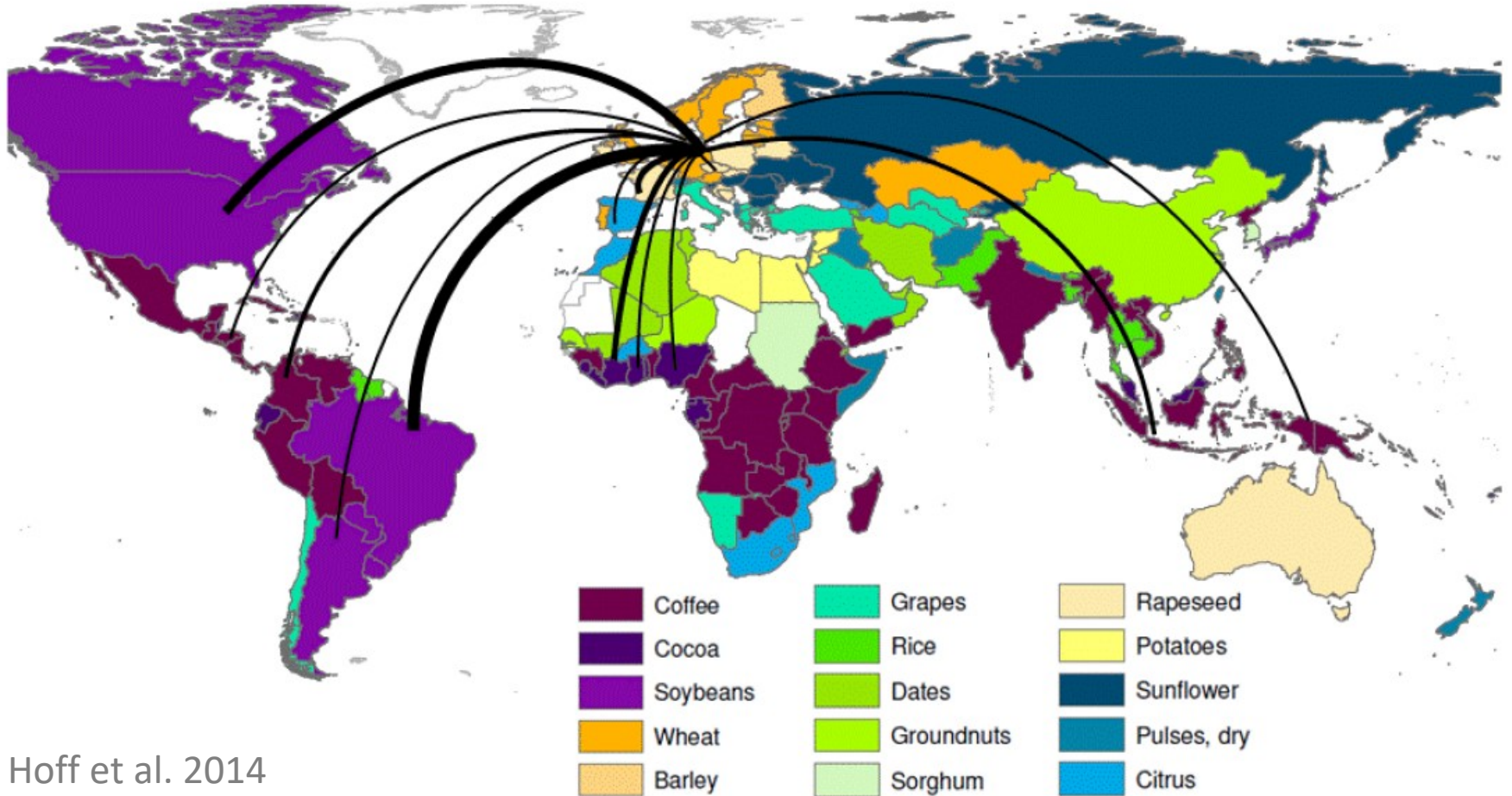
*Stratosph. Ozonabbau*



**Weiterhin keine FCKW ...**

# ... Nicht nur vor der eigenen Haustür

Bsp. mit Nahrungsmiteleinfuhr nach Berlin verbundene Wassermenge:



Hoff et al. 2014

*Farben:* Hauptexporteur des jeweiligen Produkts. *Pfeilstärken:* importierte virtuelle Wassermenge

# Ausblick

1. Das Konzept der Planetaren Grenzen erfordert **mehrdimensionales globales** Denken.
2. Seine Umsetzung (im Einklang mit sozialen Zielen) erfordert **“horizontal” und “vertikal” abgestimmte Politiken**.
3. Die Berechnung der PBs ist **weiter zu verbessern**: Regionalisierung, Interaktionen, Folgen der Überschreitung.
4. Innerhalb aller PBs zu bleiben ist ein **sehr ambitioniertes Ziel**; doch jede(r) kann im eigenen Wirkungsbereich beitragen.



**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit!**