



# Ökonomie des Klimawandels

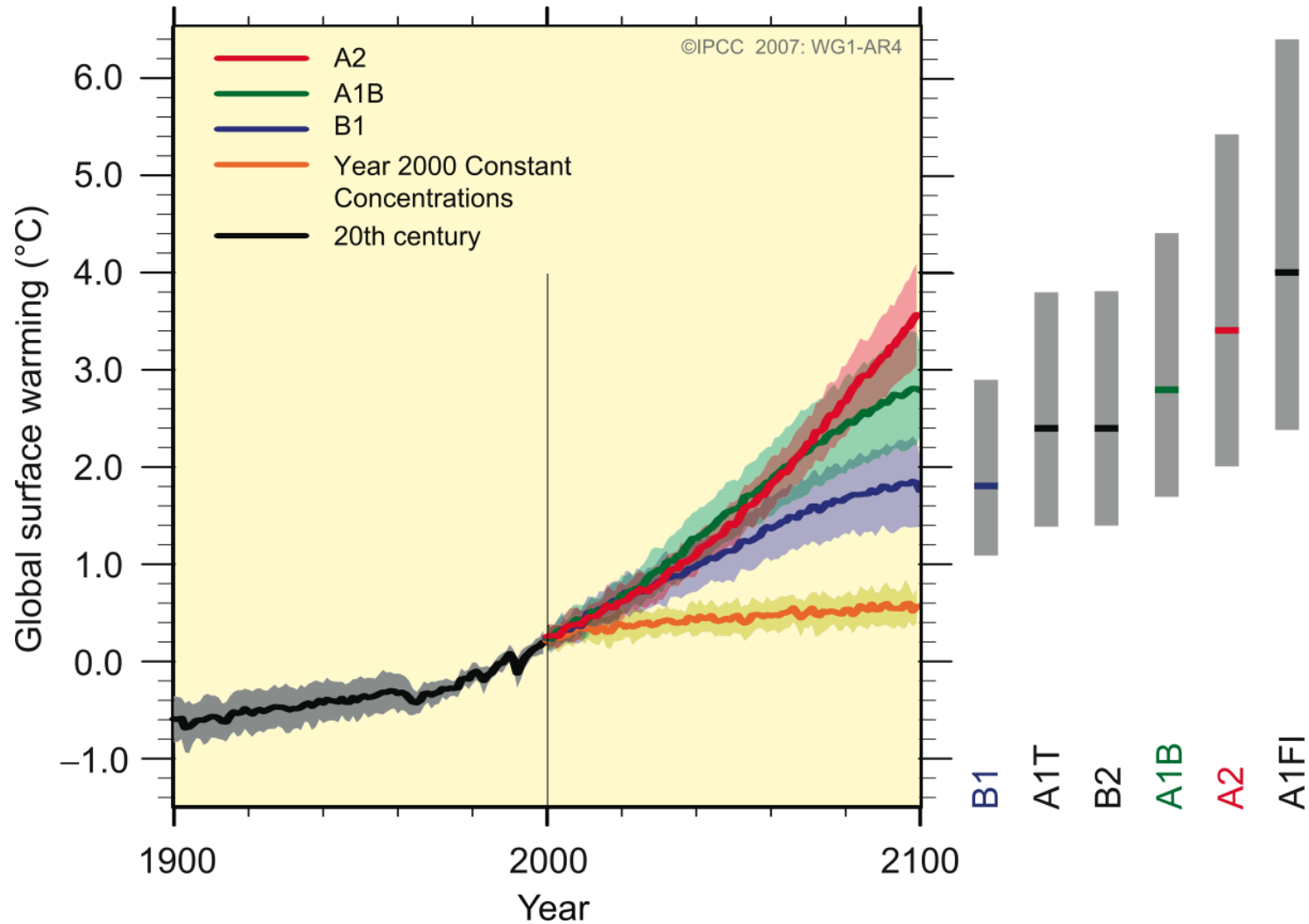
## Herausforderungen an eine globale und nationale Energiewende

Besuch der *Wilhelm von Finck Deutsche Family Office AG* am PIK

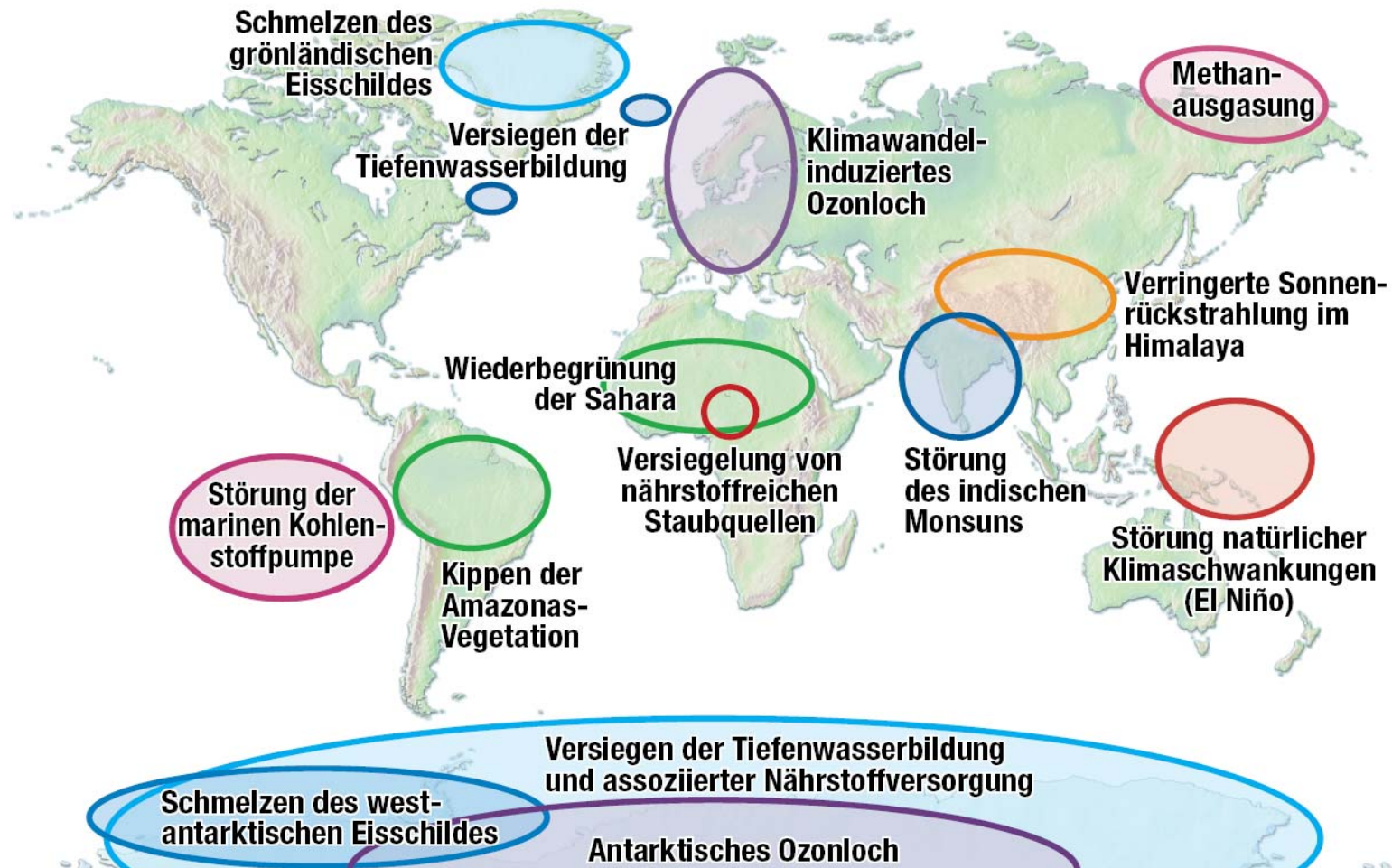
Potsdam, 8. November 2011  
Prof. Dr. Ottmar Edenhofer



# Was sind die Effekte auf das Klima?

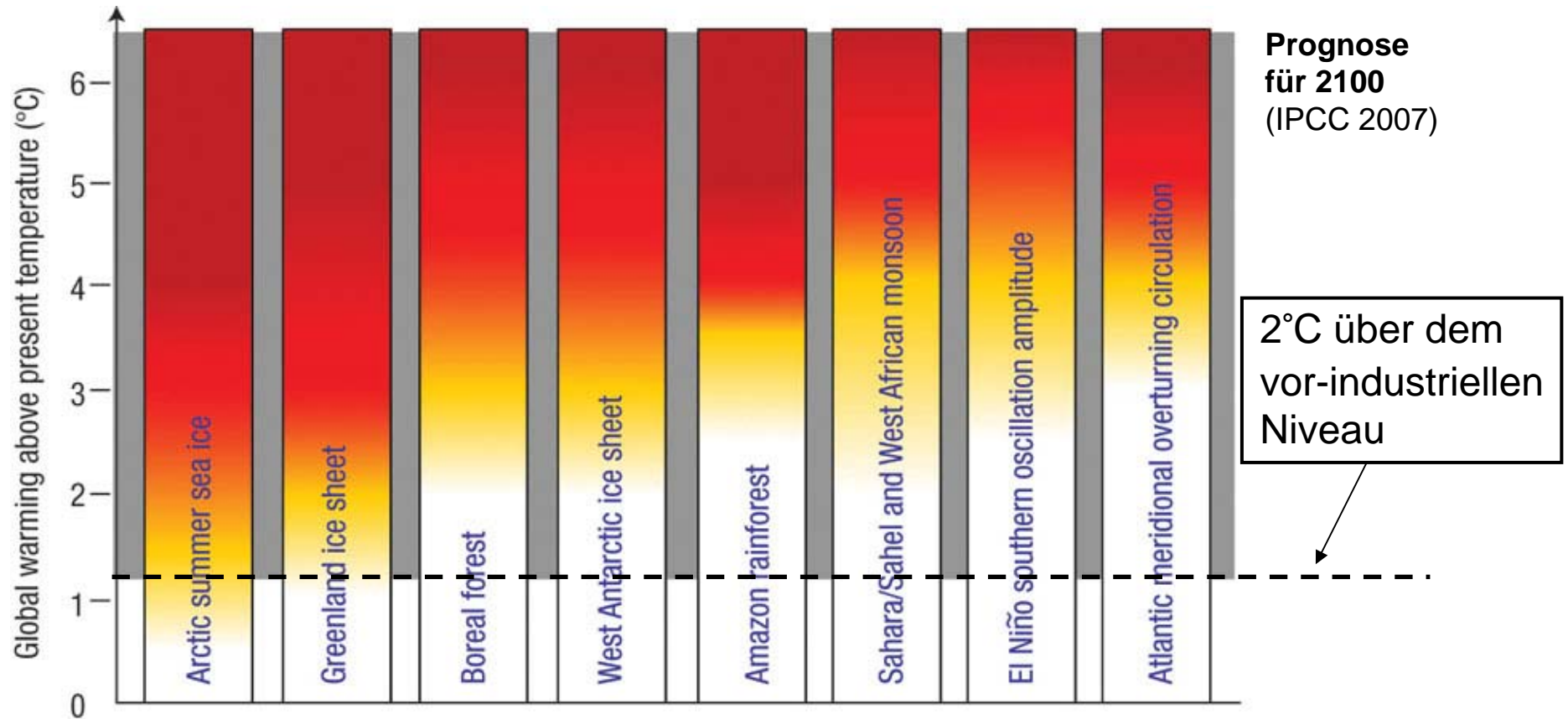


# Kippschalter im Erdsystem



**„Kippprozesse des Klimasystems“ zeigen eine starke Reaktion bereits auf kleine Klimaveränderungen**

# Das Ampeldiagramm



# Klimaschutz als Versicherung

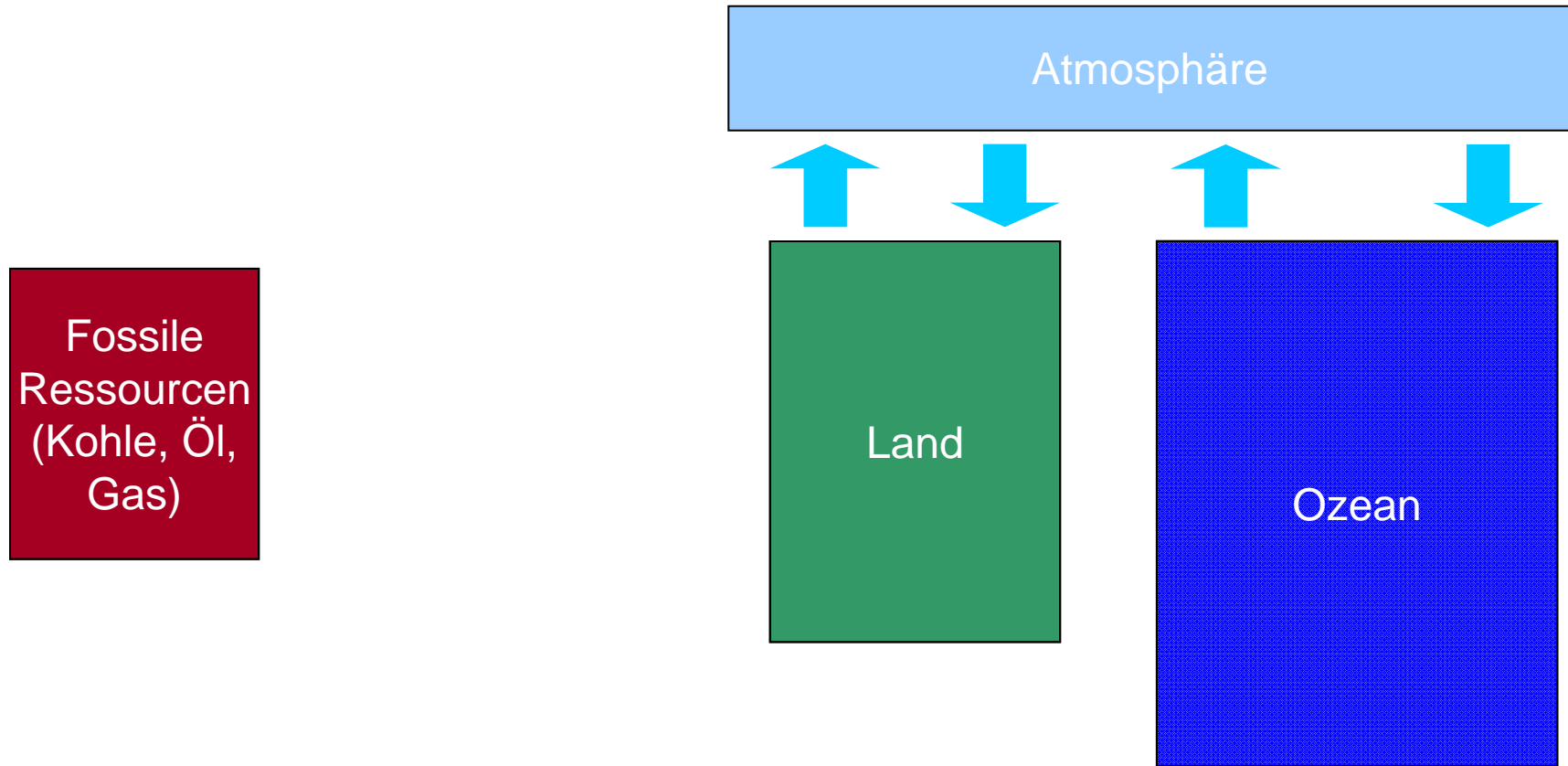
- In diesem Fall bricht das Kosten-Nutzen Kalkül zusammen, da Risikoaversion dazu führt, dass praktisch das gesamte Einkommen aufgewendet würde, um die Möglichkeit katastrophaler Schäden auszuschalten
- Klimapolitik als **Versicherung gegen katastrophalen Klimawandel!**

Wahrscheinlichkeit (in Prozent) den jeweiligen globalen Temperaturanstieg zu überschreiten

Stabilisationsniveau (in ppm CO <sub>2</sub> -Äquivalent)	2°C	3°C	4°C	5°C	6°C	7°C
450	78	18	3	1	0	0
500	96	44	11	3	1	0
550	99	69	24	7	2	1
650	100	94	58	24	9	4
750	100	99	82	47	22	9

# Das vorindustrielle Erdsystem – ein Sketch

---

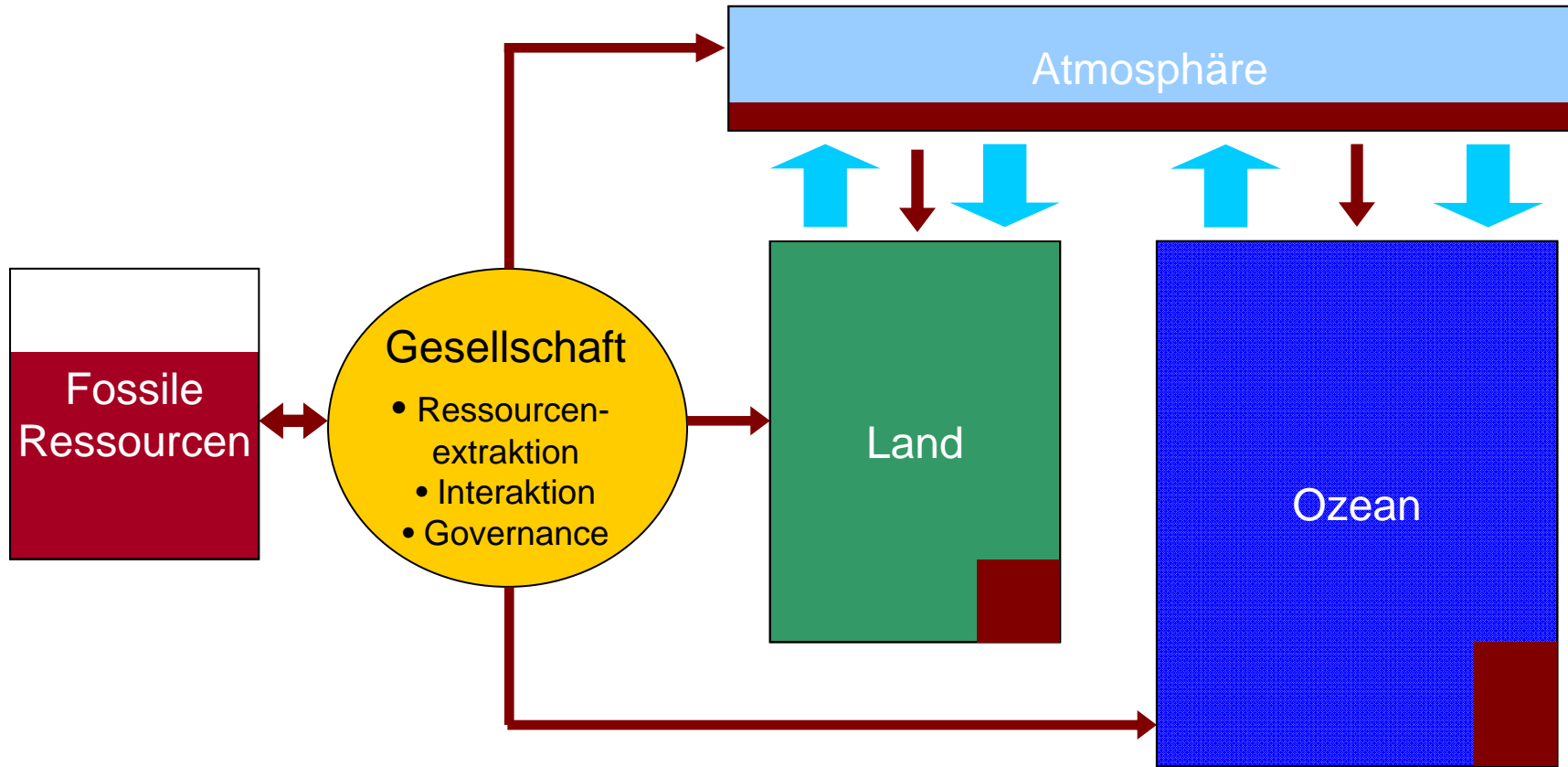


Nach Lenton (2011)

# Von der Sonnenstrom- zur fossilen Bestandsökonomie

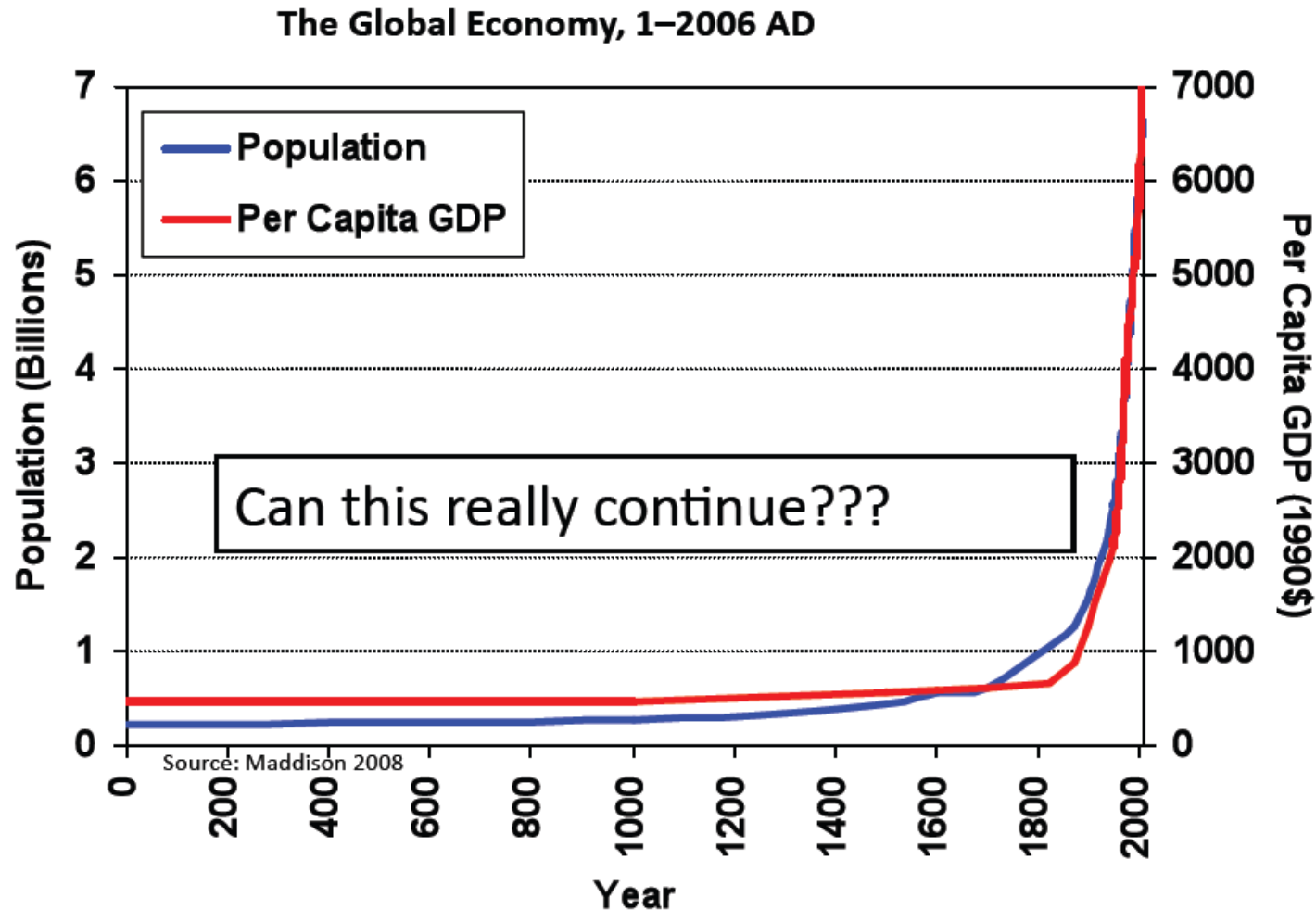
## Das Erdsystem des Anthropozäns

---



Nach Lenton (2011) und Ostrom (2011)

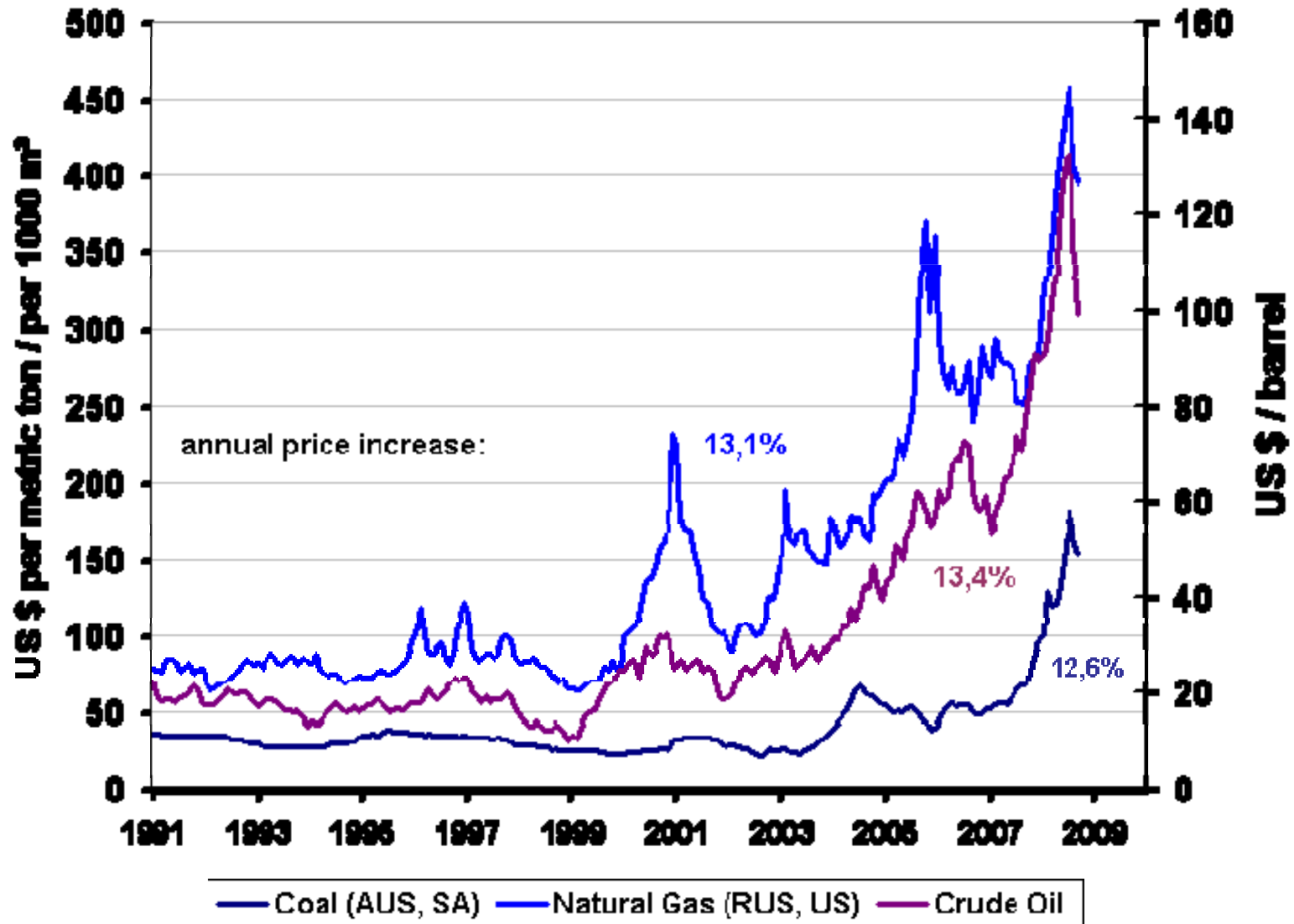
# Der Lotteriegewinn des fossilen Ressourcenbestandes!



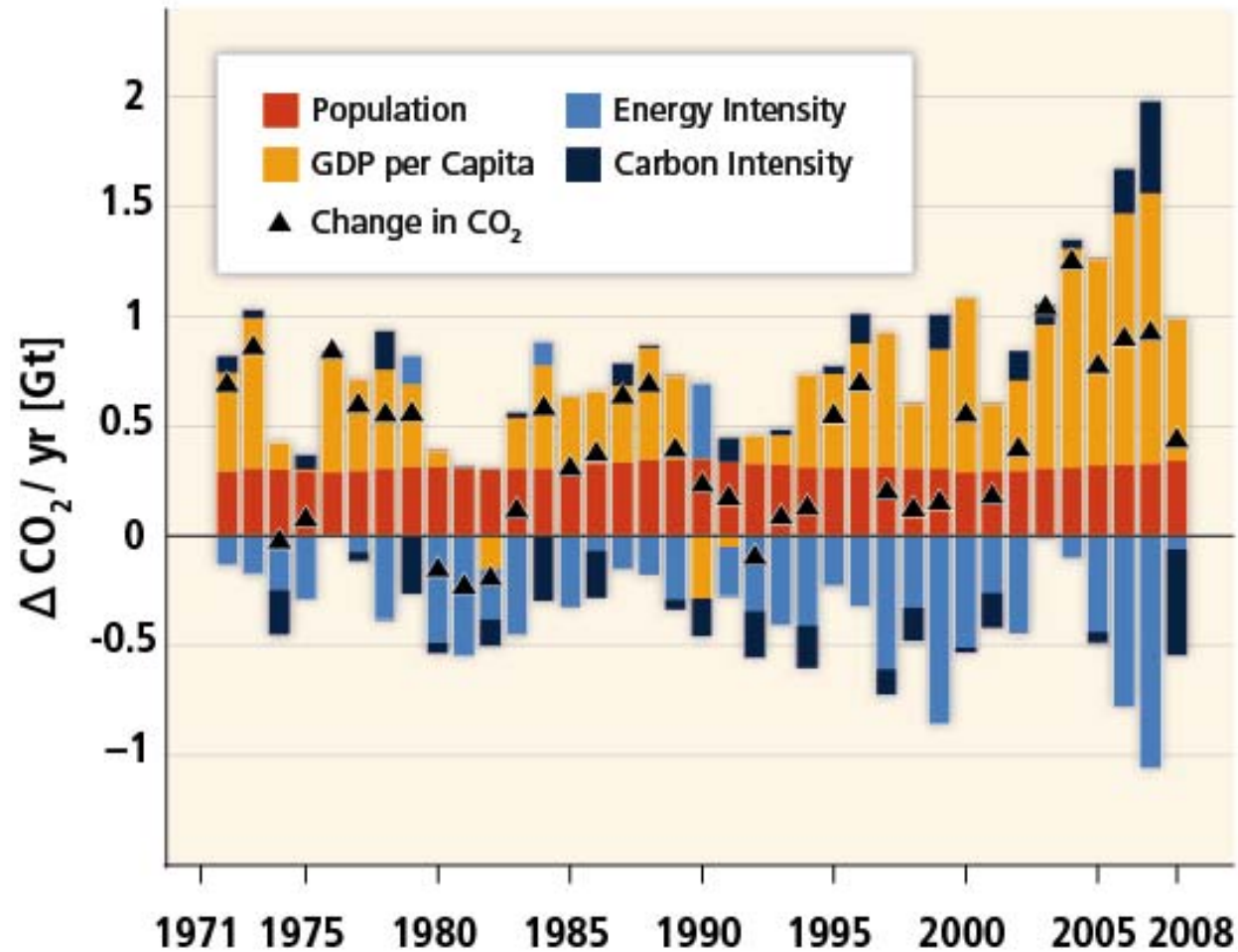
# Renaissance der Kohle?

## Global Fossil Fuel Prices 1991 - 2008

IMF International Commodities Database

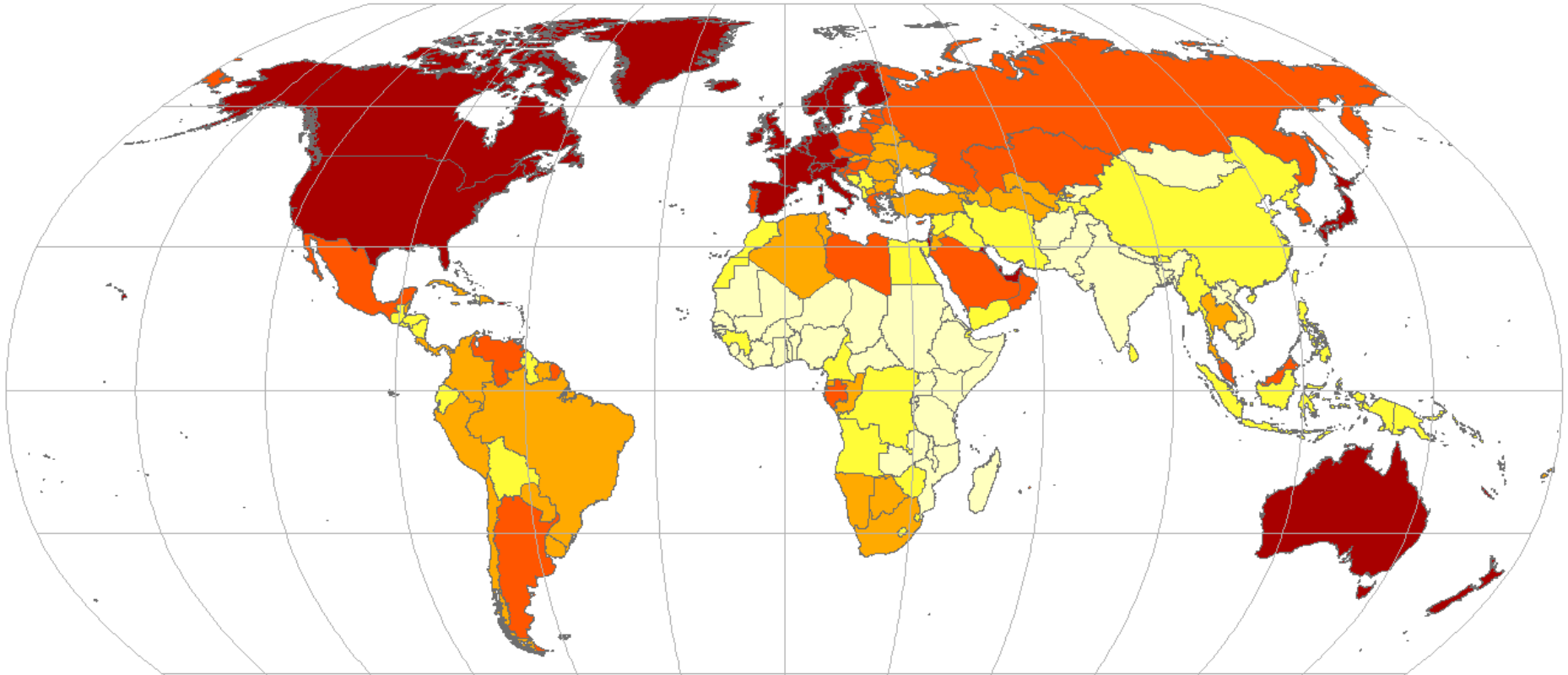


# Wir sind nicht auf dem richtigen Weg

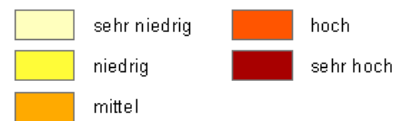


# Weltkarte des Vermögens

---



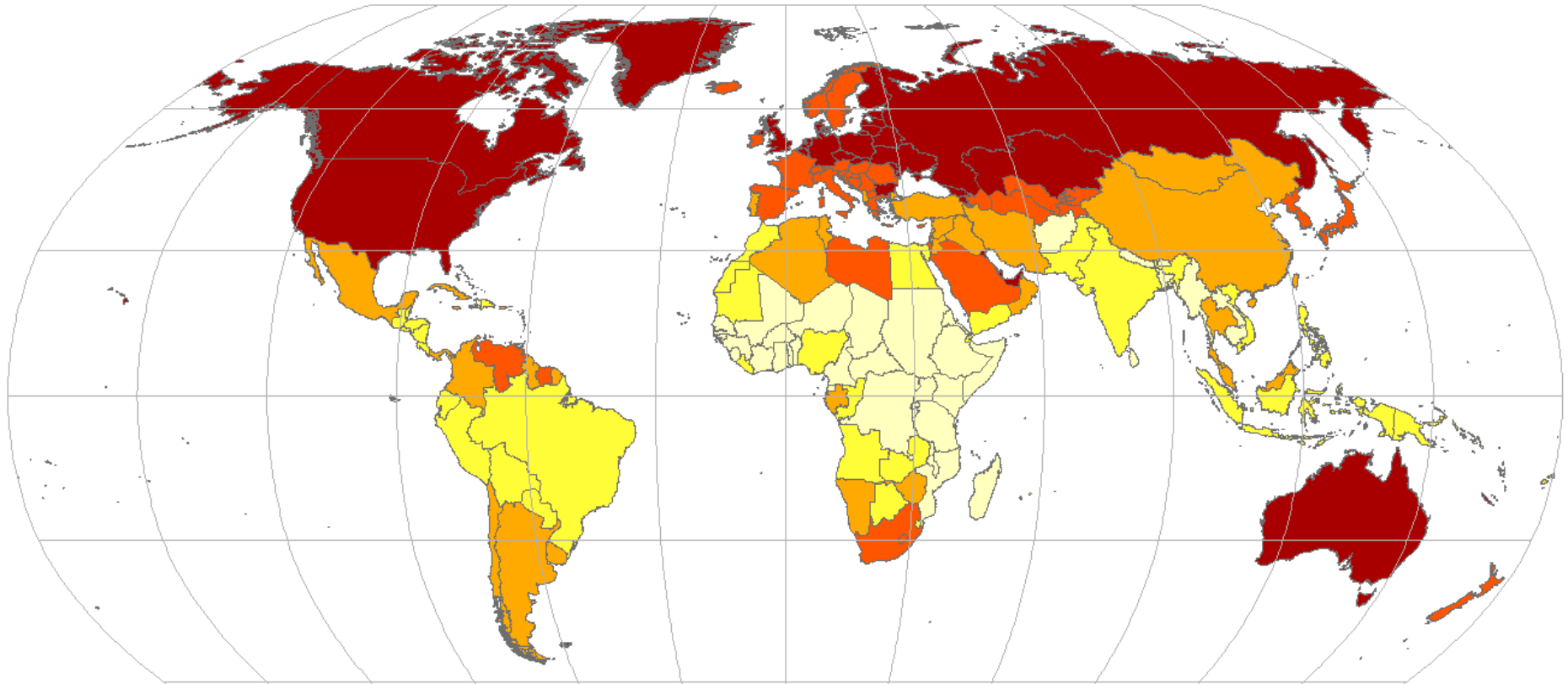
## Kapitalbestand pro Person



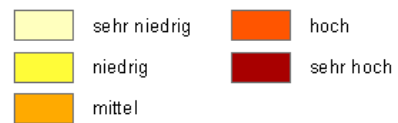
Source: Füssel (2007)

# Ablagerungen in der Atmosphäre

---

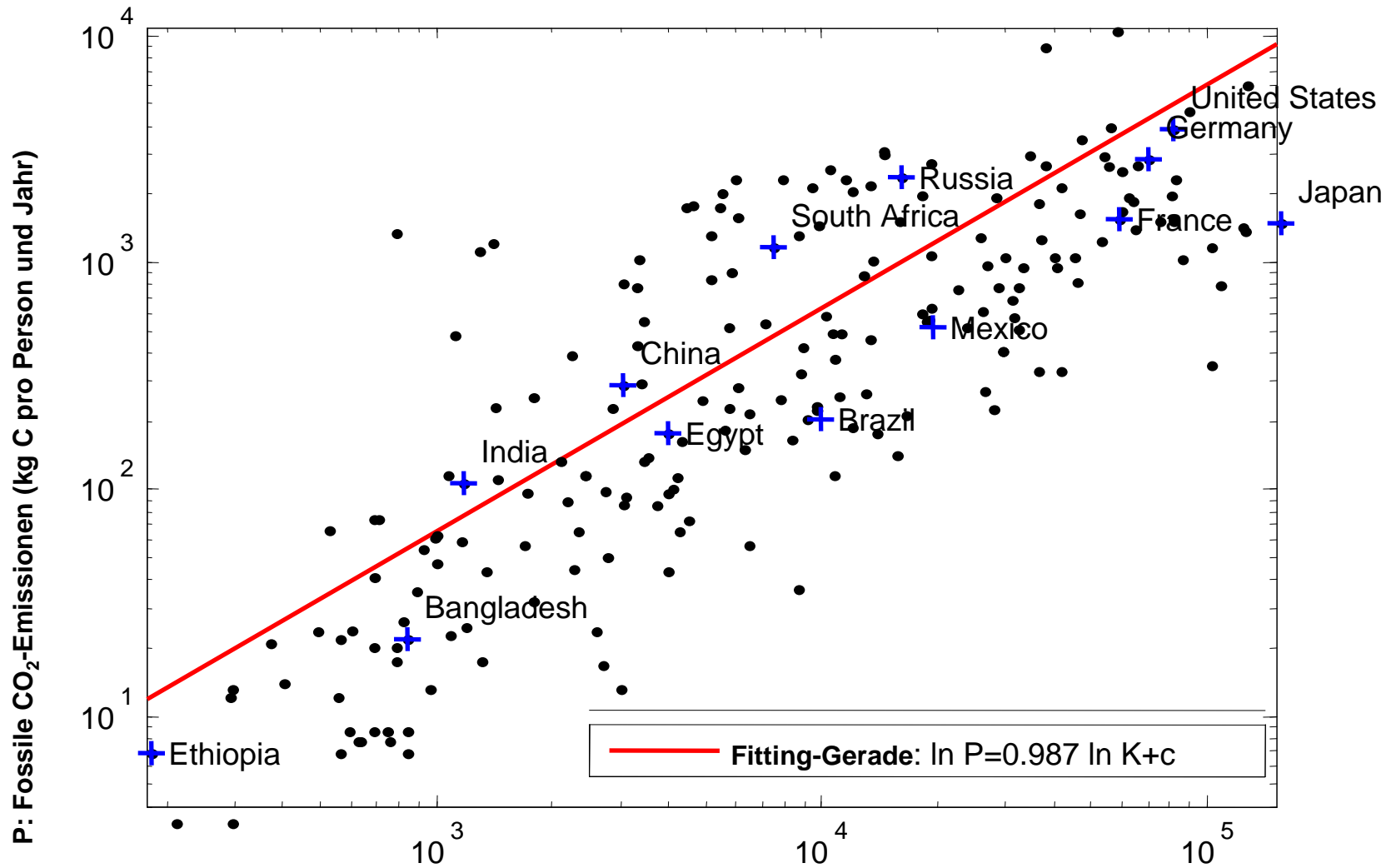


Fossile CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Person (1950-2003)



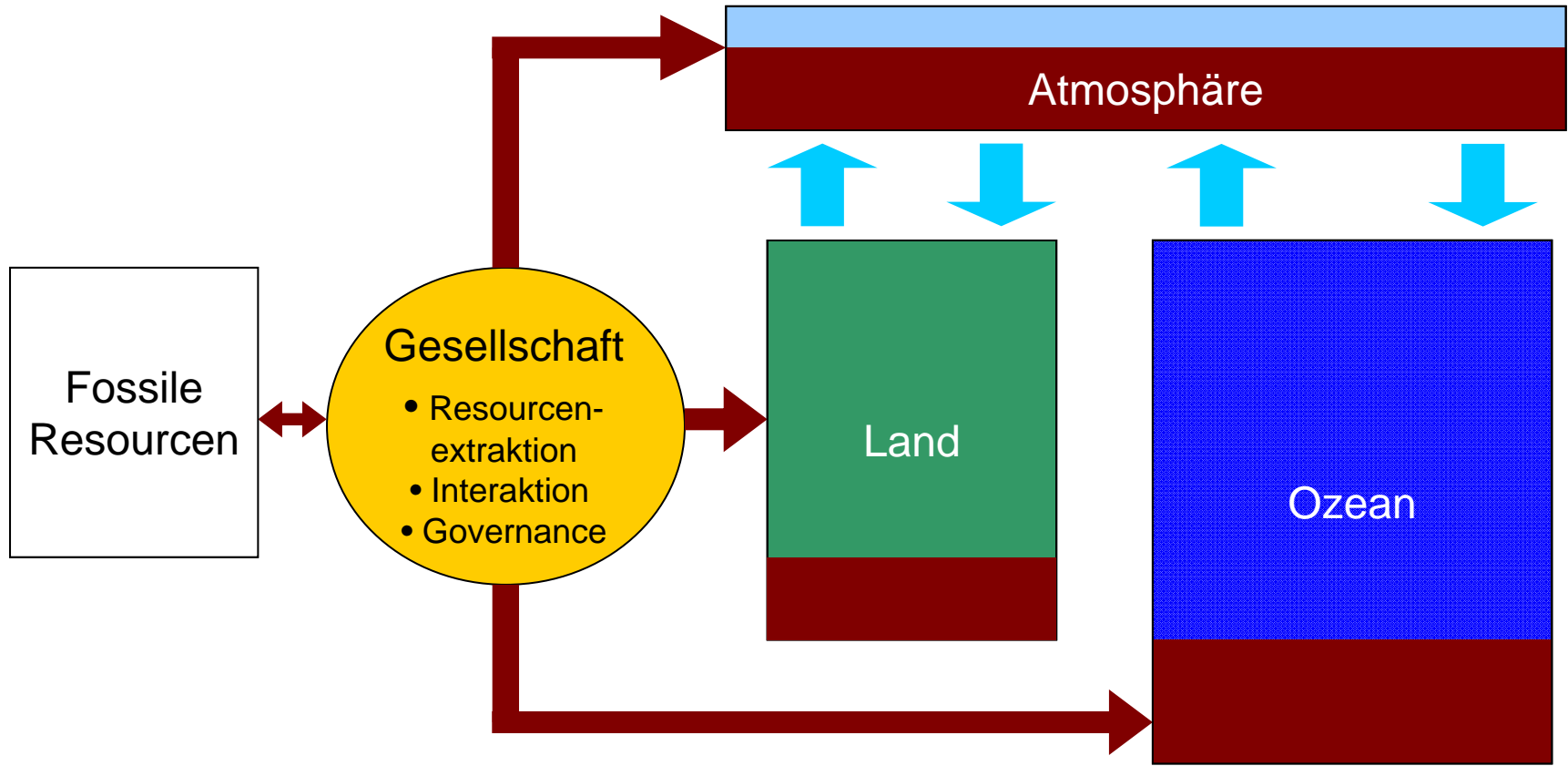
Source: Füßel (2007)

# Kohlenstoff und Vermögen



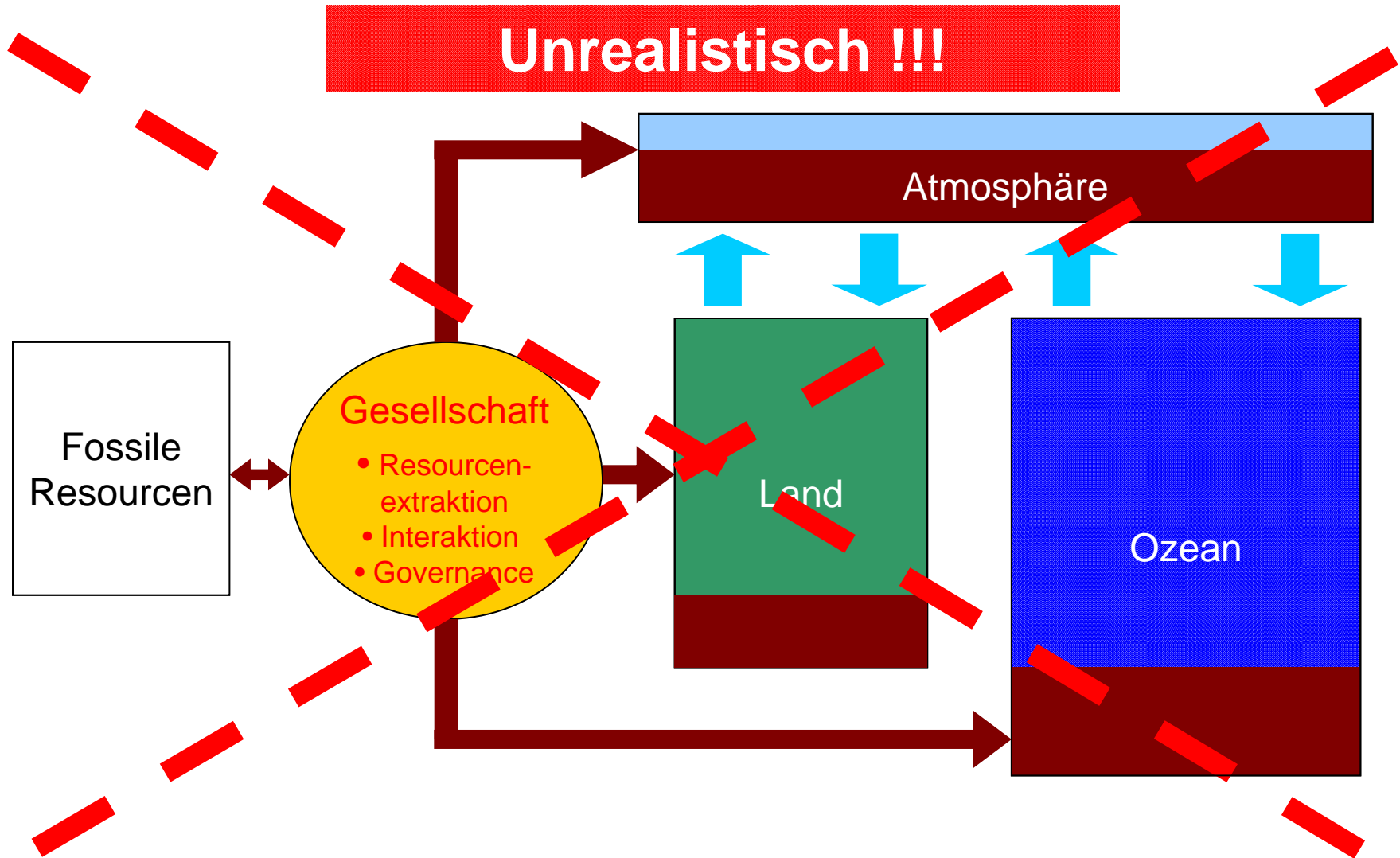
K: Kapitalbestand (US\$2000 pro Person)

# Welcher Zukunft zugewandt?



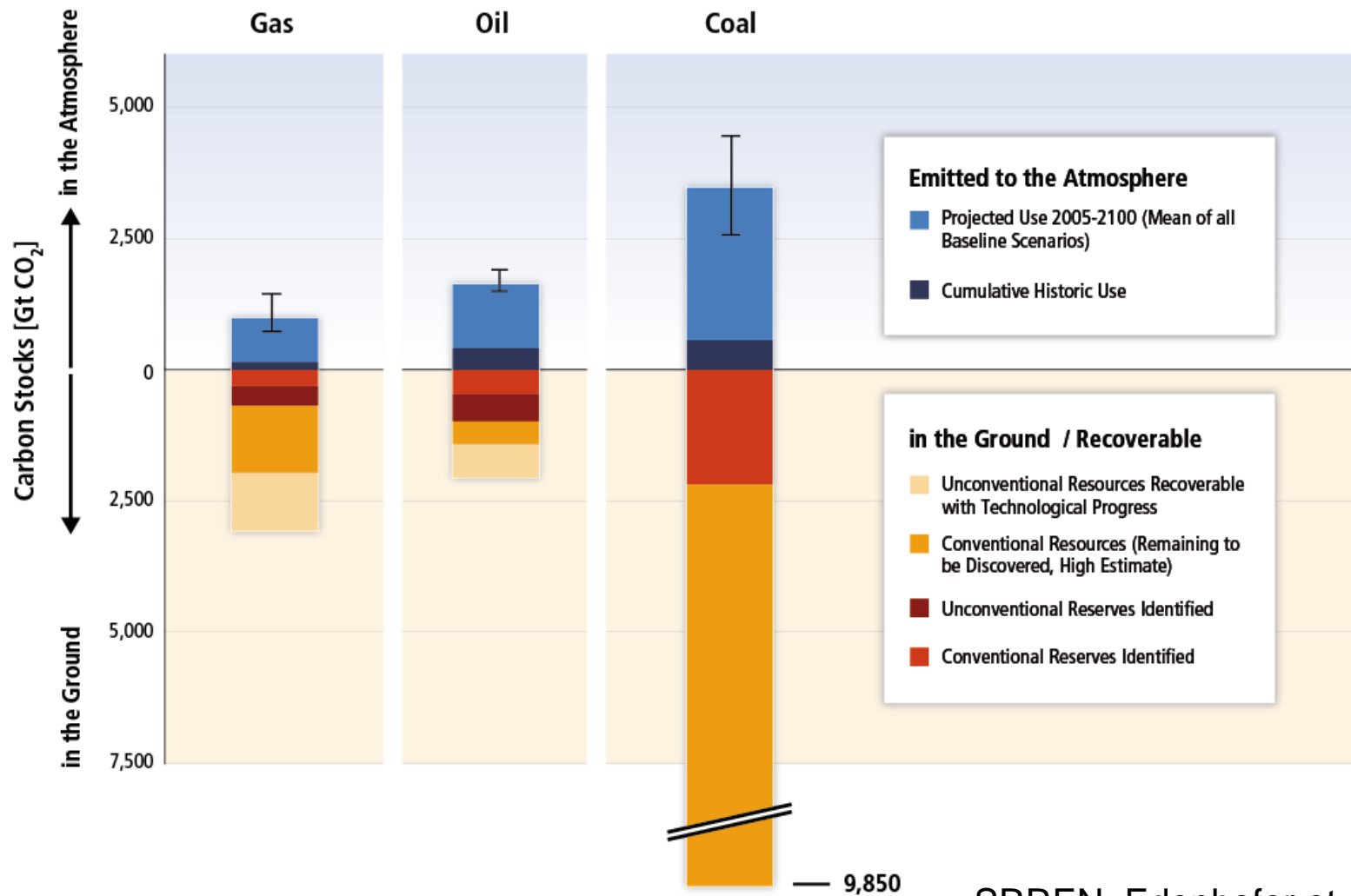
Nach Lenton (2011) und Ostrom (2011)

# Welcher Zukunft zugewandt?



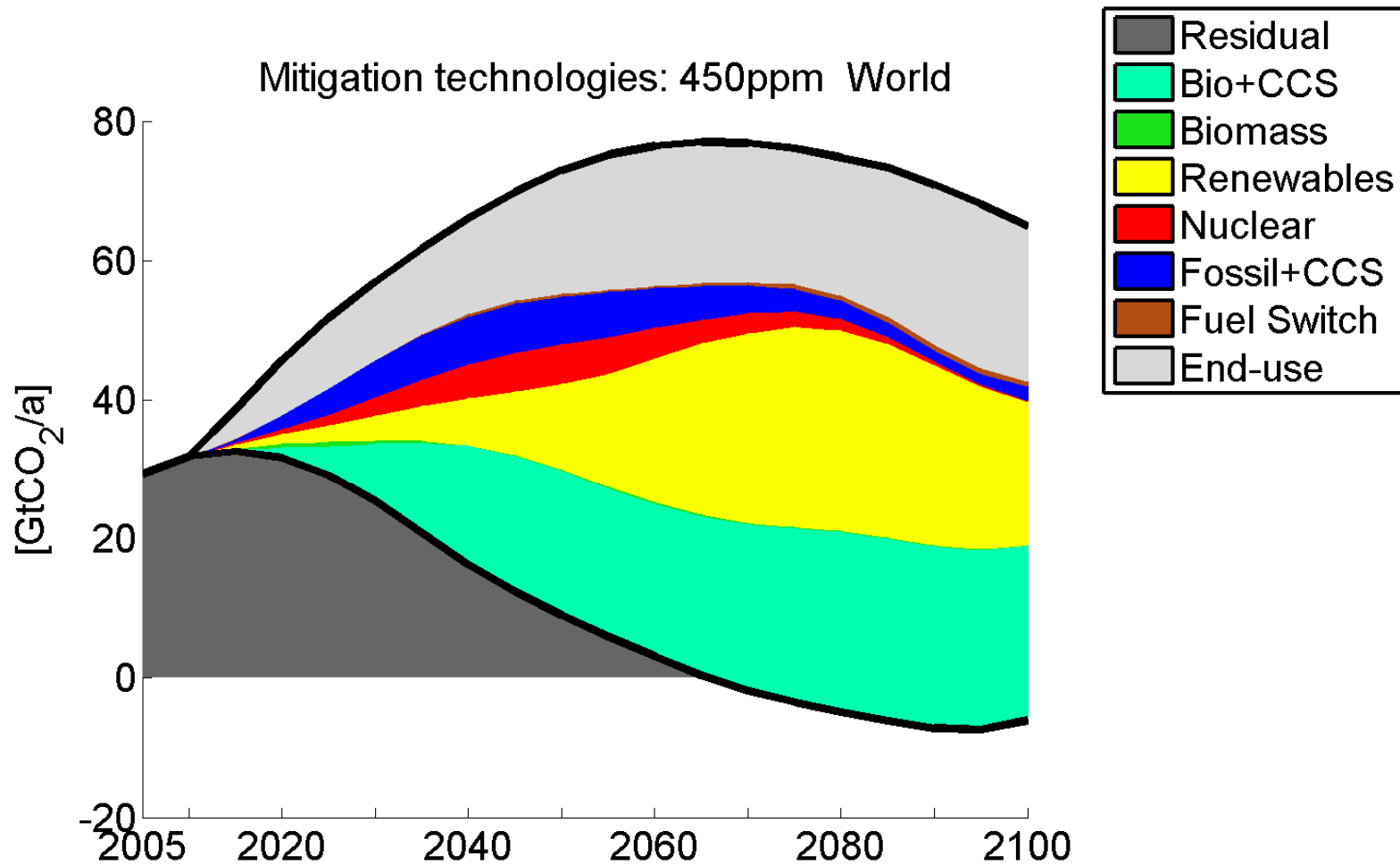
Nach Lenton (2011) und Ostrom (2011)

# Die BAU Szenarien könnten das Niveau der Treibhausgaskonzentration von 600ppm überschreiten (~4° C Temperaturanstieg)



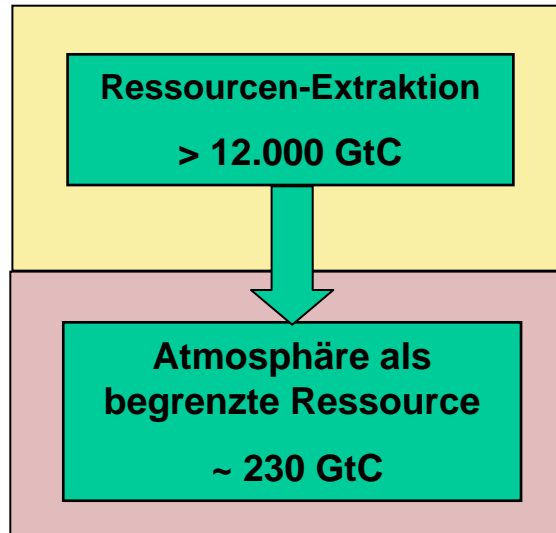
SRREN, Edenhofer et.al. (2011)

# Ist eine Entkoppelung möglich?



# Atmosphäre als globales Gemeingut

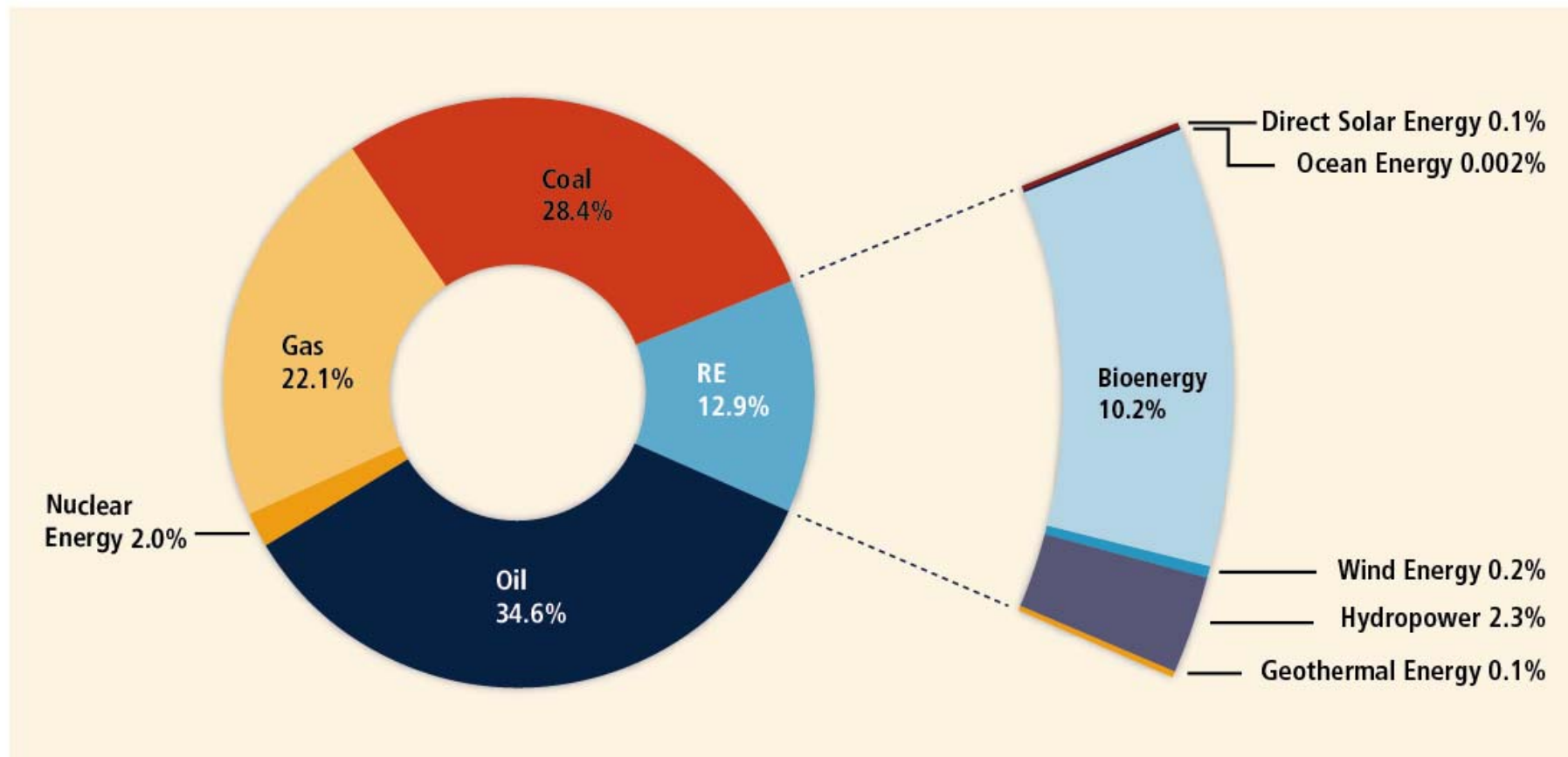
---



Wie bestimmt man einen Knappheitspreis?

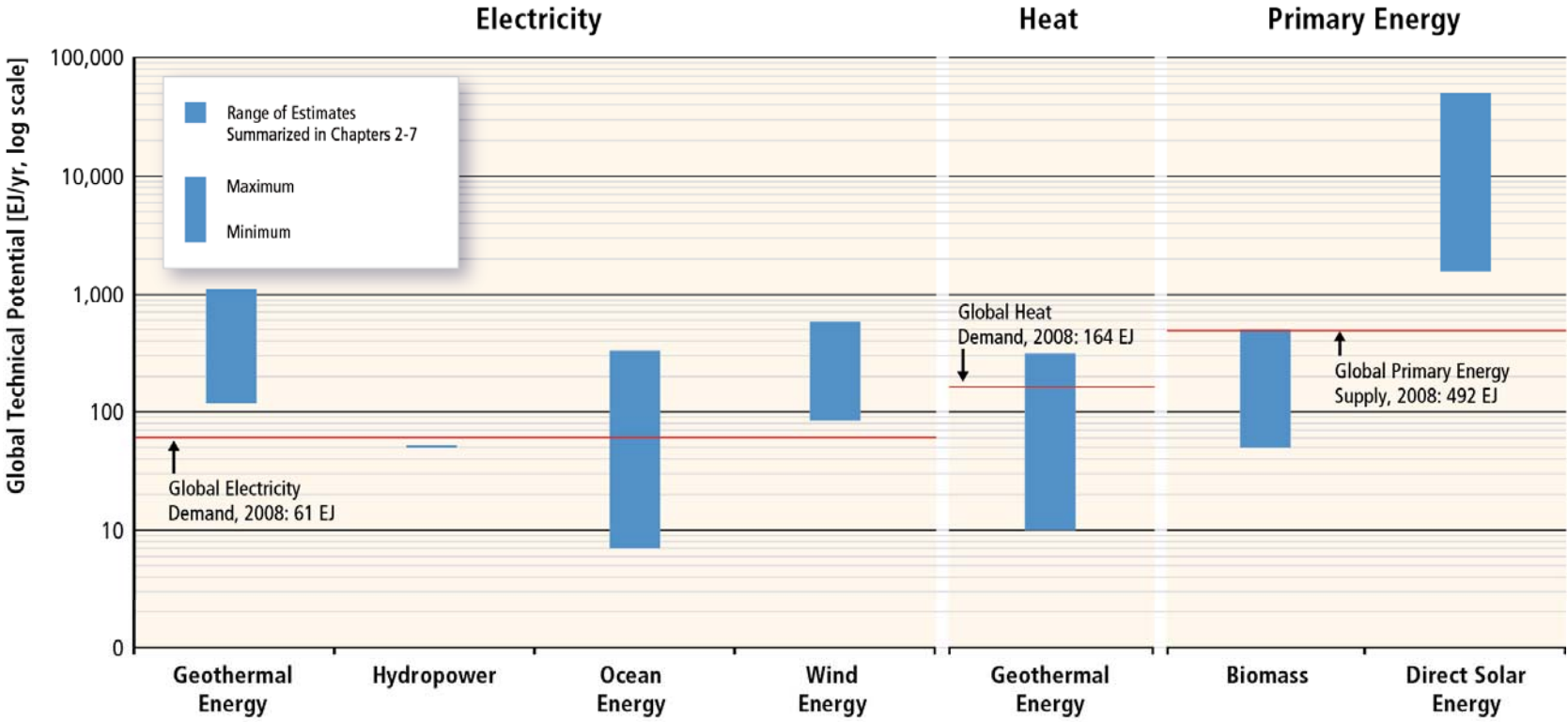
- Durch die Definition von Eigentumsrechten
- Durch die Verteilung von Eigentumsrechten
- Durch die Handelbarkeit der Rechte

# Das gegenwärtige Energiesystem ist durch die fossilen Energieträger dominiert



Anteile von Energieträgern am globalen Primärenergieangebot in 2008

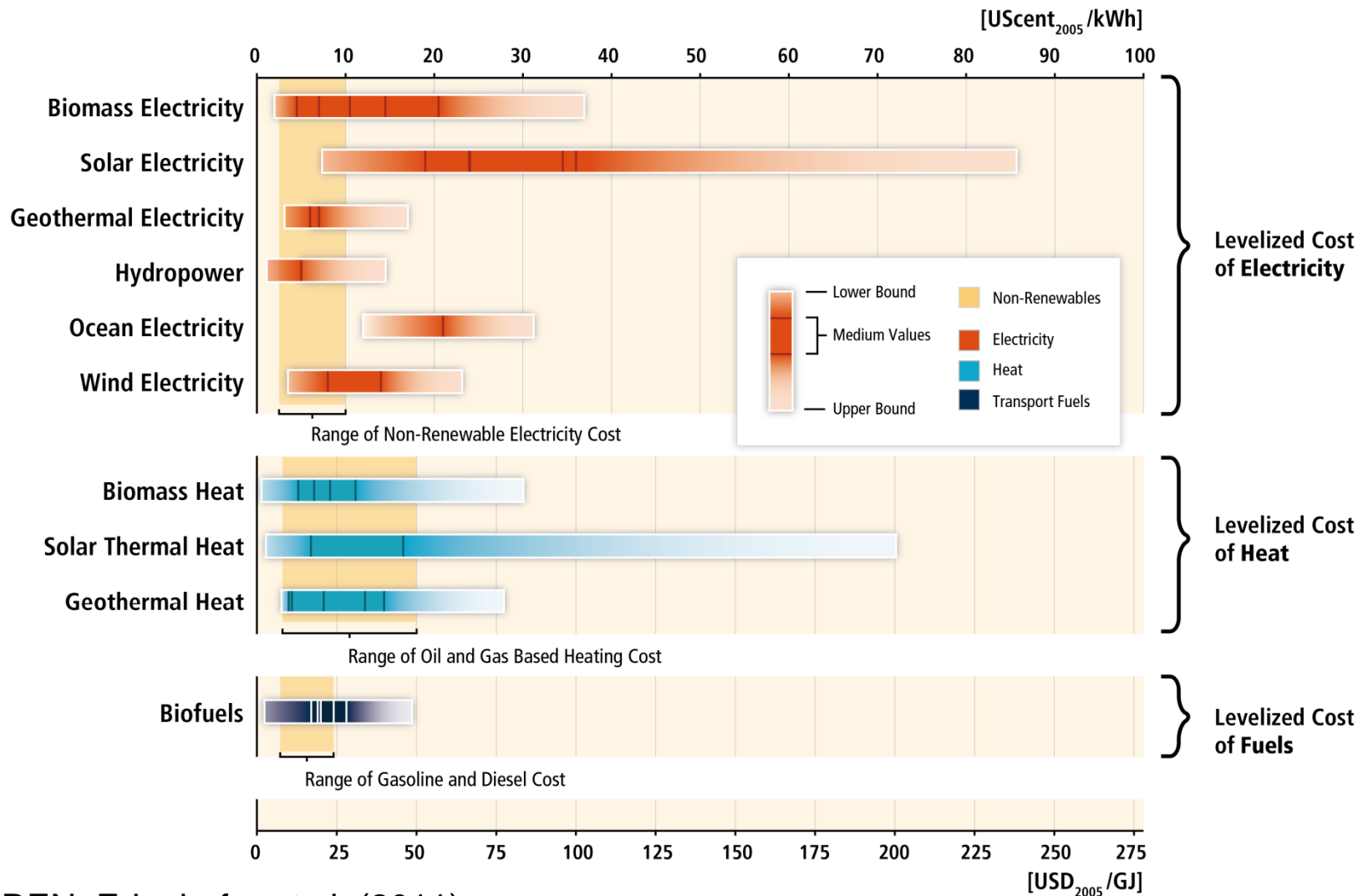
# Das technische Potenzial der Erneuerbaren Energien



Range of Estimates of Global Technical Potentials

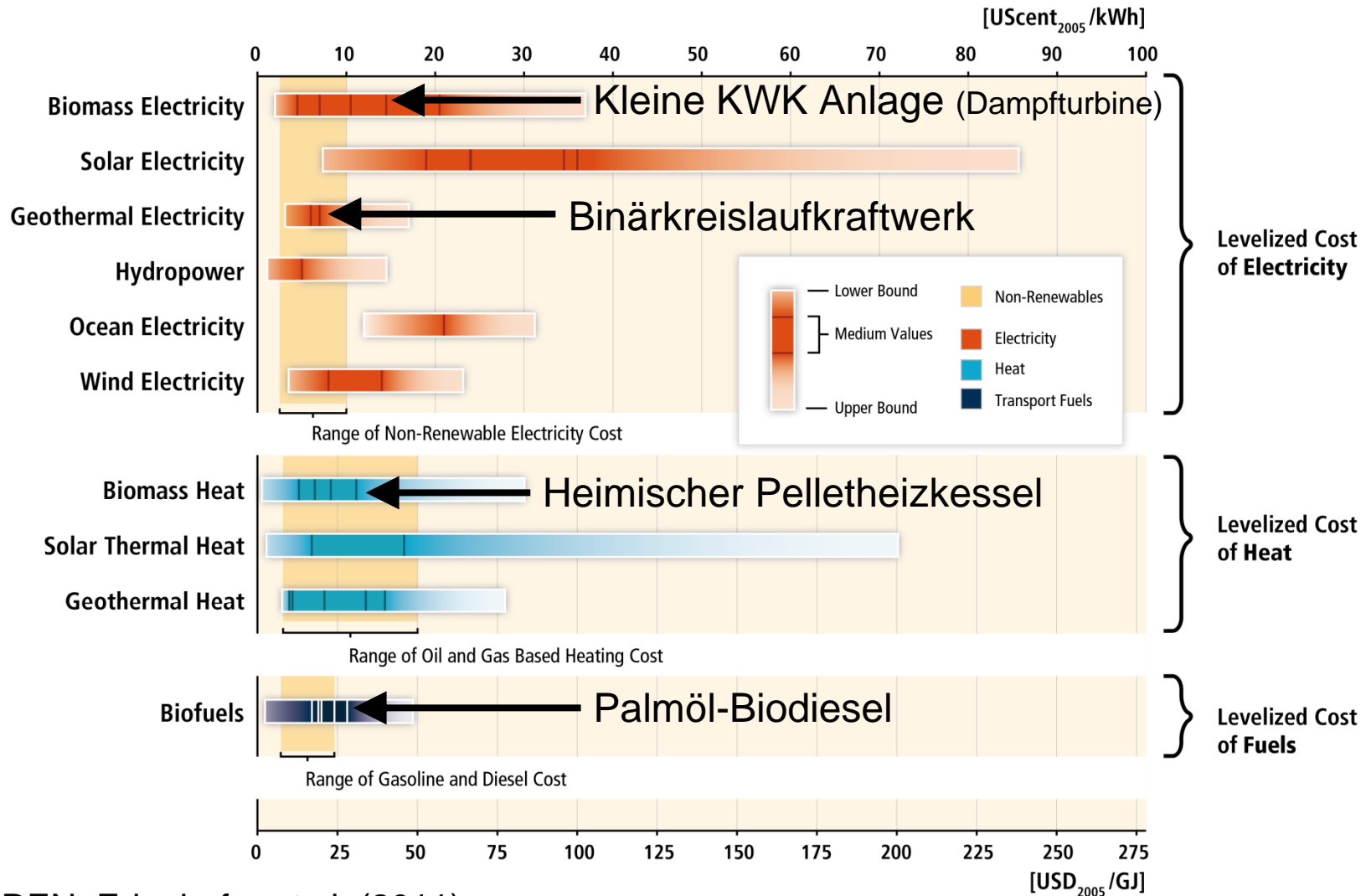
Max (in EJ/yr)	1109	52	331	580	312	500	49837
Min (in EJ/yr)	118	50	7	85	10	50	1575

# Die Kosten der Erneuerbaren sind meist noch höher als die der Nicht-Erneuerbaren, aber...



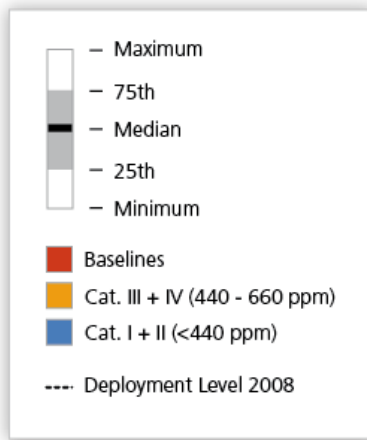
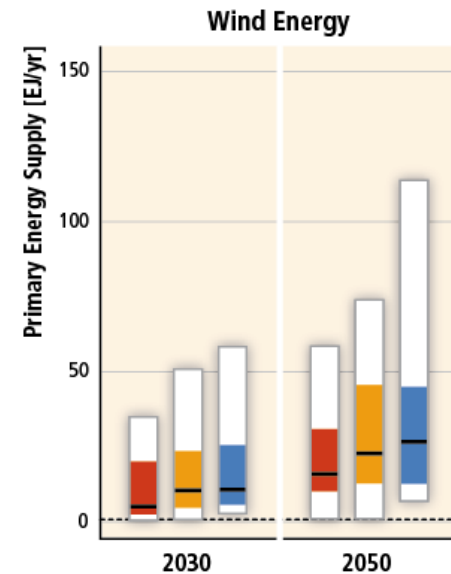
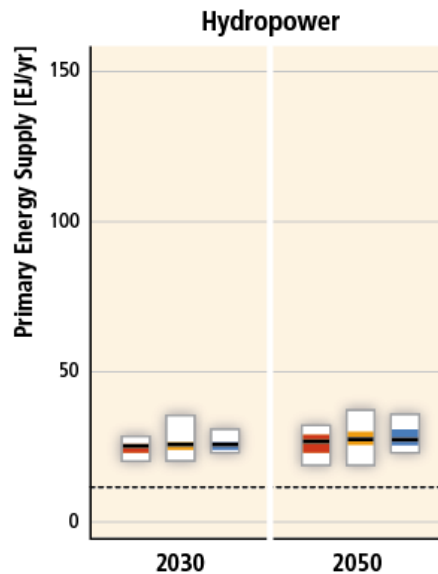
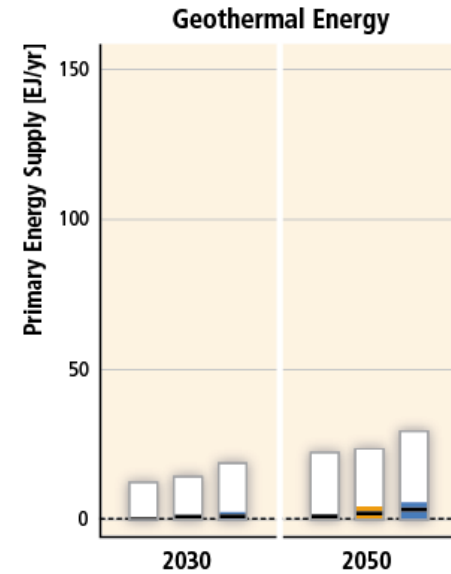
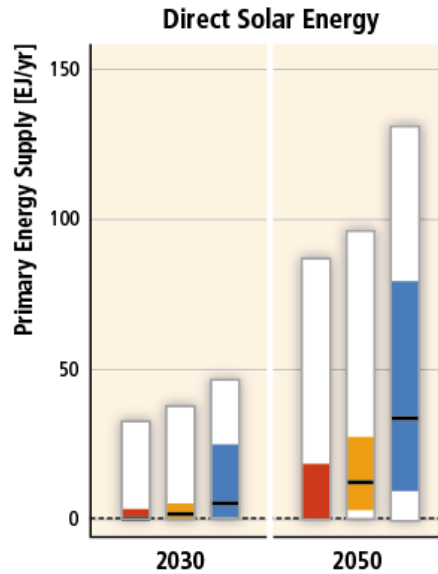
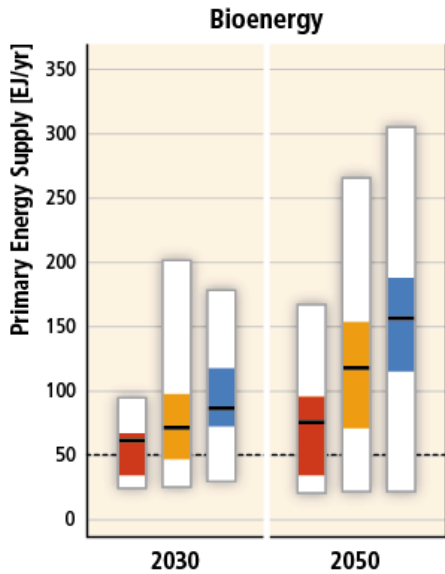
SRREN, Edenhofer et al. (2011)

# ...manche EE-Technologien sind bereits wettbewerbsfähig



SRREN, Edenhofer et al. (2011)

# Potenzial für die erneuerbaren Energien

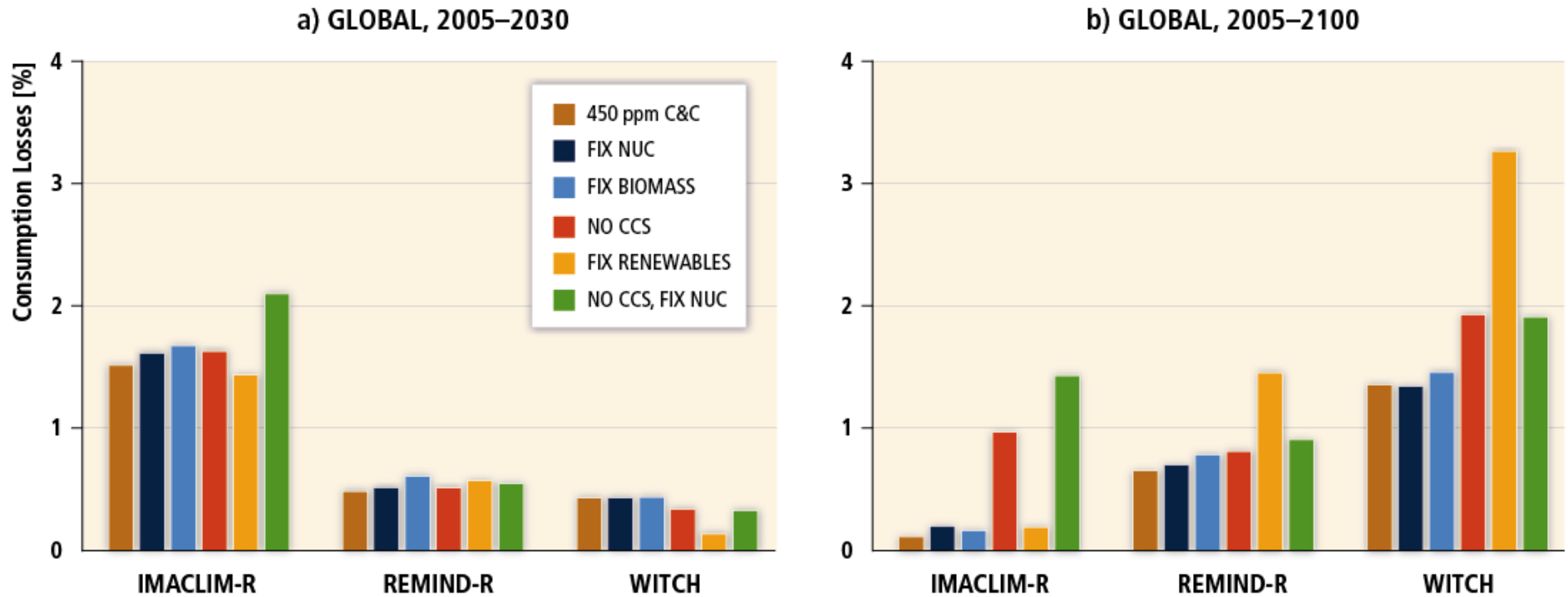


Bioenergy Supply is Accounted for Prior to Conversion

Primary Energy Supply is Accounted for Based on Secondary Energy Produced

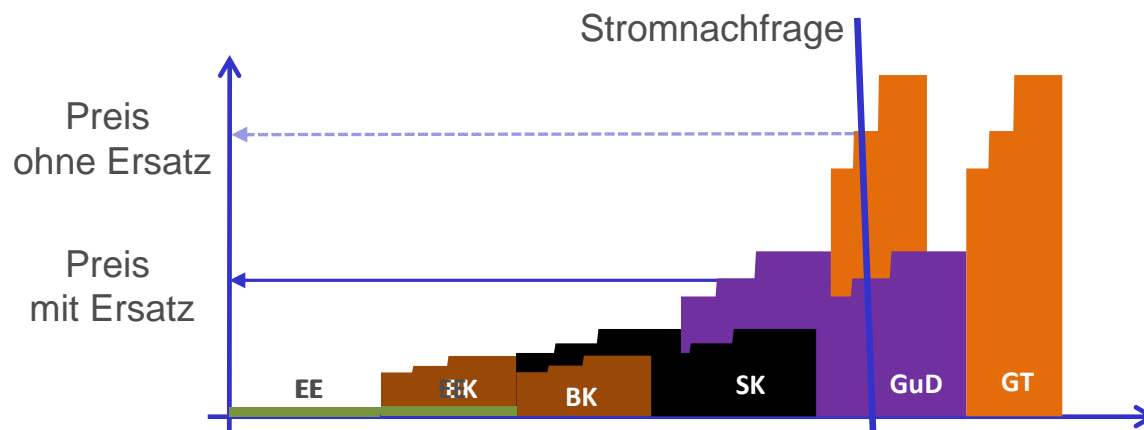
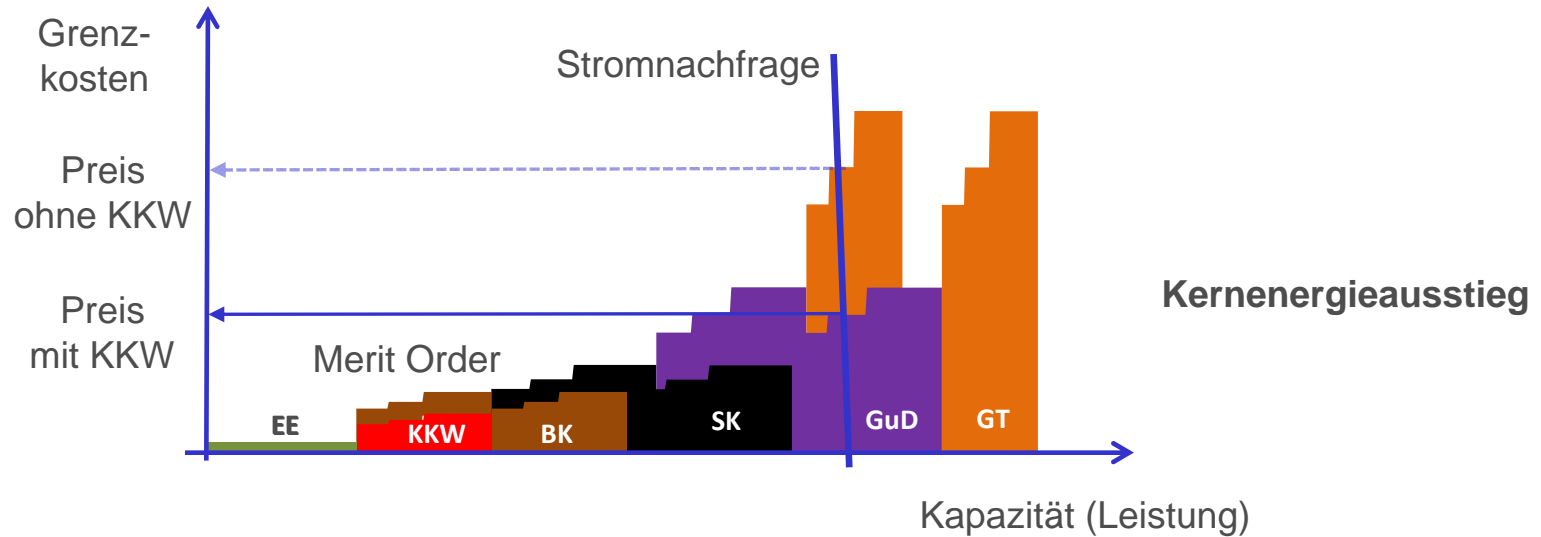
Edenhofer et al. (2011)

# Makroökonomische Kosten

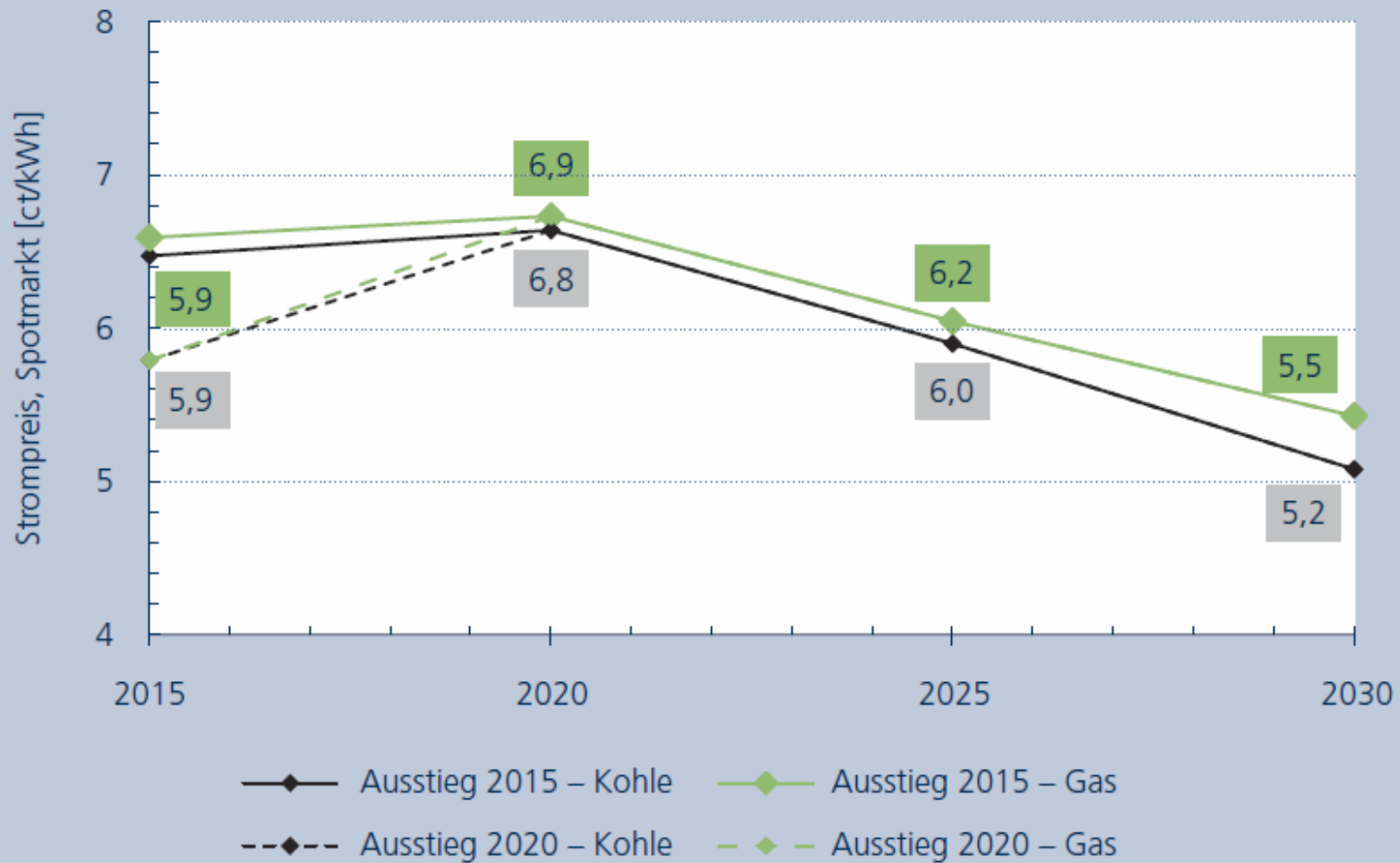


Eingeschränkte Verfügbarkeit von Technologien

# Preisbildung im liberalisierten Strommarkt

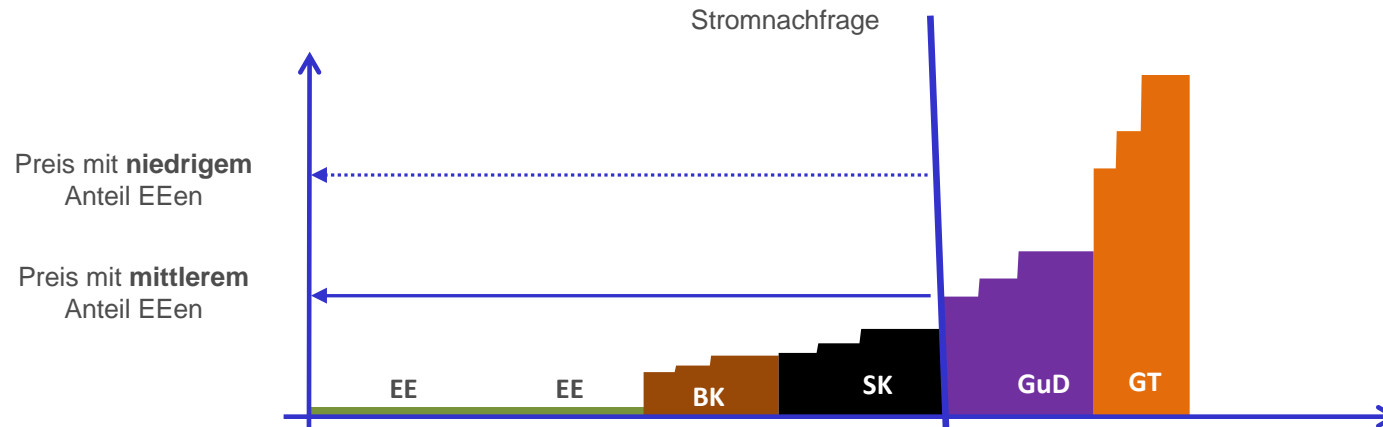


# Großhandelspreise bei Kohle und Gas

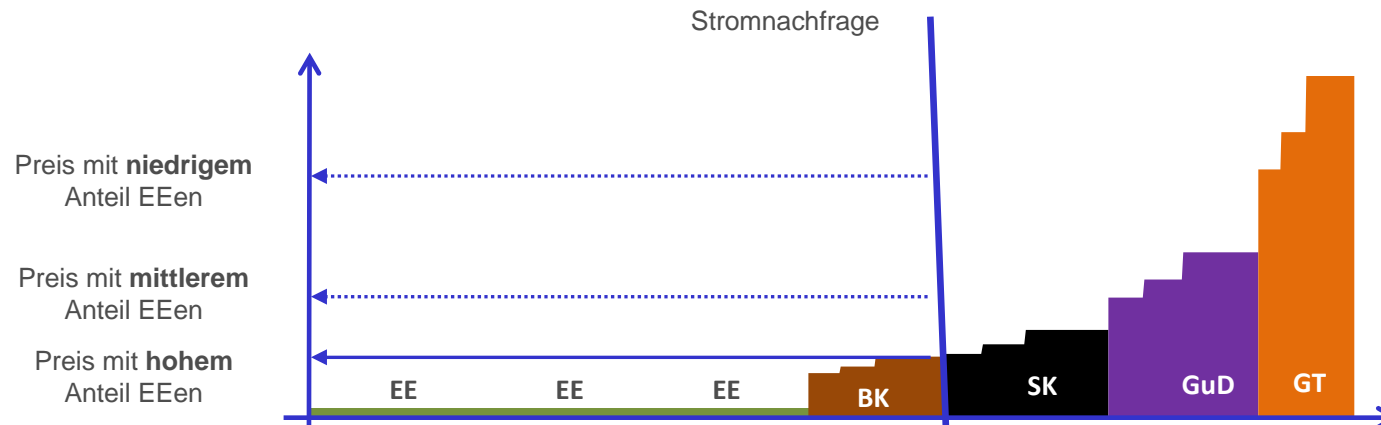


# Auswirkungen eines hohen Anteils EEen auf die Preisbildung

---



# Auswirkungen eines hohen Anteils EEen auf die Preisbildung



- Merit-Order Effekt: Sinkende Preise
- Negative langfristige Wirkungen:
  - Weniger Investitionen in die Kapazitäten
  - Risiko von Unterkapazitäten steigt

# Optionen der Integration

---

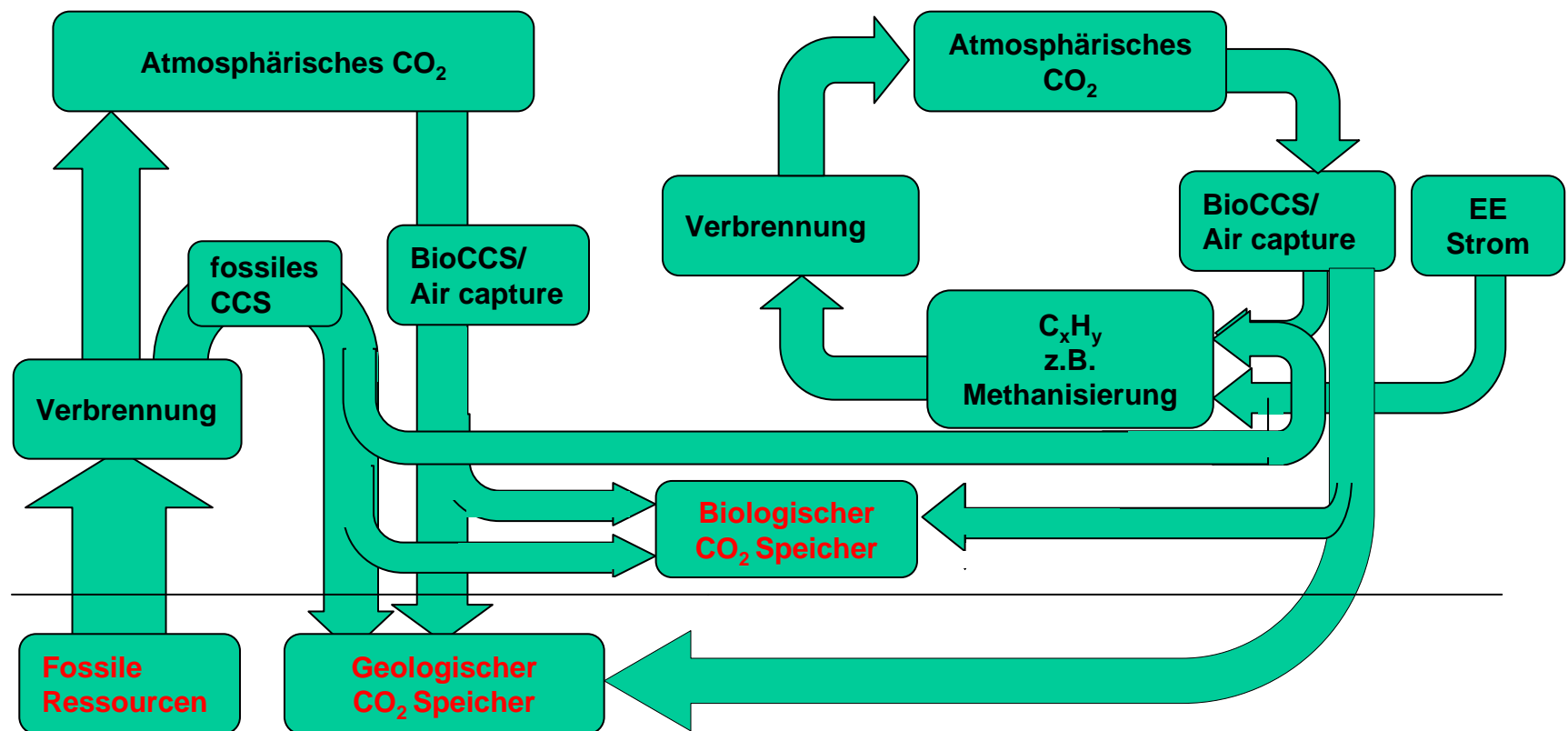
- Nachfragemanagement
- Netzausbau
- Verbesserung der Wettervorhersage
- Flexible Kraftwerke
- Energiespeicher

# CCX

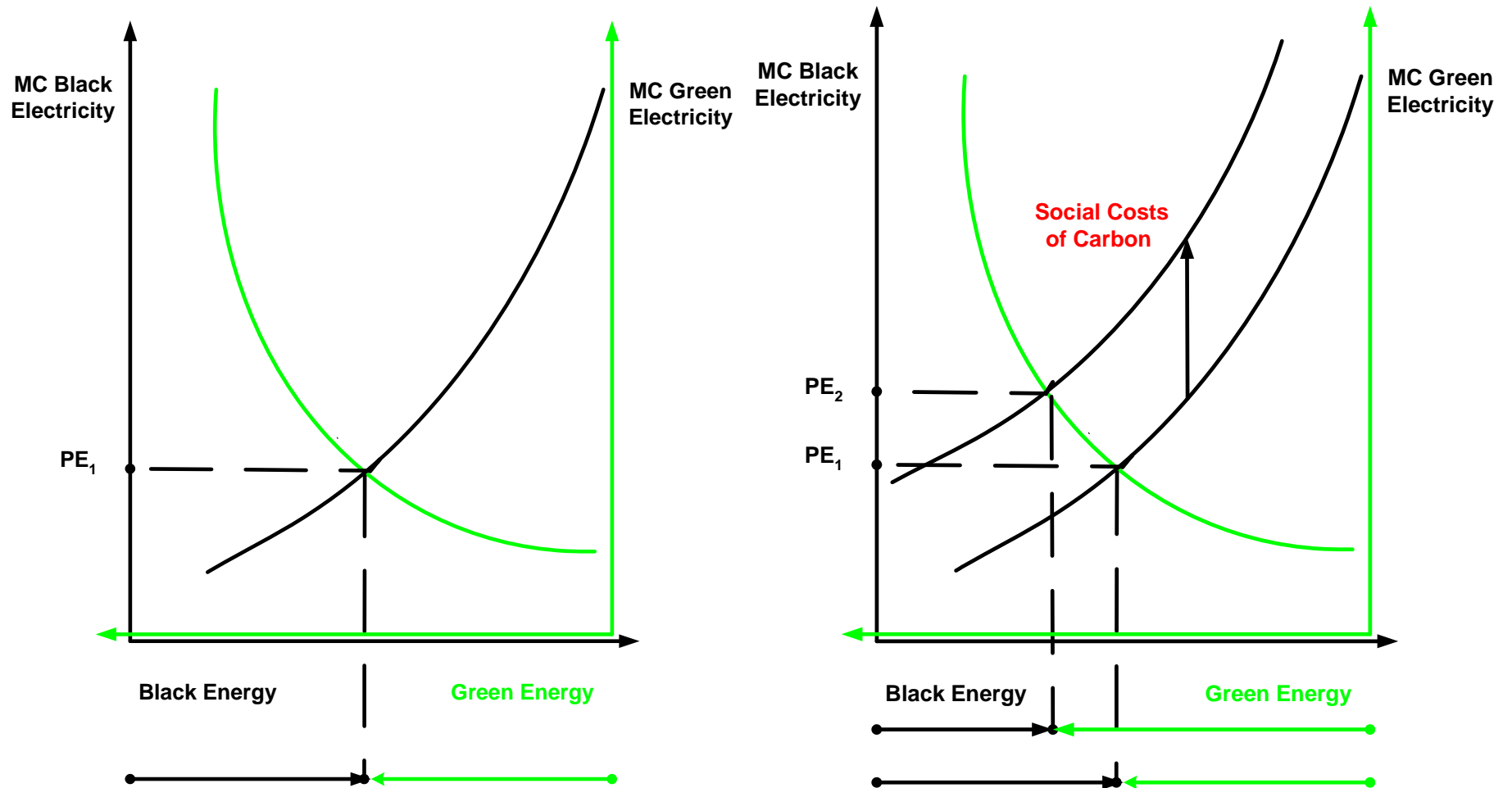
X = **C**ycling, **S**torage, **U**tilitization

Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> (CCS)

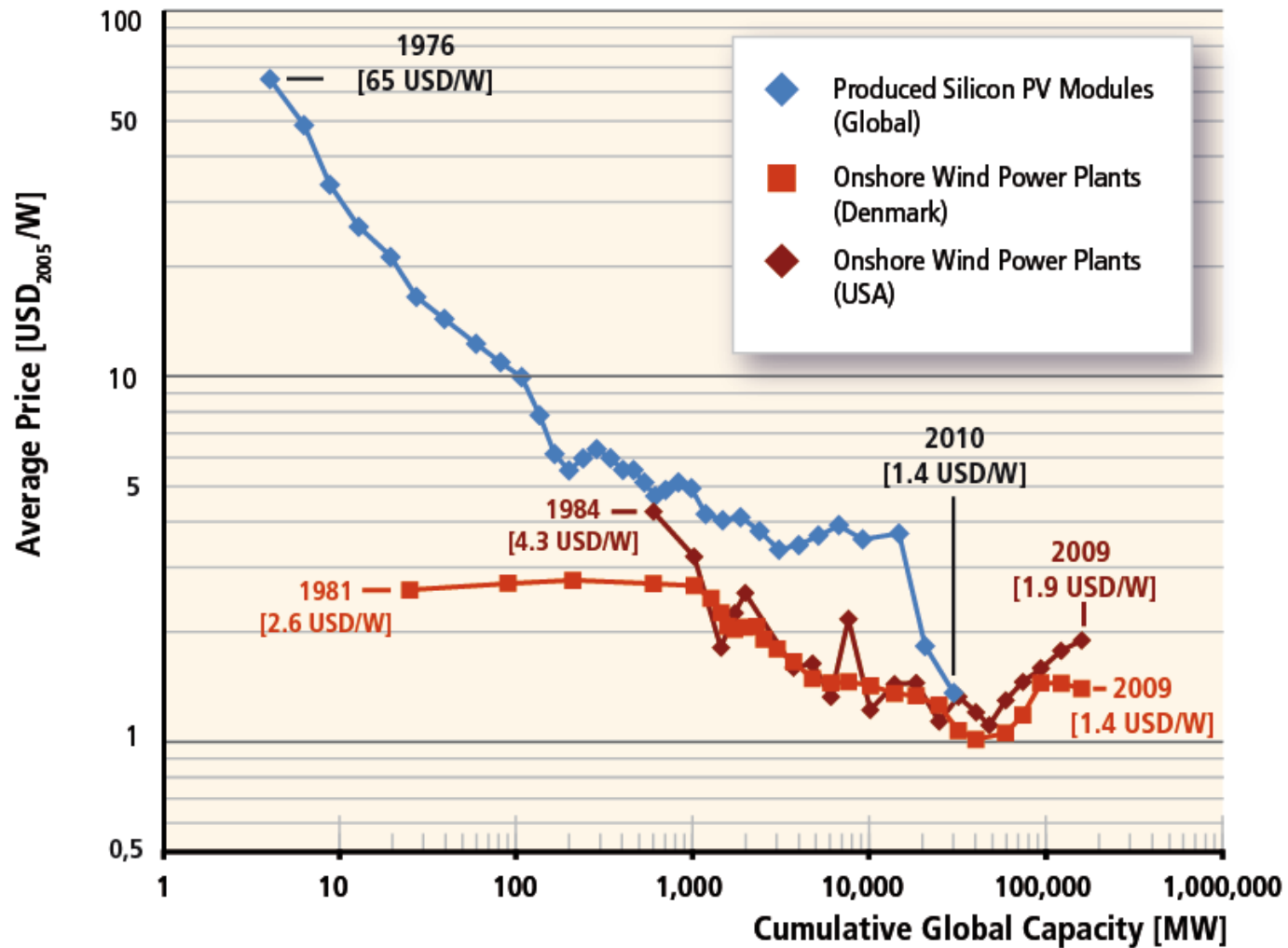
Carbon Capture and Cycling (CCC)



# Fall 1: Emissionshandel ist notwendig und hinreichend

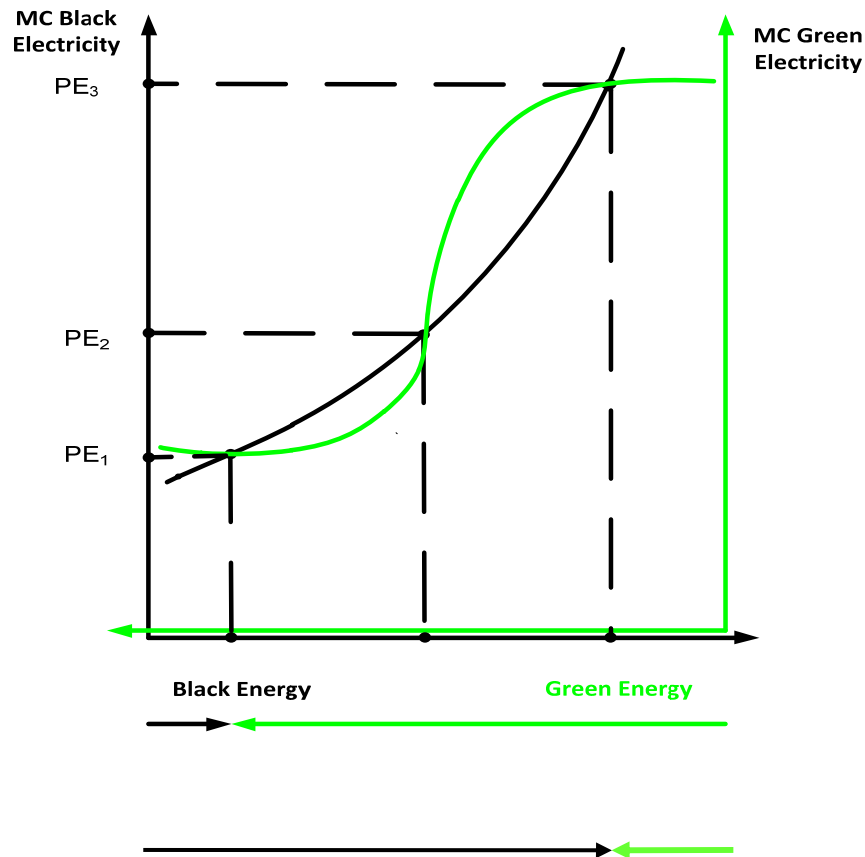


# Erneuerbare Energien haben Potenzial zur Kostensenkung



SRREN, Edenhofer et. al. 2011

## Fall 2: Eine zusätzliche Förderung der Erneuerbaren ist nicht sinnvoll

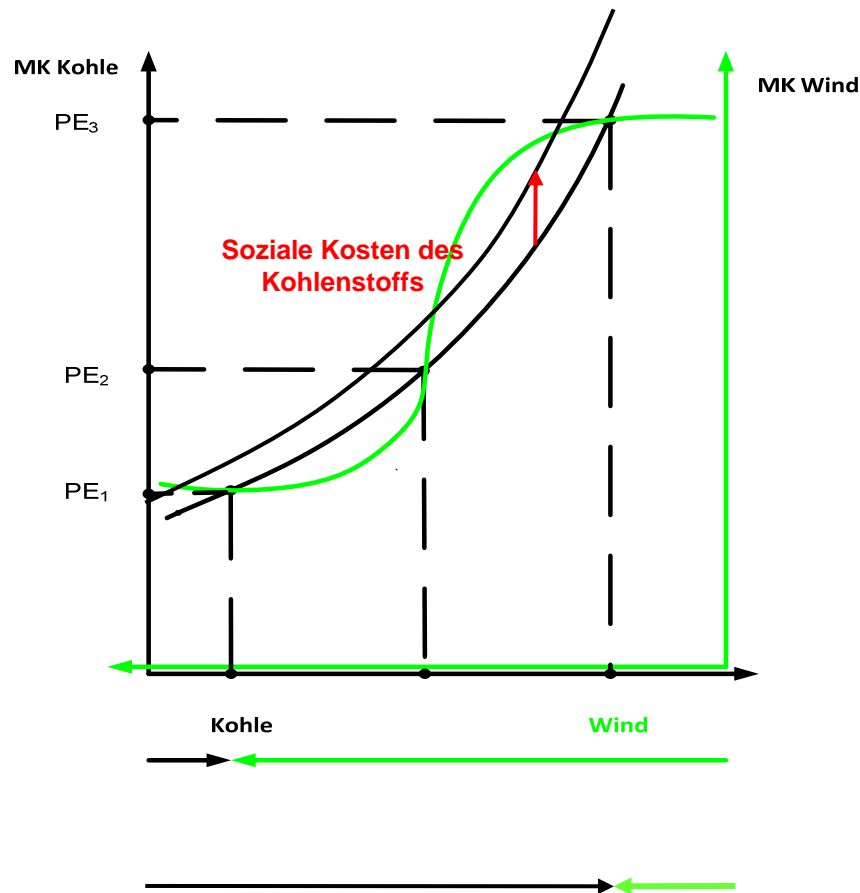


► Mehrere stabile Gleichgewichtspunkte sind möglich ( $PE_3$  und  $PE_1$ ), sofern die Angebotskurven durch Nicht-Konvexitäten gekennzeichnet sind ( $PE_2$  ist nicht stabil).

► Ohne politische Intervention wird das System nicht zum benachbarten Gleichgewichtspunkt  $PE_3$  steuern.

►  $PE_3 > PE_1$ : das System ist **effizient**.

# Förderung der Erneuerbaren Energien lohnt sich!

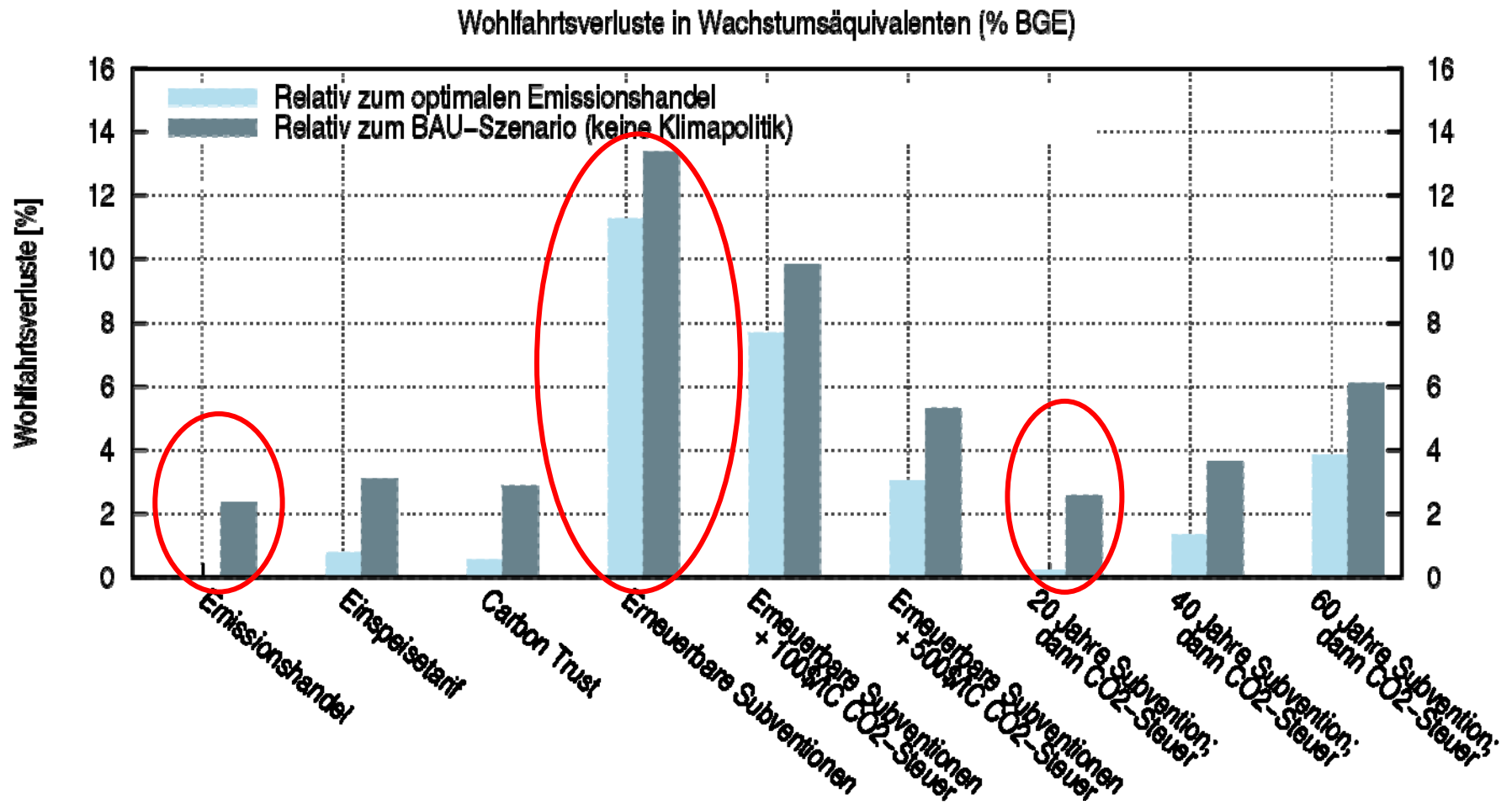


► Die Internalisierung der sozialen Kosten des Energieangebots (z.B. durch ein Emissionshandelssystem) verbessert die Wettbewerbsfähigkeit EEn

► Solange der Kreuzungspunkt  $PE_3$  nicht verschwindet, führt dies jedoch immer noch zu einem ineffizienten Zustand.

► *Trio infernale*: a) Externe Lerneffekte, b) Hohe Substituierbarkeit zwischen  $CO_2$ -freien Technologien, c) steigende Skalenerträge

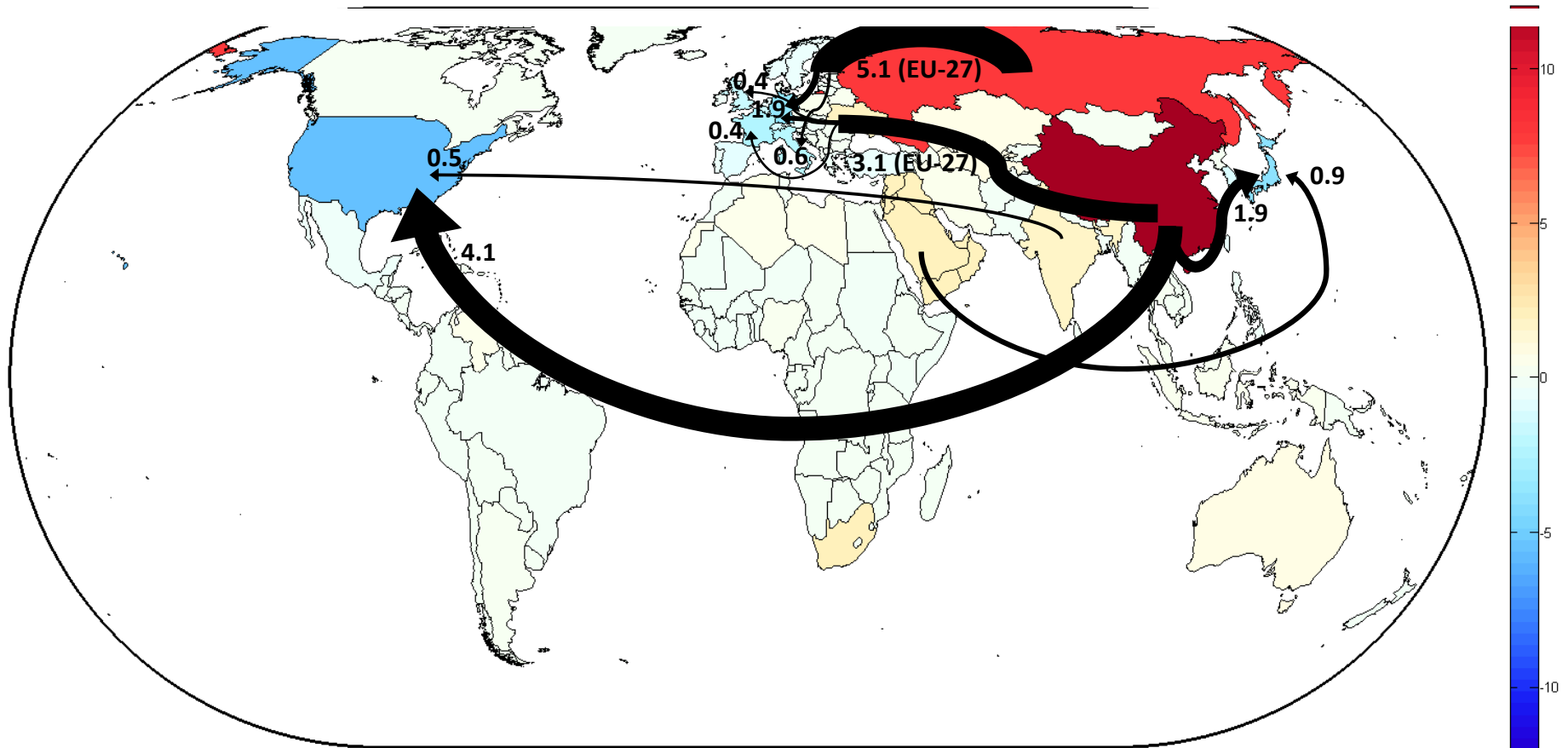
# Effiziente Technologiepolitik



# Internationaler Handel und Kohlenstoffzölle

## CO<sub>2</sub>-Handelsbilanzen 1990-2008 der verschiedenen Weltregionen

The cumulative balance of emissions embodied in trade (BEET) 1990-2008 (Gt CO<sub>2</sub>)

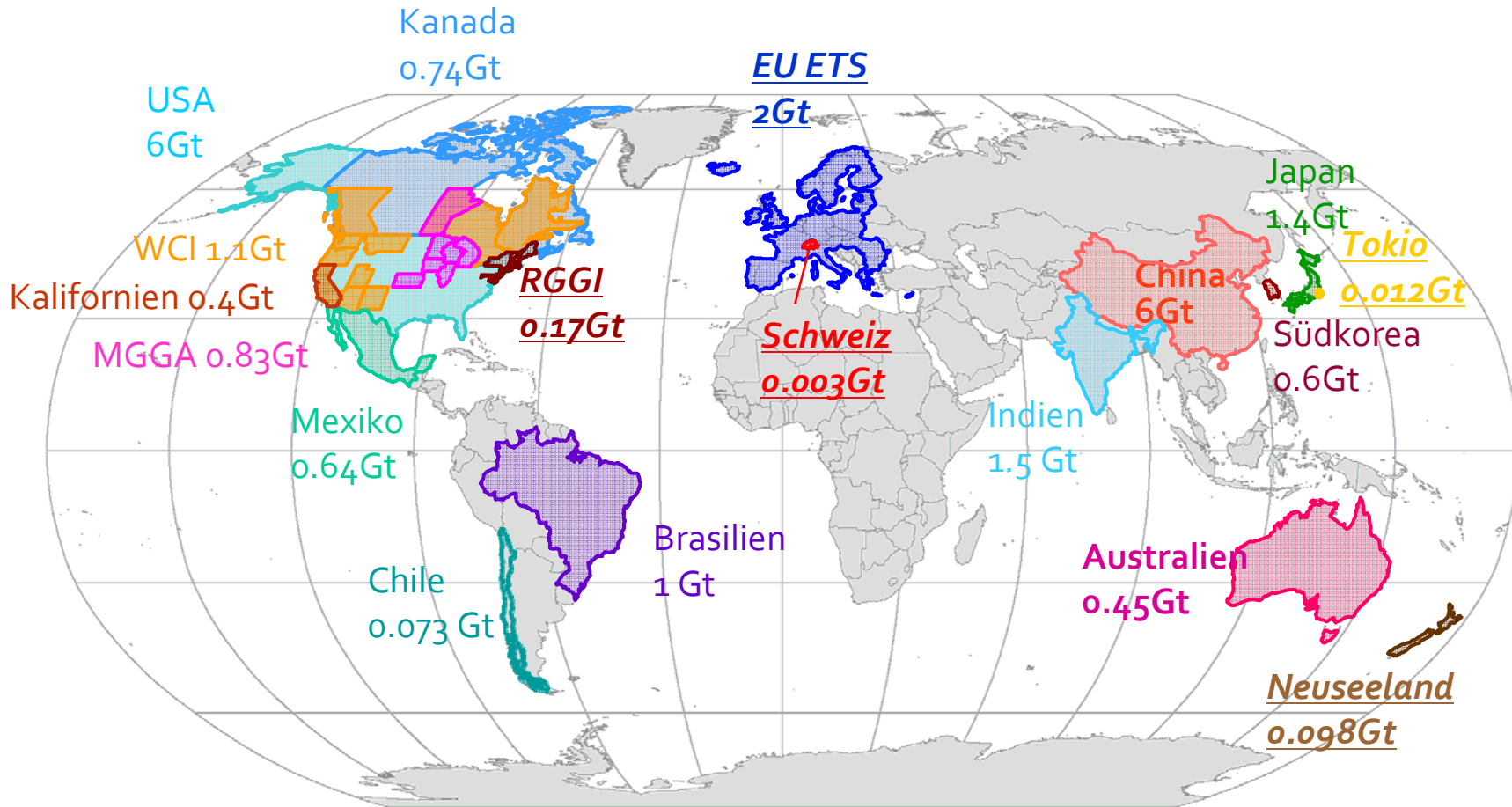


**Blautöne: CO<sub>2</sub>-Exportdefizit, Rottöne: CO<sub>2</sub>-Exportüberschuss**

**Die Pfeile beschreiben die größten CO<sub>2</sub>-Handelsströme zwischen den Weltregionen**

# Internationale Kooperation und Politikinstrumente

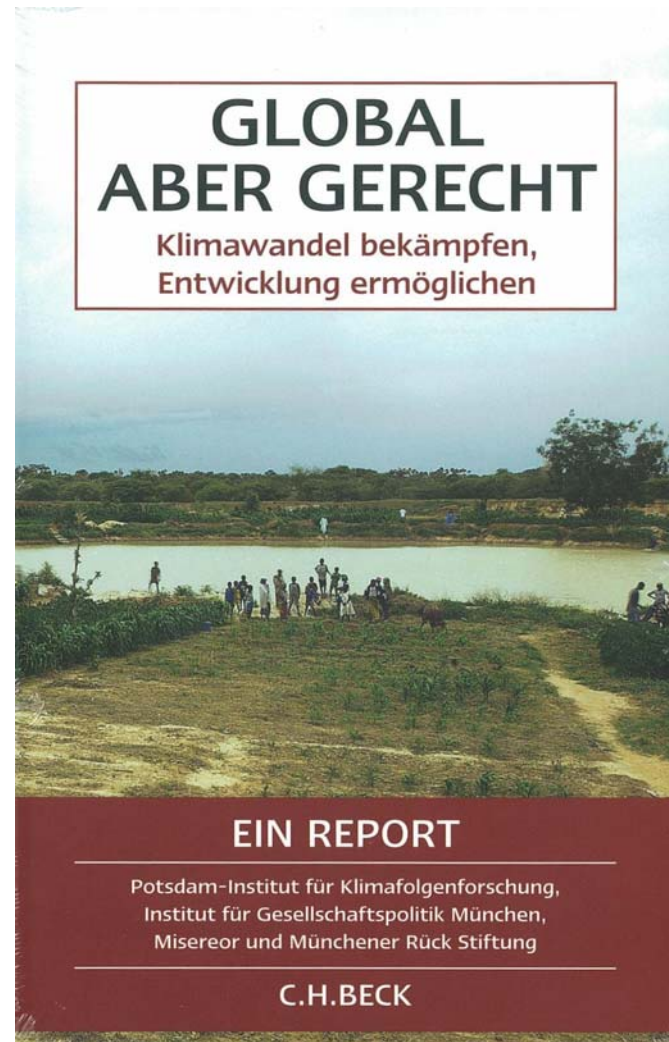
- Klimapolitiken jenseits der UNFCCC



# Empfehlenswerte Literatur

---

<http://srren.ipcc-wg3.de/report>



<http://www.klima-und-gerechtigkeit.de/>