



Erneuerbare Energie und Klimawandel

Herausforderungen an eine globale und nationale Energiewende

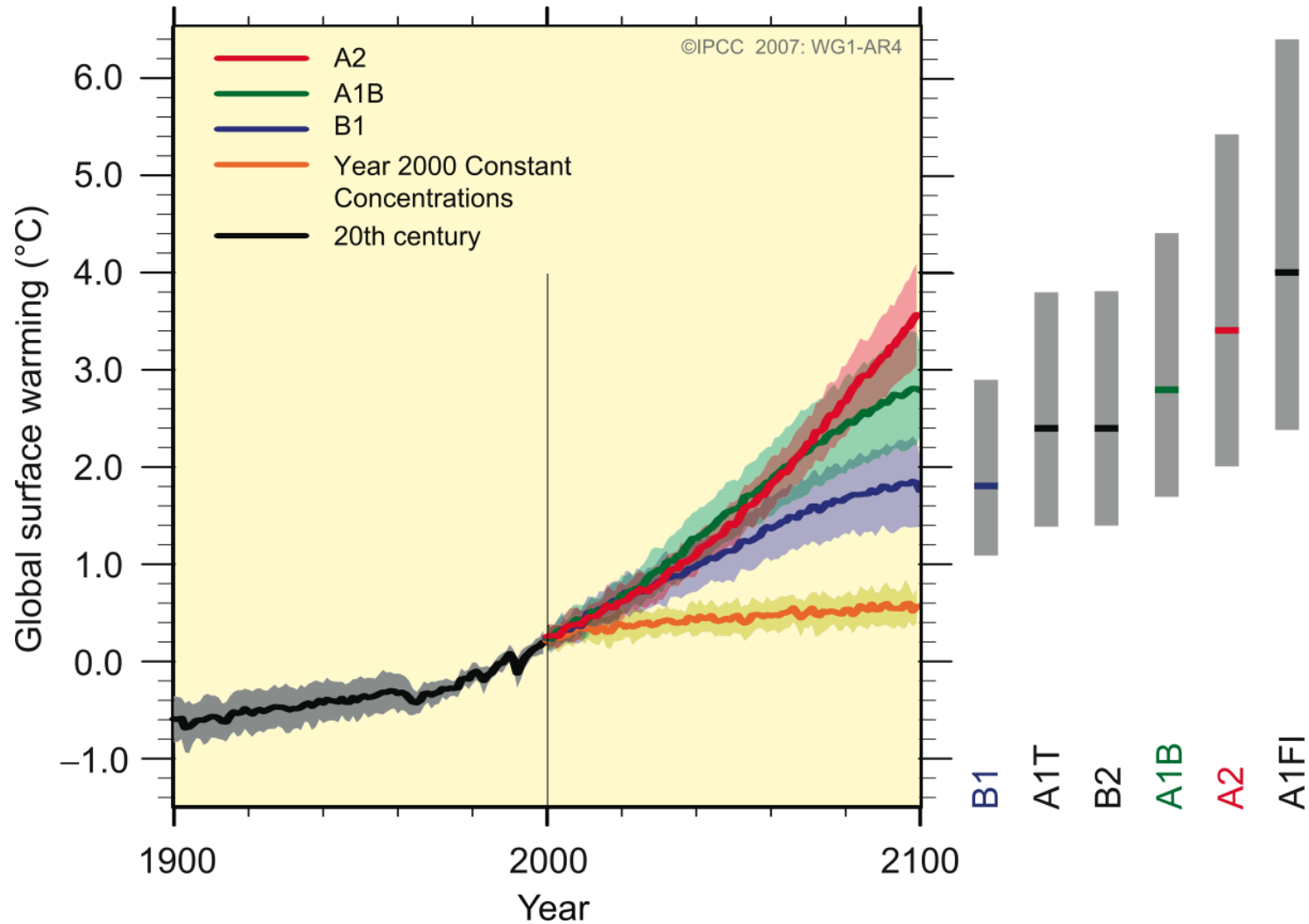
Veranstaltungsreihe der Klima-Allianz-Oldenburg

Oldenburg, 10. November 2011

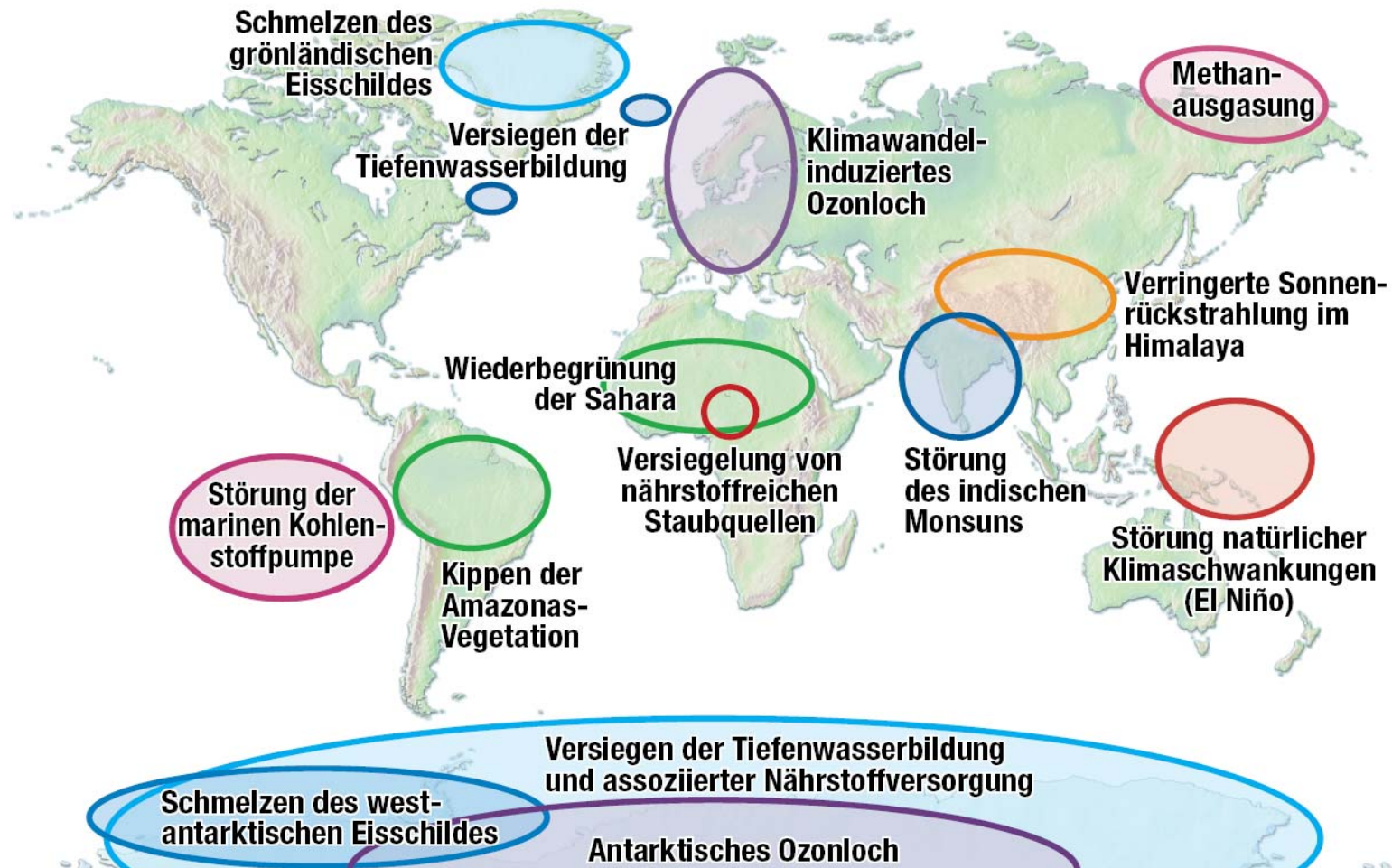
Prof. Dr. Ottmar Edenhofer



Was sind die Effekte auf das Klima?

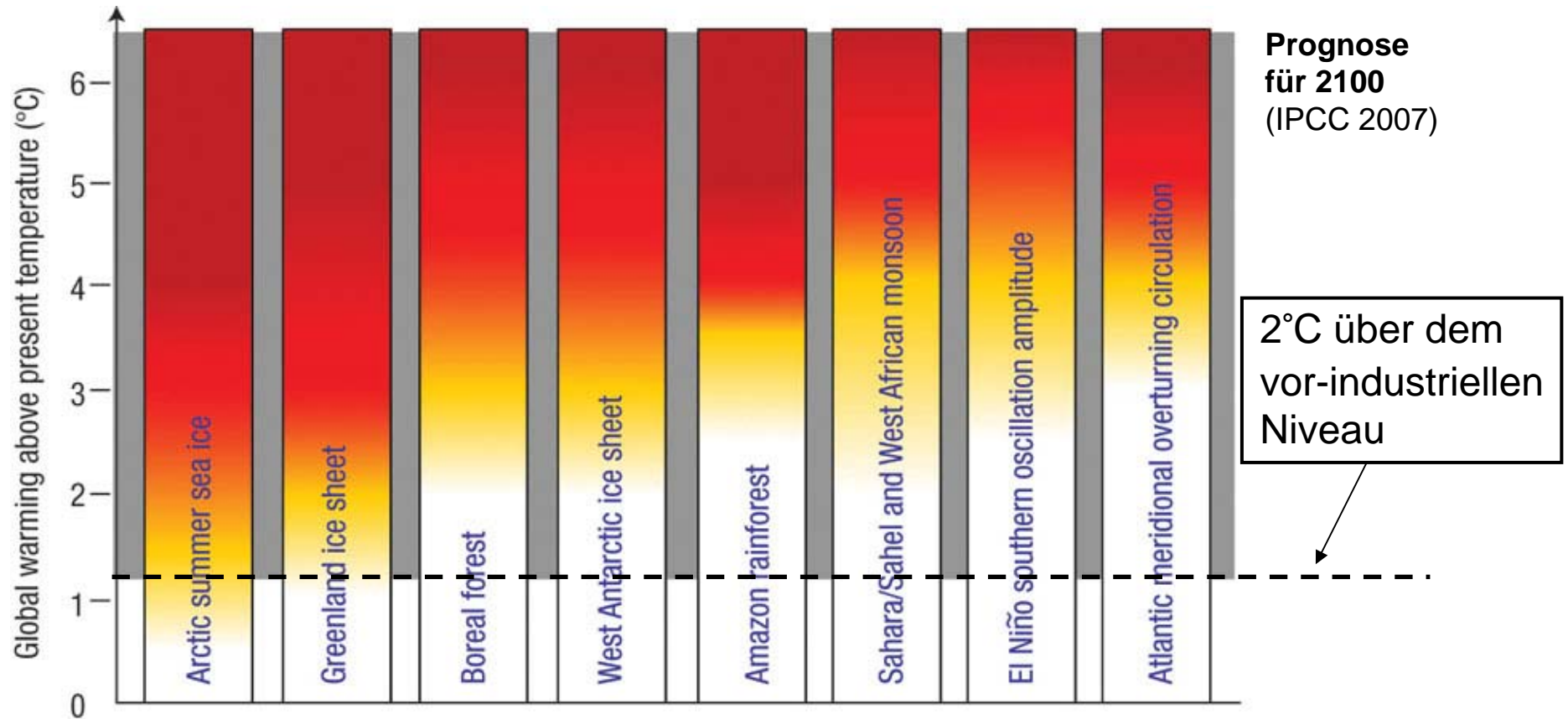


Kippschalter im Erdsystem



„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 CO₂-Äquivalent)

2°C

3°C

4°C

5°C

6°C

7°C

450 78 18 3 1 0 0

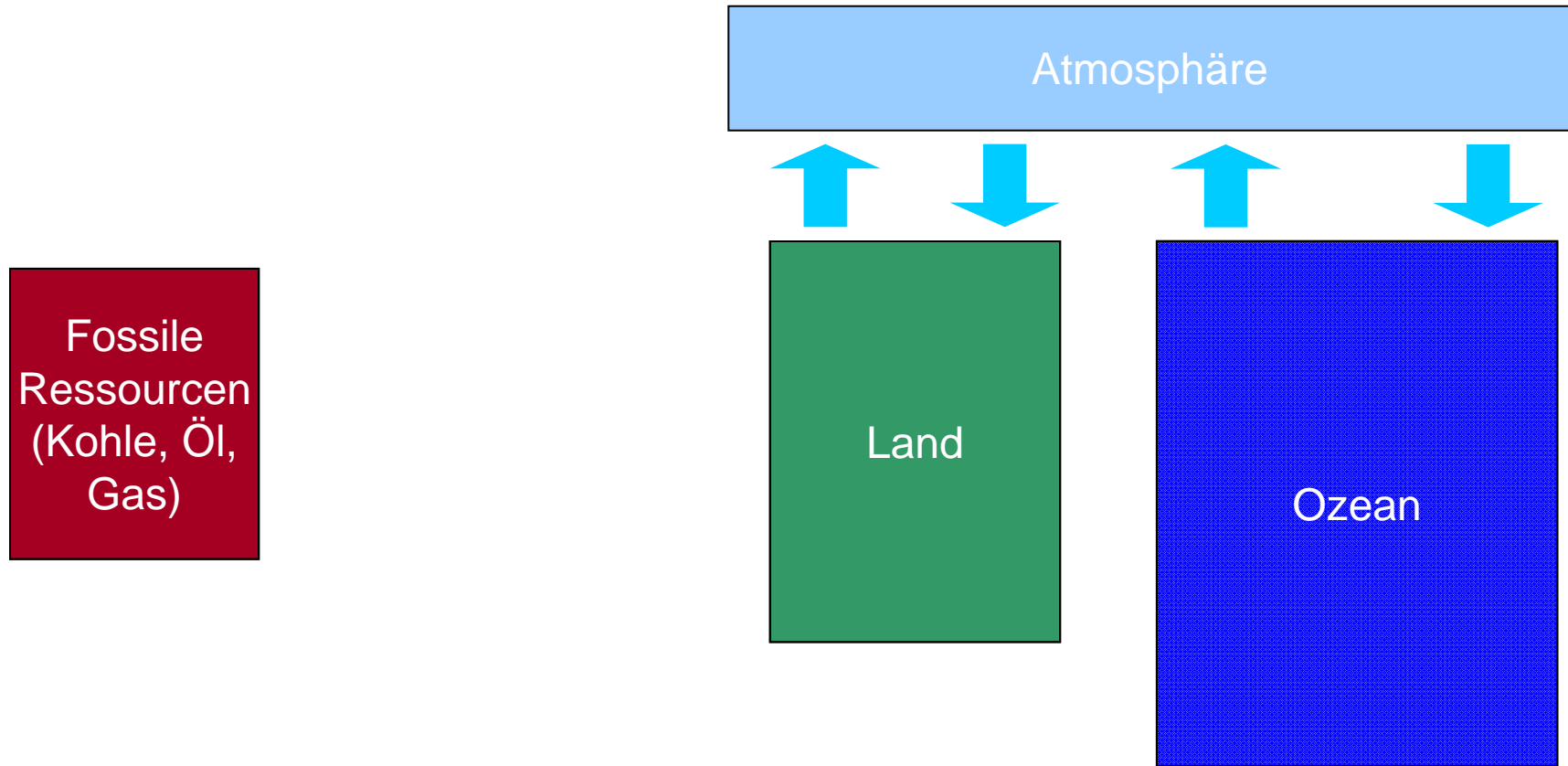
500 96 44 11 3 1 0

550 99 69 24 7 2 1

650 100 94 58 24 9 4

750 100 99 82 47 22 9

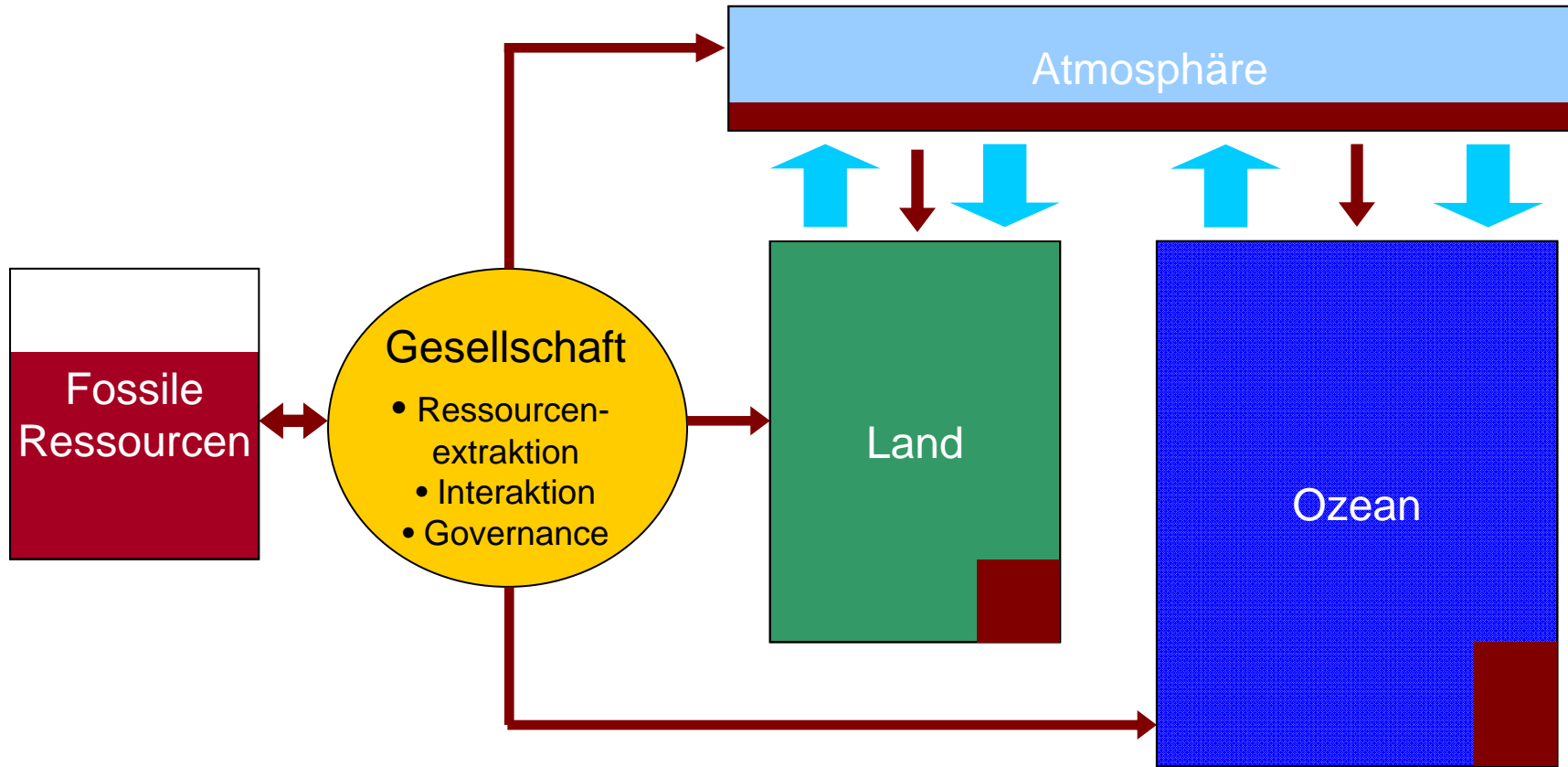
Das vorindustrielle Erdsystem – ein Sketch



Nach Lenton (2011)

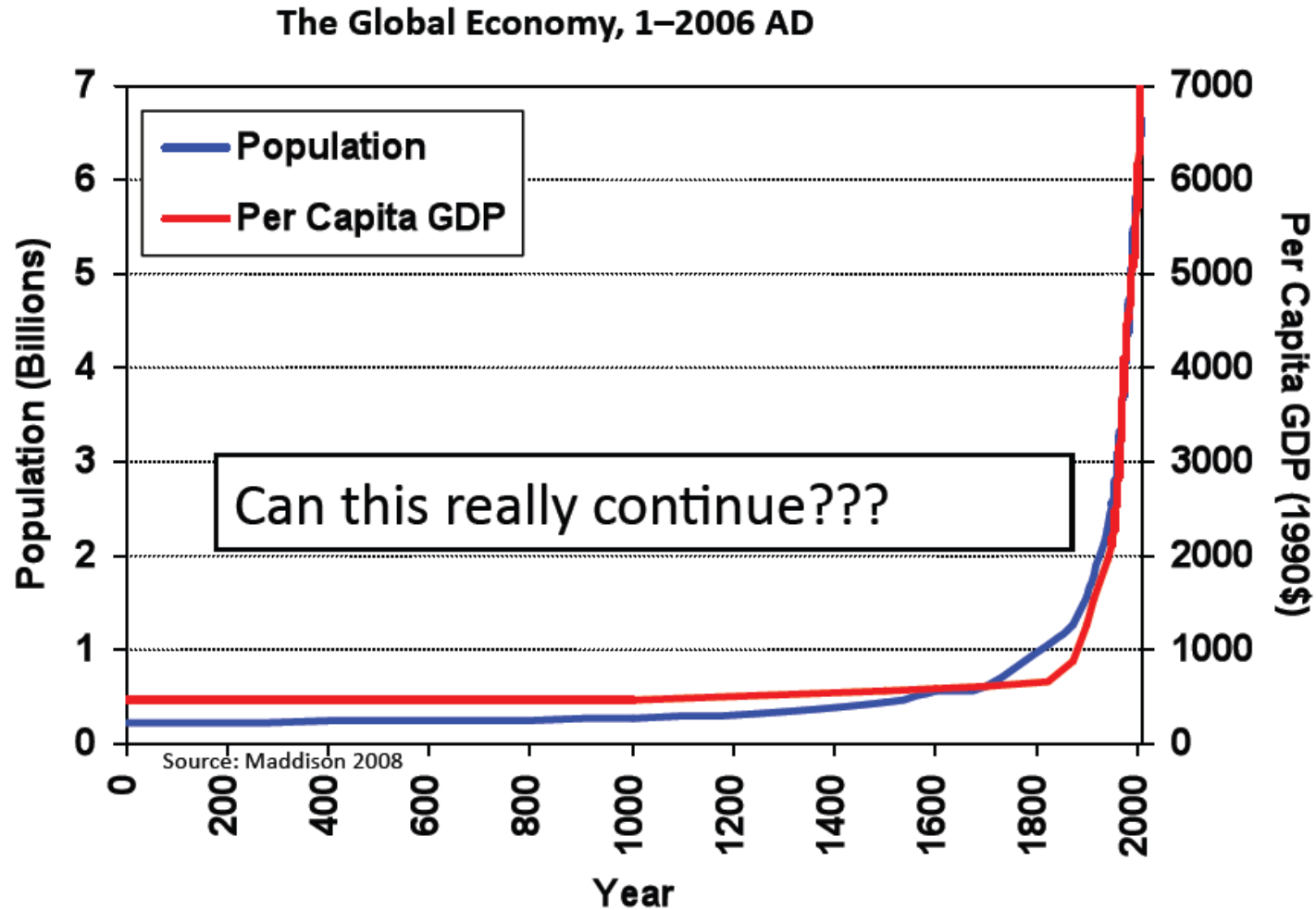
Von der Sonnenstrom- zur fossilen Bestandsökonomie

Das Erdsystem des Anthropozäns



Nach Lenton (2011) und Ostrom (2011)

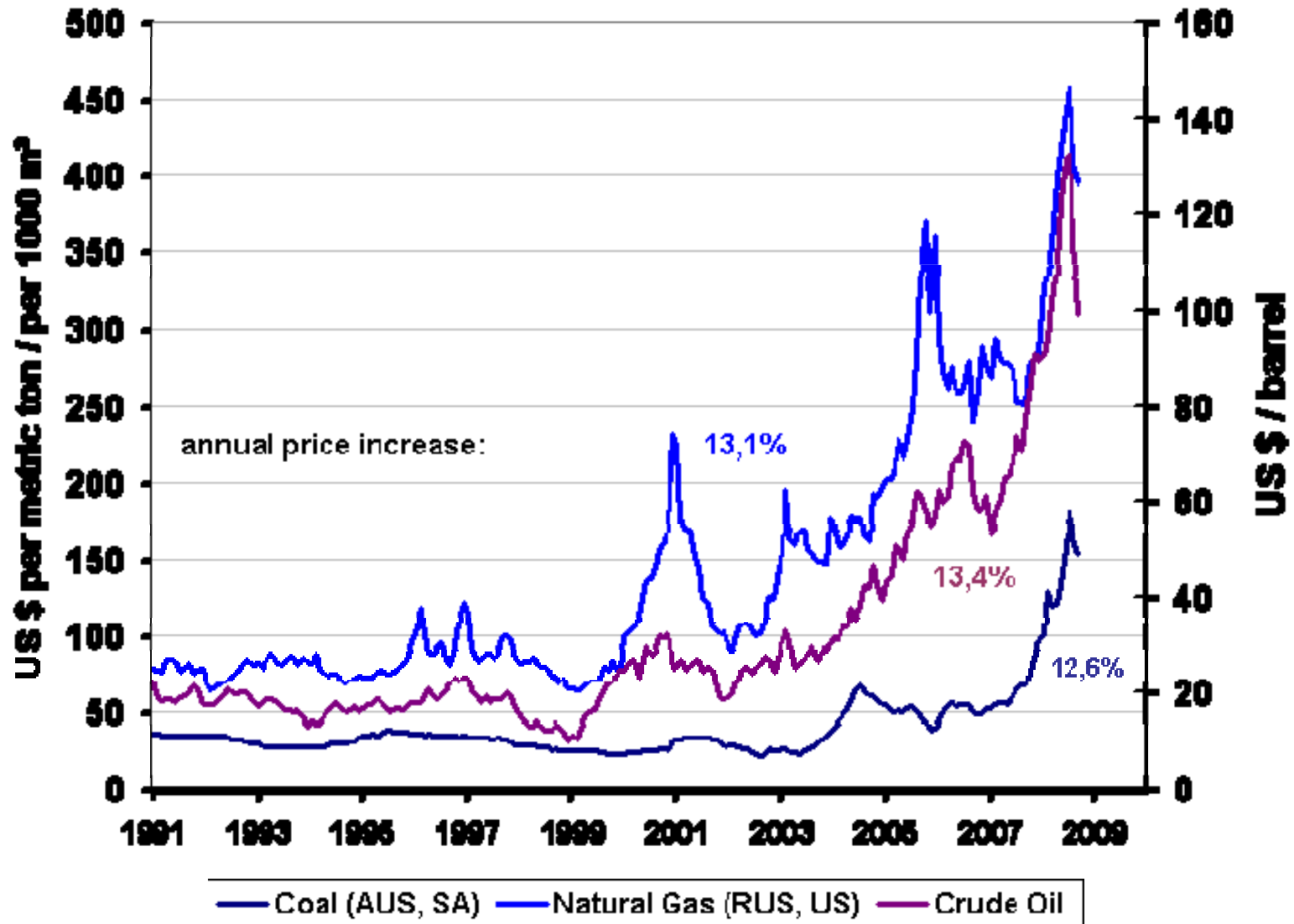
Der Lotteriegewinn des fossilen Ressourcenbestandes!



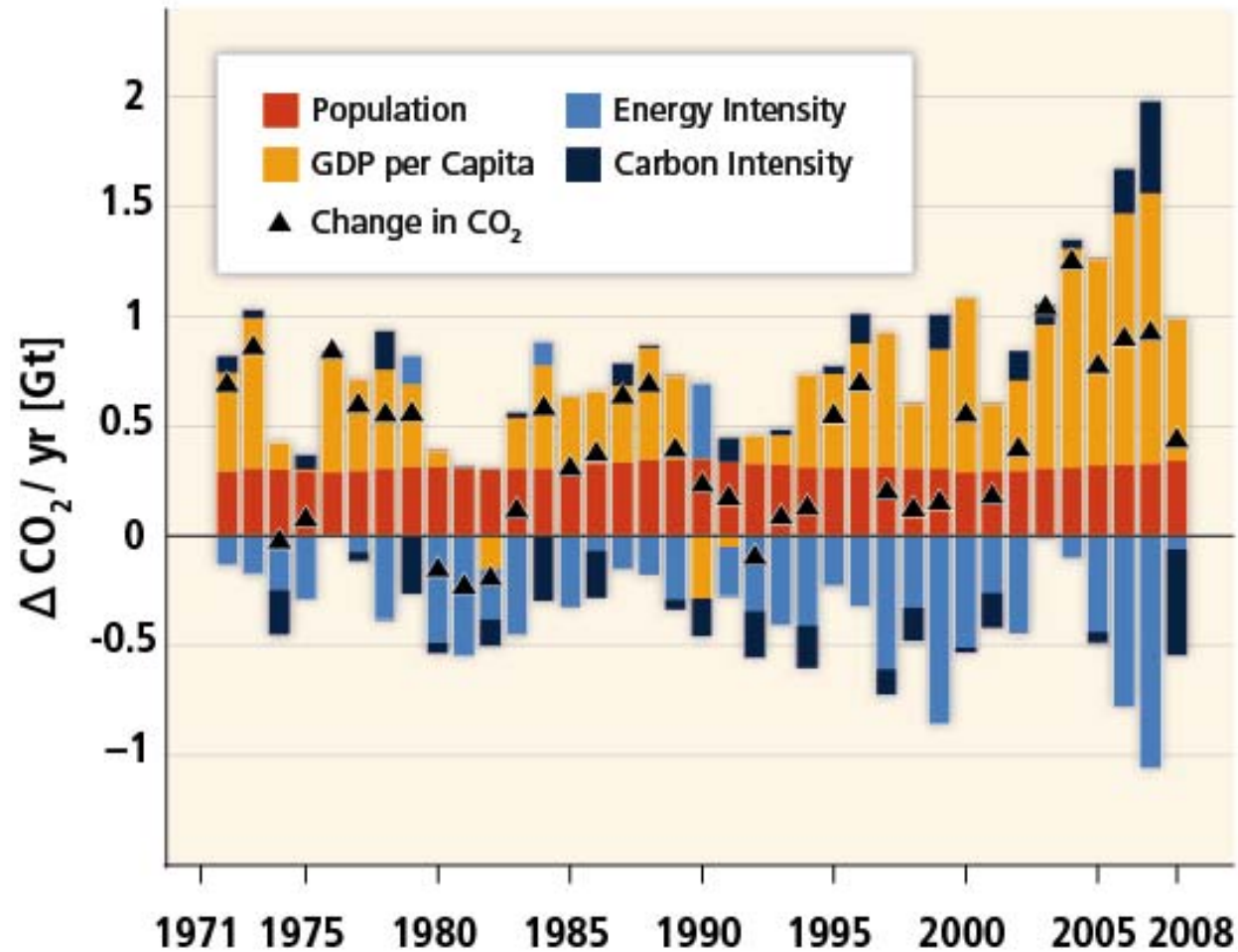
Renaissance der Kohle?

Global Fossil Fuel Prices 1991 - 2008

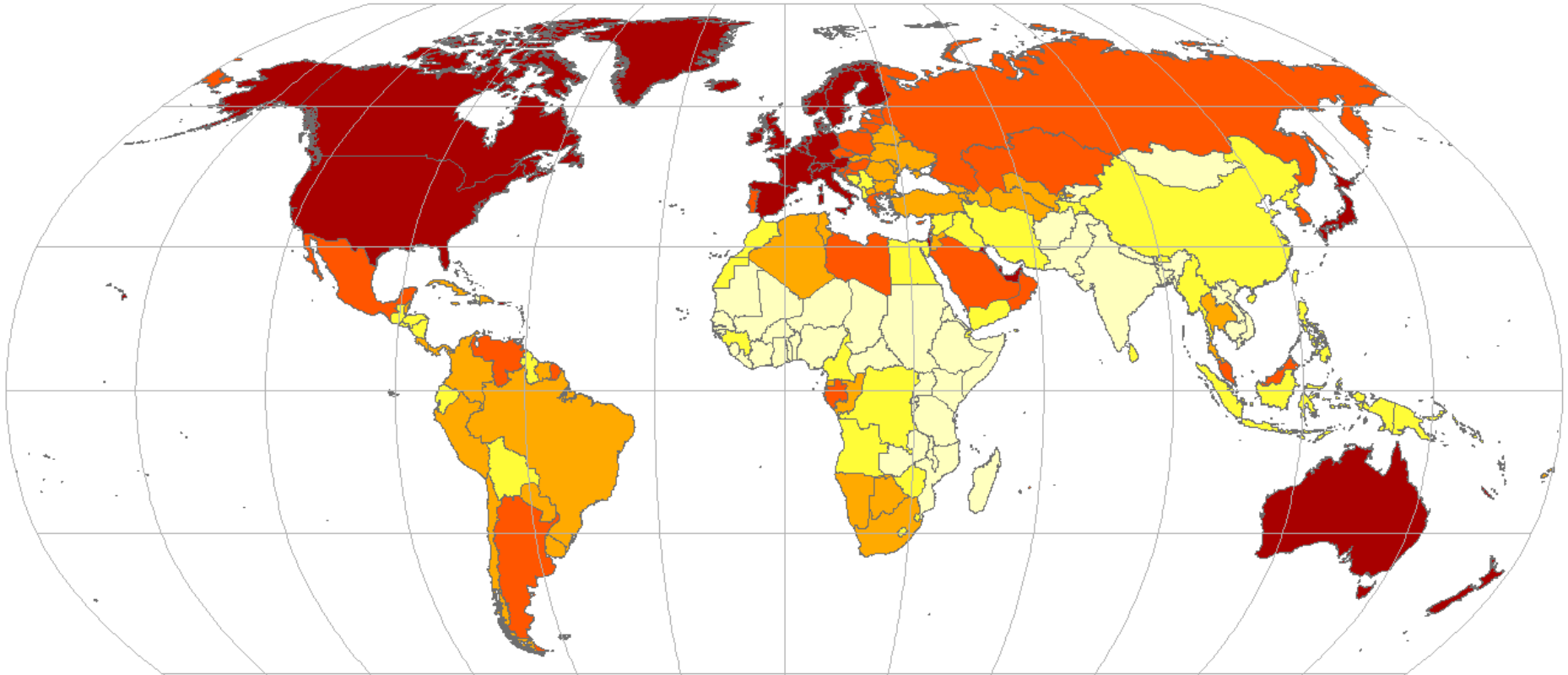
IMF International Commodities Database



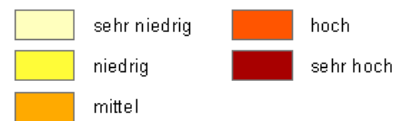
Wir sind nicht auf dem richtigen Weg



Weltkarte des Vermögens

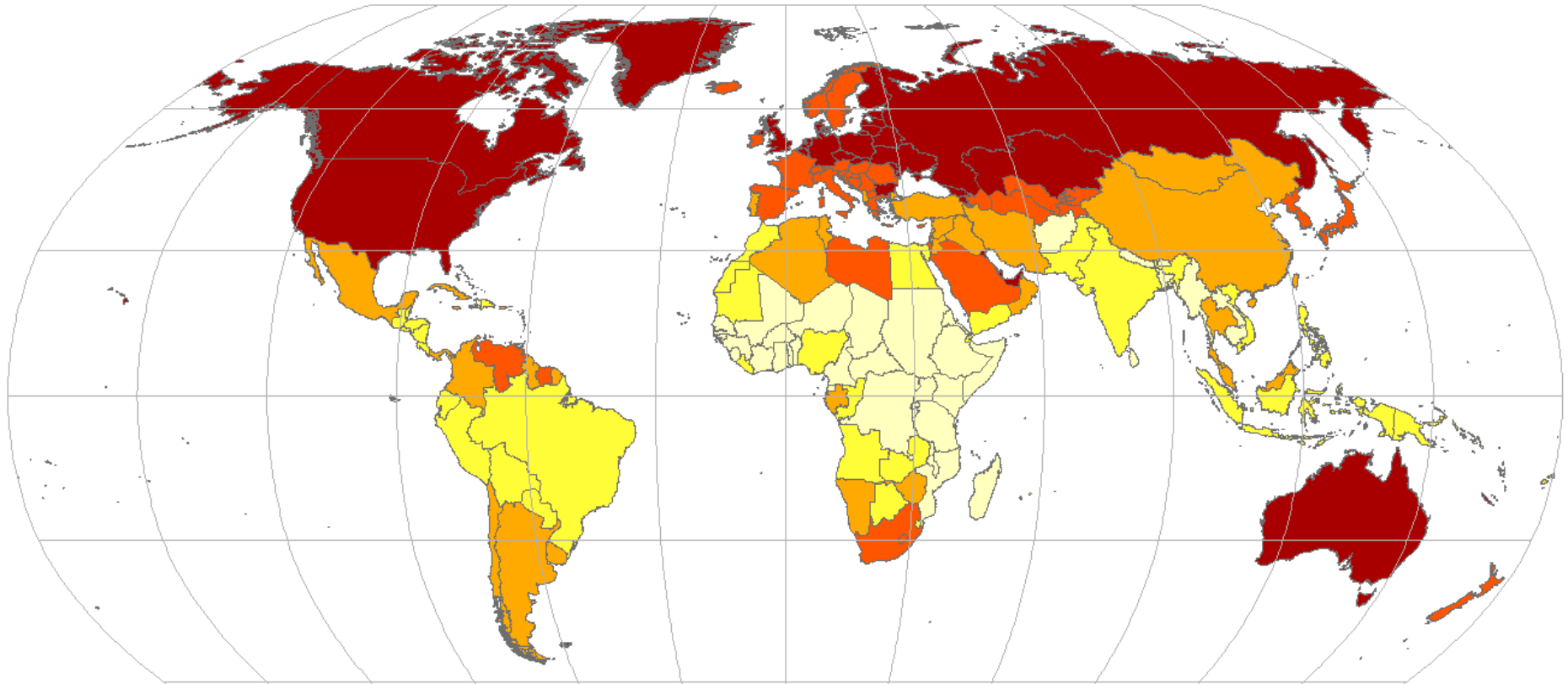


Kapitalbestand pro Person



Source: Füssel (2007)

Ablagerungen in der Atmosphäre

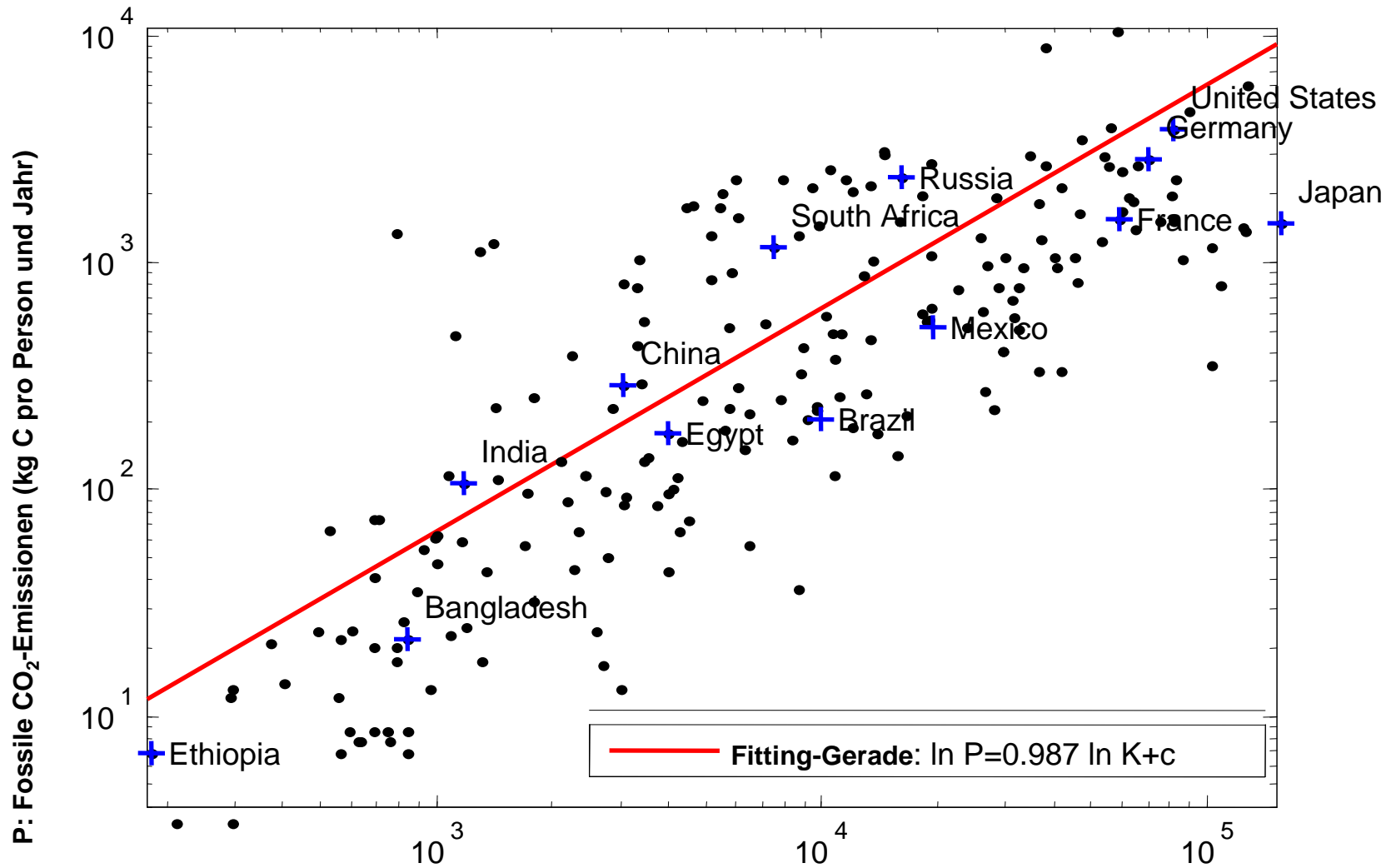


Fossile CO₂-Emissionen pro Person (1950-2003)



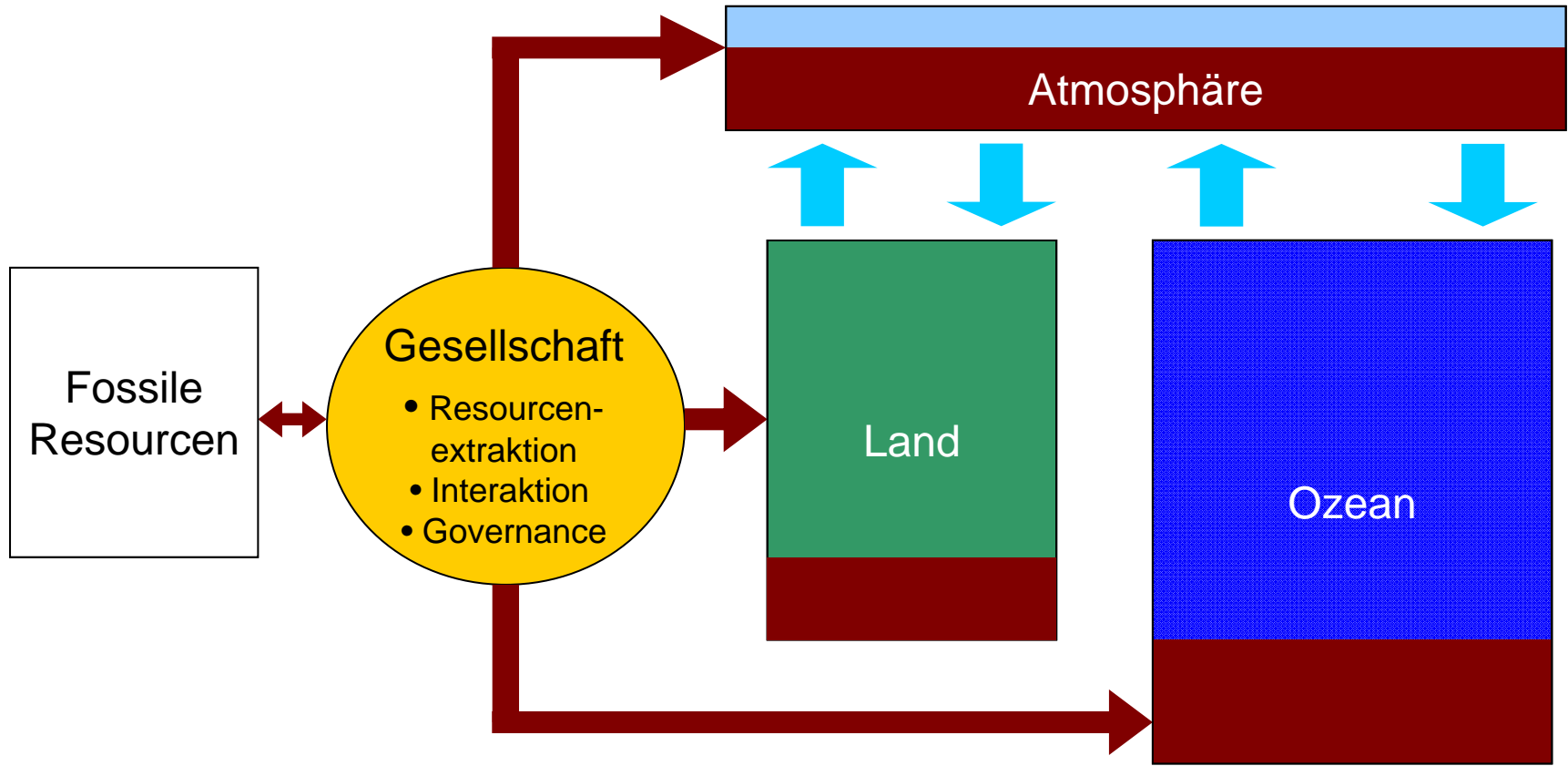
Source: Füßel (2007)

Kohlenstoff und Vermögen



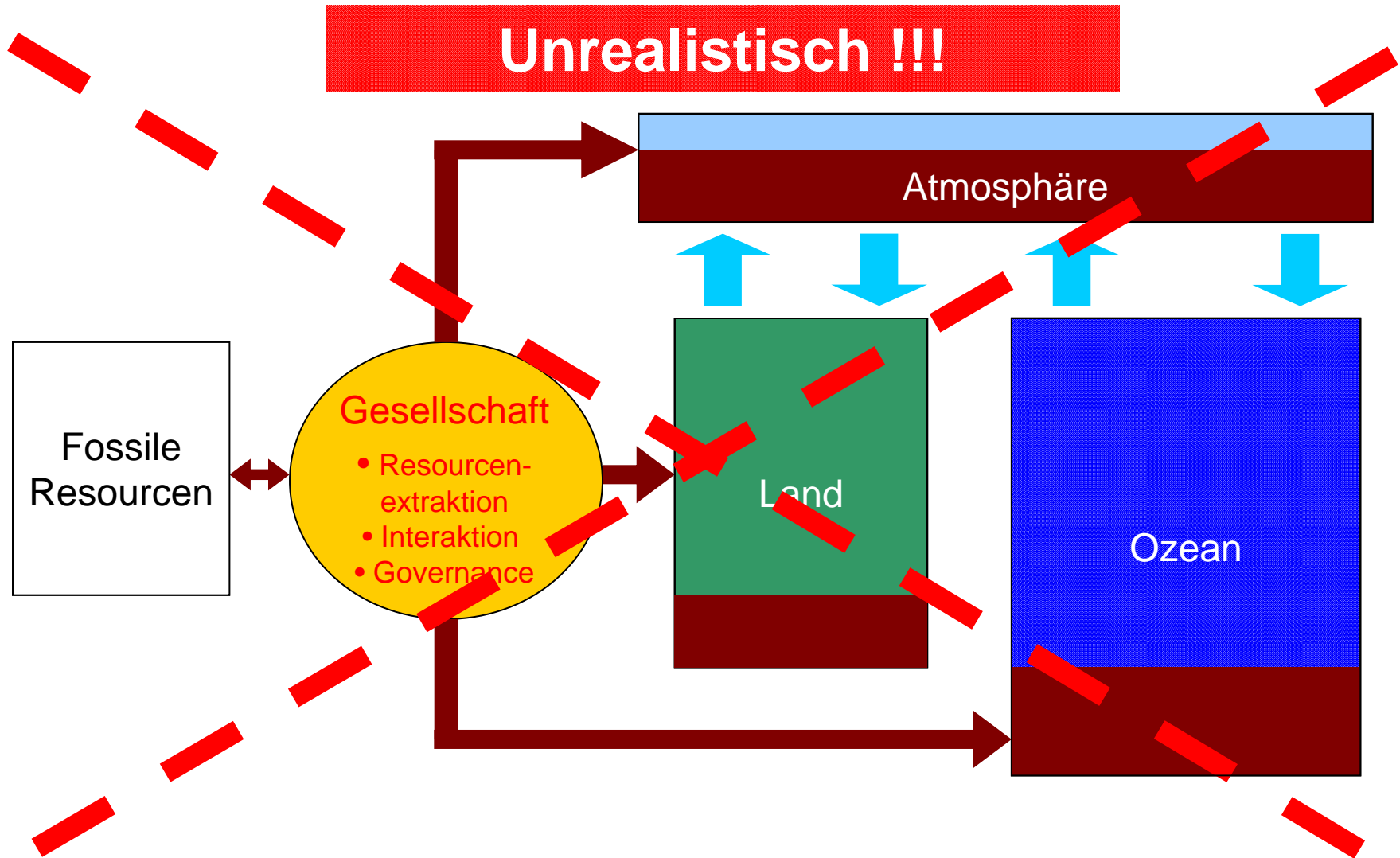
K: Kapitalbestand (US\$2000 pro Person)

Welcher Zukunft zugewandt?



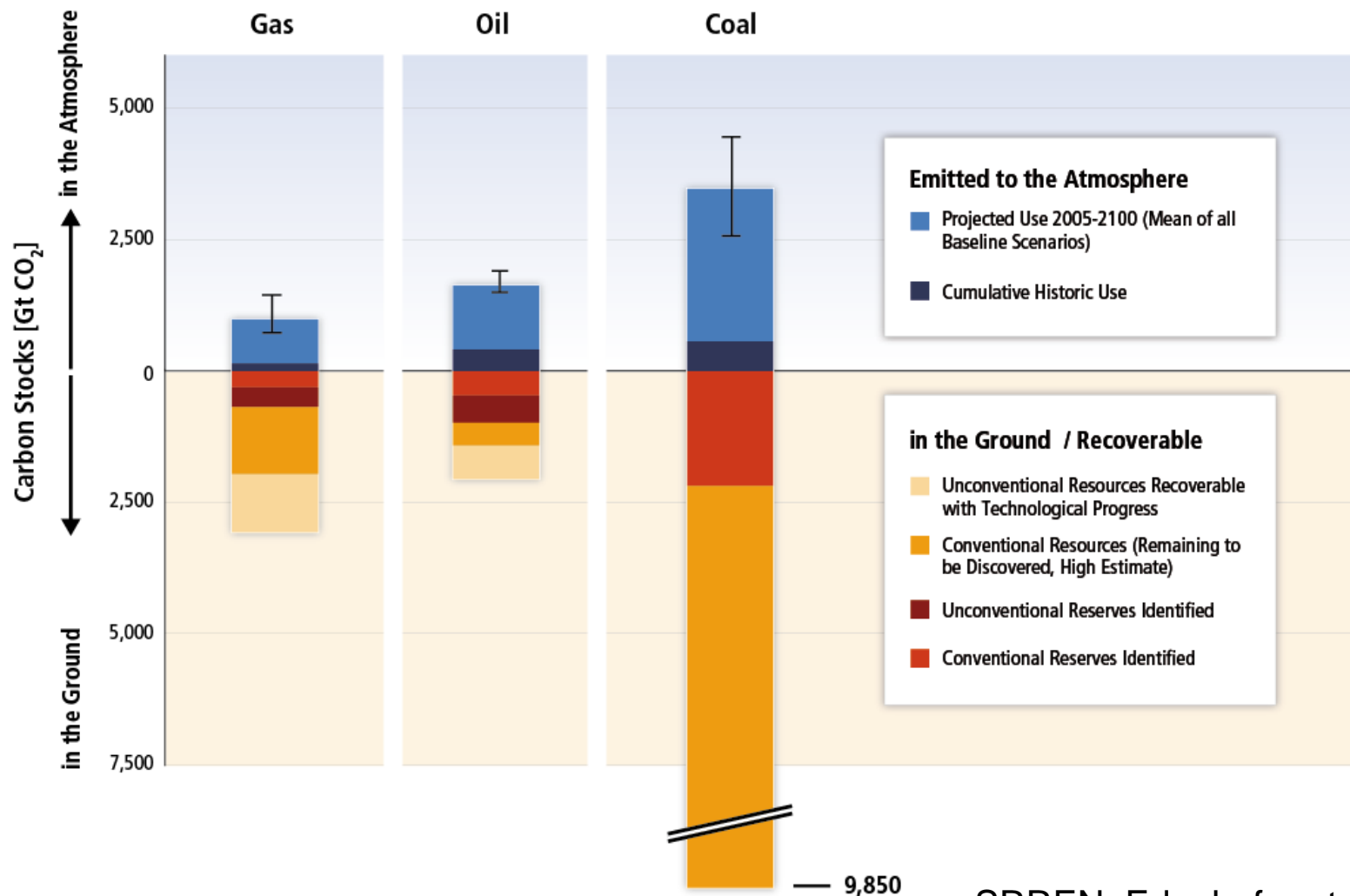
Nach Lenton (2011) und Ostrom (2011)

Welcher Zukunft zugewandt?



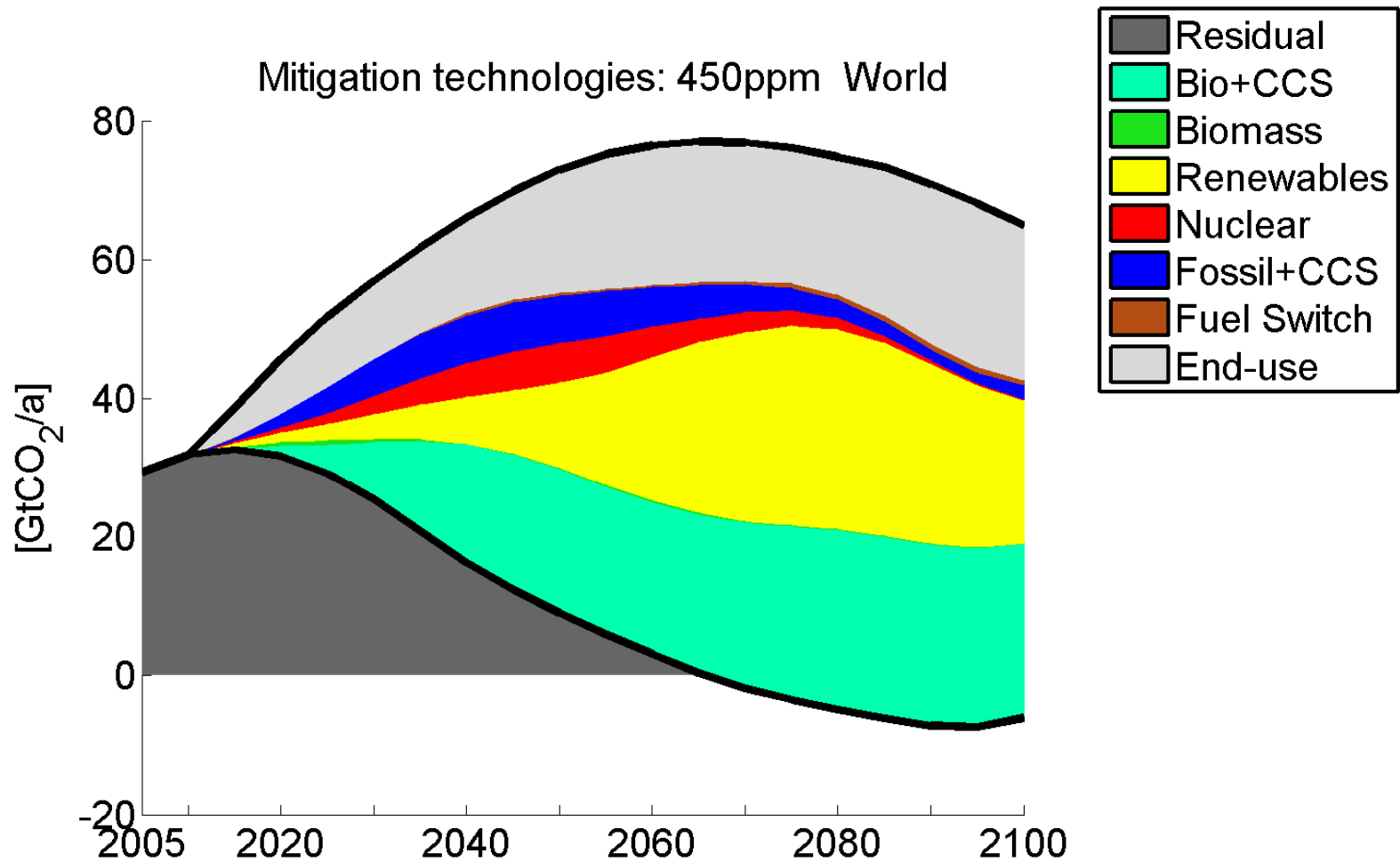
Nach Lenton (2011) und Ostrom (2011)

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

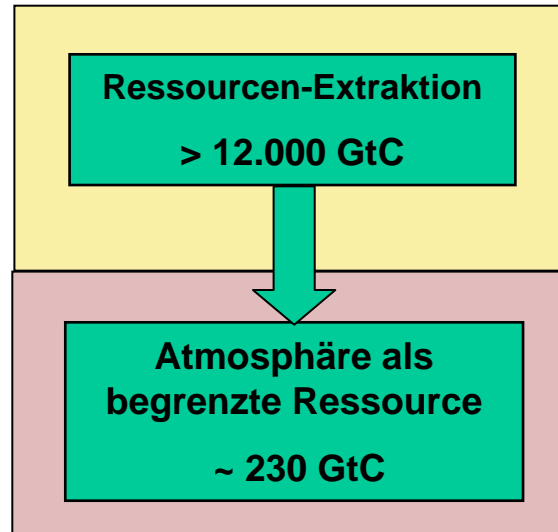


SRREN, Edenhofer et.al. (2011)

Ist eine Entkoppelung möglich?



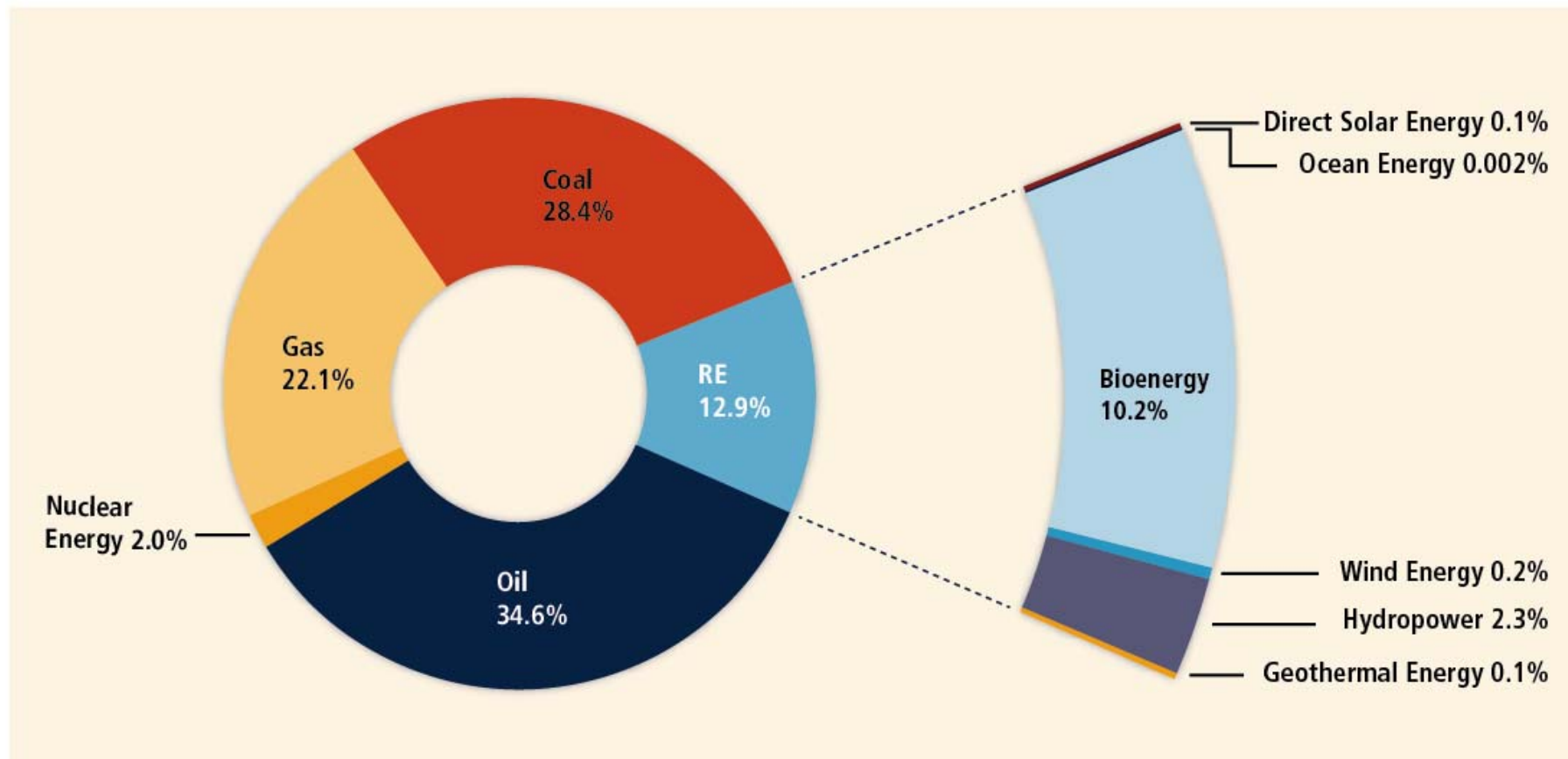
Atmosphäre als globales Gemeingut



Wie bestimmt man einen Knappheitspreis?

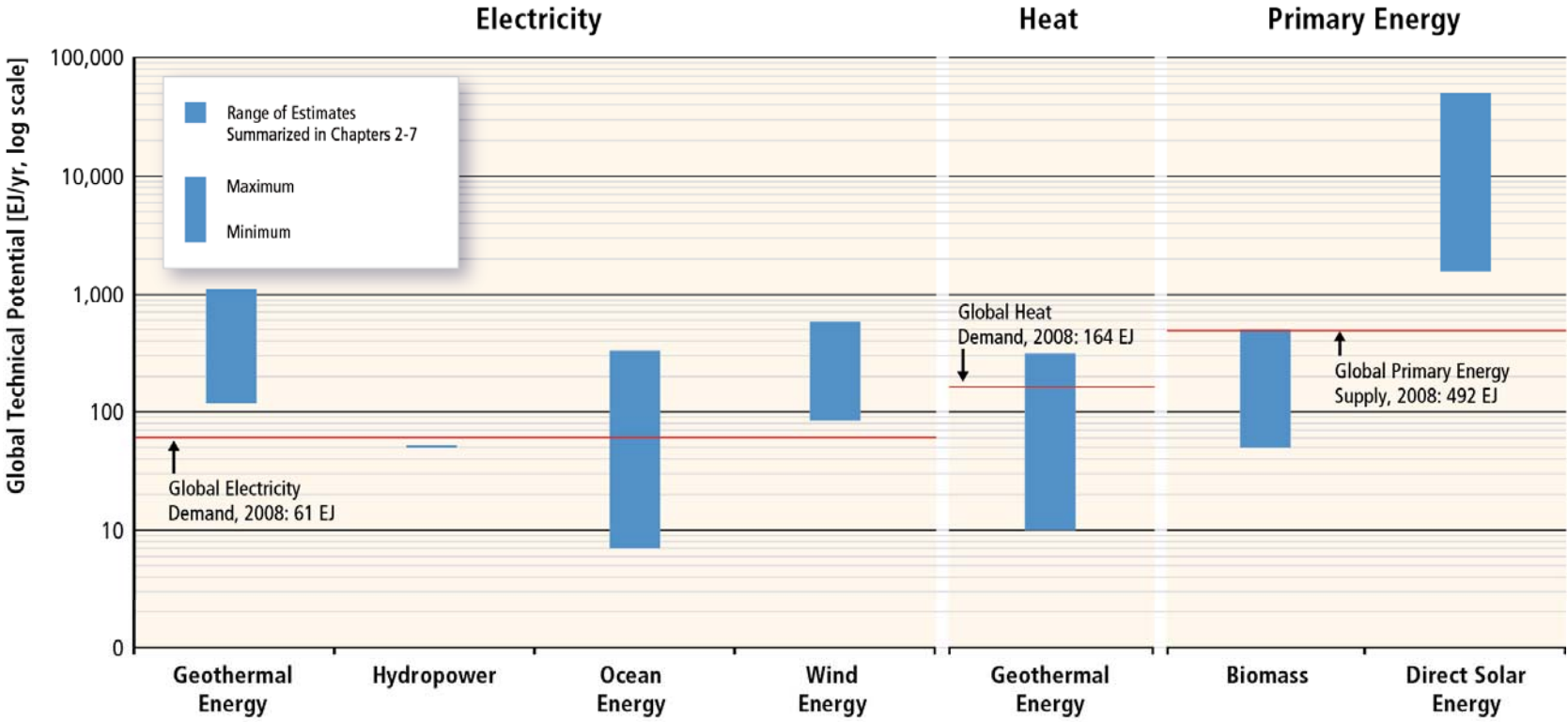
- Durch die Definition von Eigentumsrechten
- Durch die Verteilung von Eigentumsrechten
- Durch die Handelbarkeit der Rechte

Das gegenwärtige Energiesystem ist durch die fossilen Energieträger dominiert



Anteile von Energieträgern am globalen Primärenergieangebot in 2008

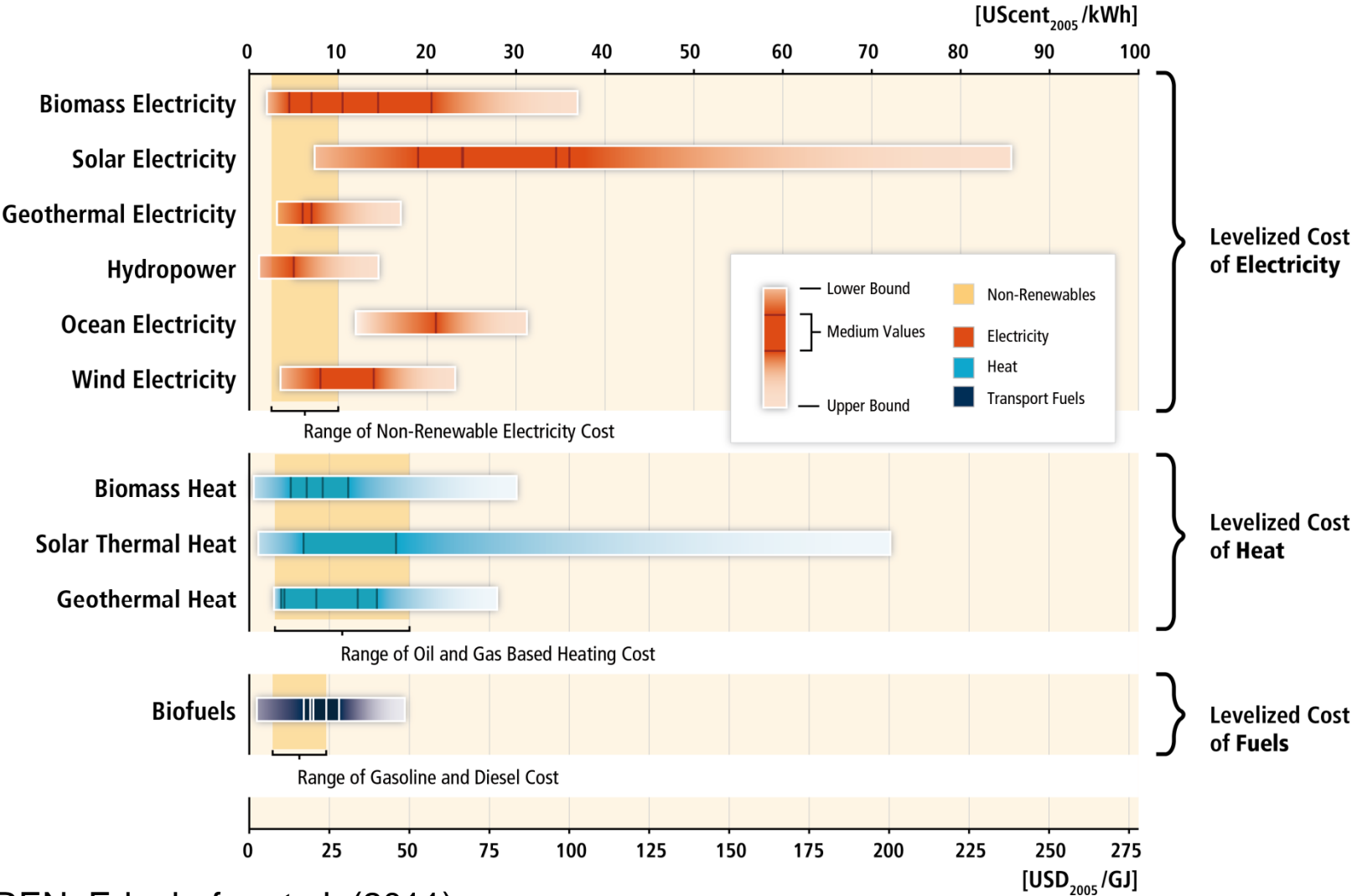
Das technische Potenzial der Erneuerbaren Energien



Range of Estimates of Global Technical Potentials

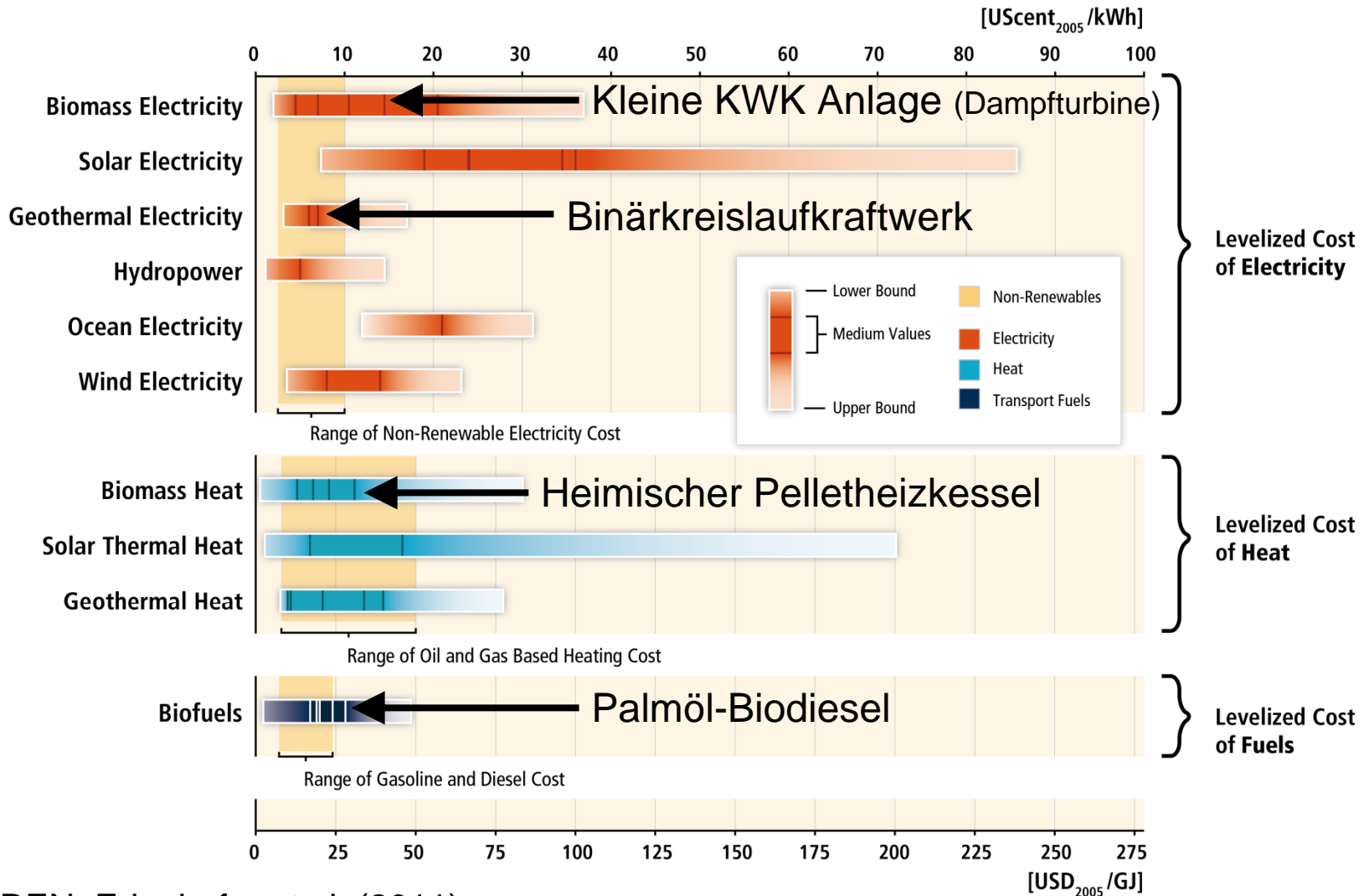
Max (in EJ/yr)	1109	52	331	580	312	500	49837
Min (in EJ/yr)	118	50	7	85	10	50	1575

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



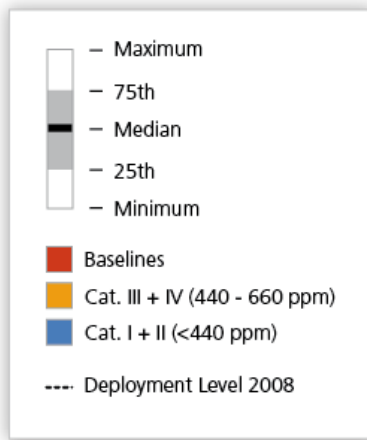
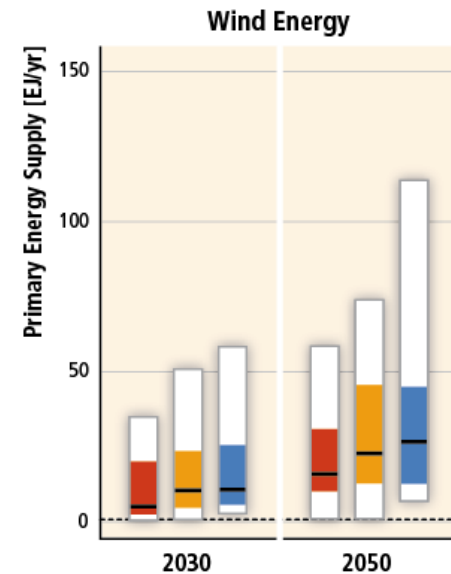
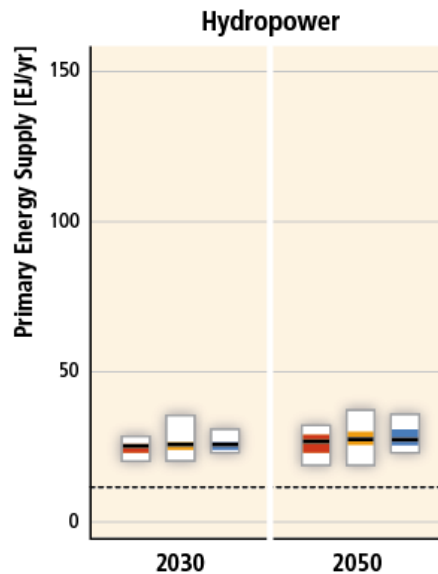
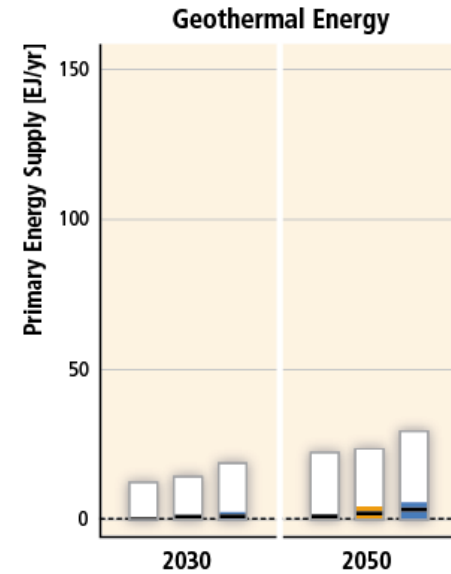
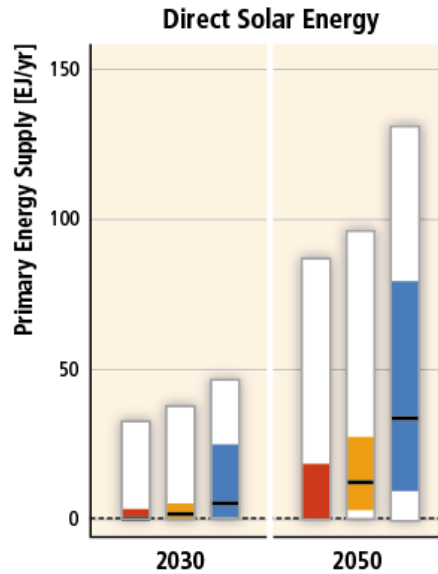
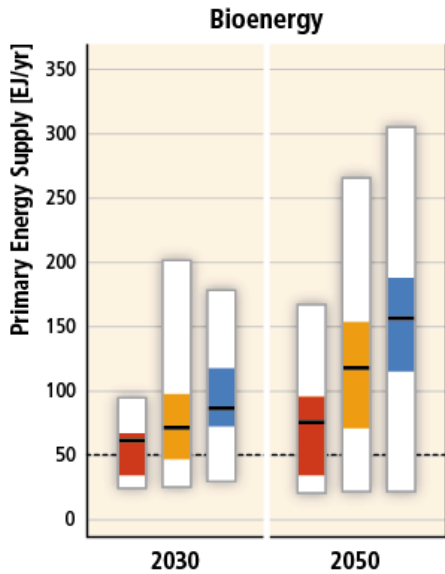
SRREN, Edenhofer et al. (2011)

...manche EE-Technologien sind bereits wettbewerbsfähig



SRREN, Edenhofer et al. (2011)

Potenzial für die erneuerbaren Energien

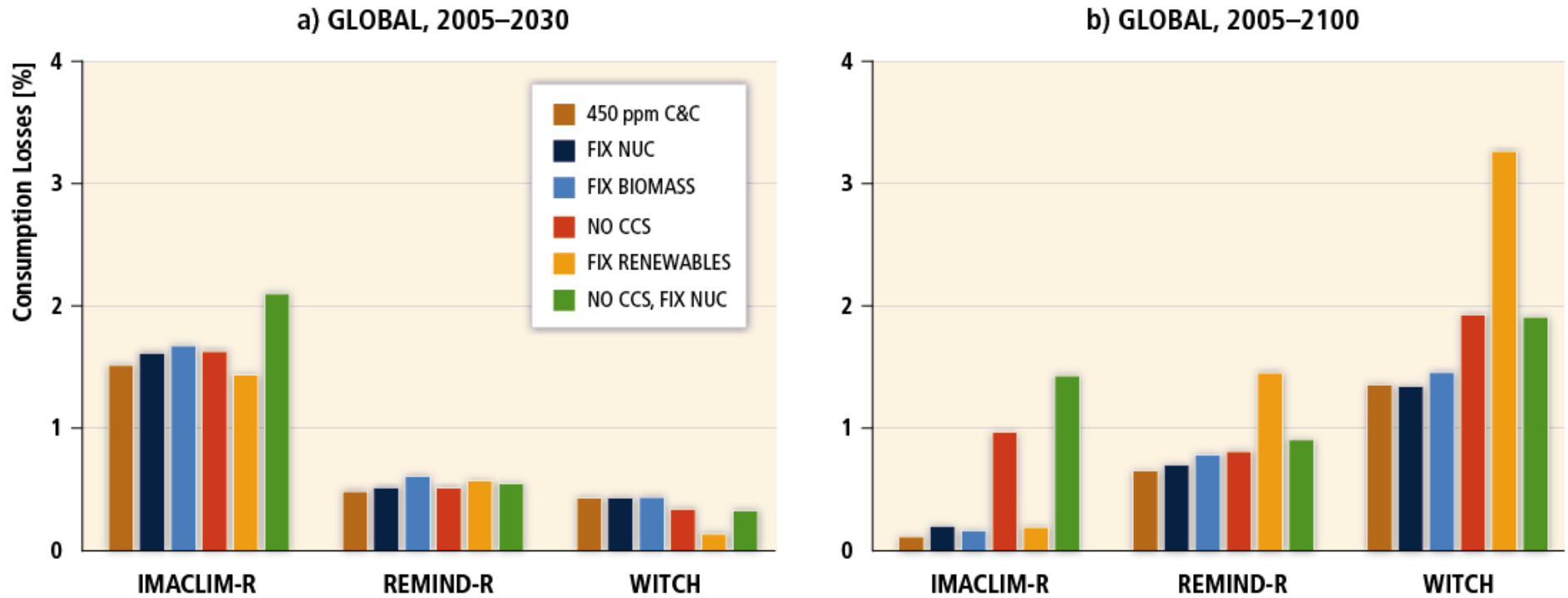


Bioenergy Supply is Accounted for Prior to Conversion

Primary Energy Supply is Accounted for Based on Secondary Energy Produced

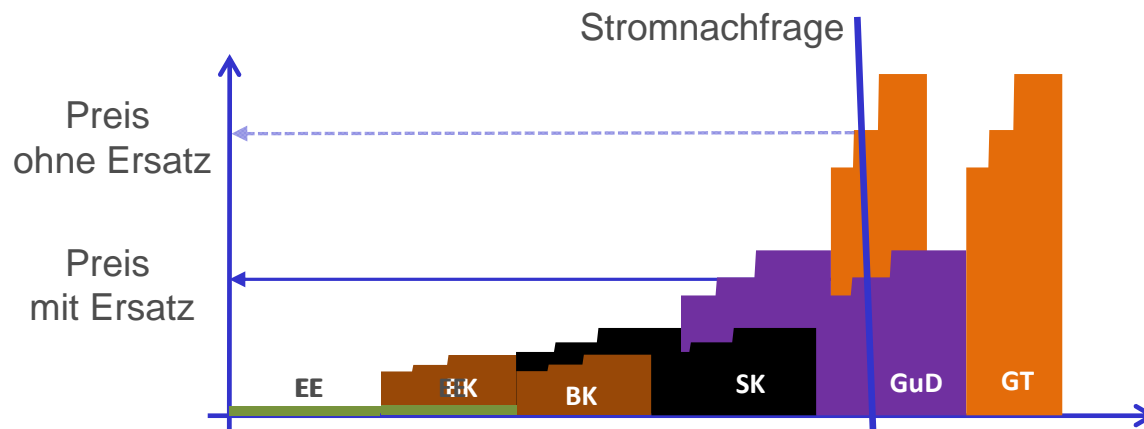
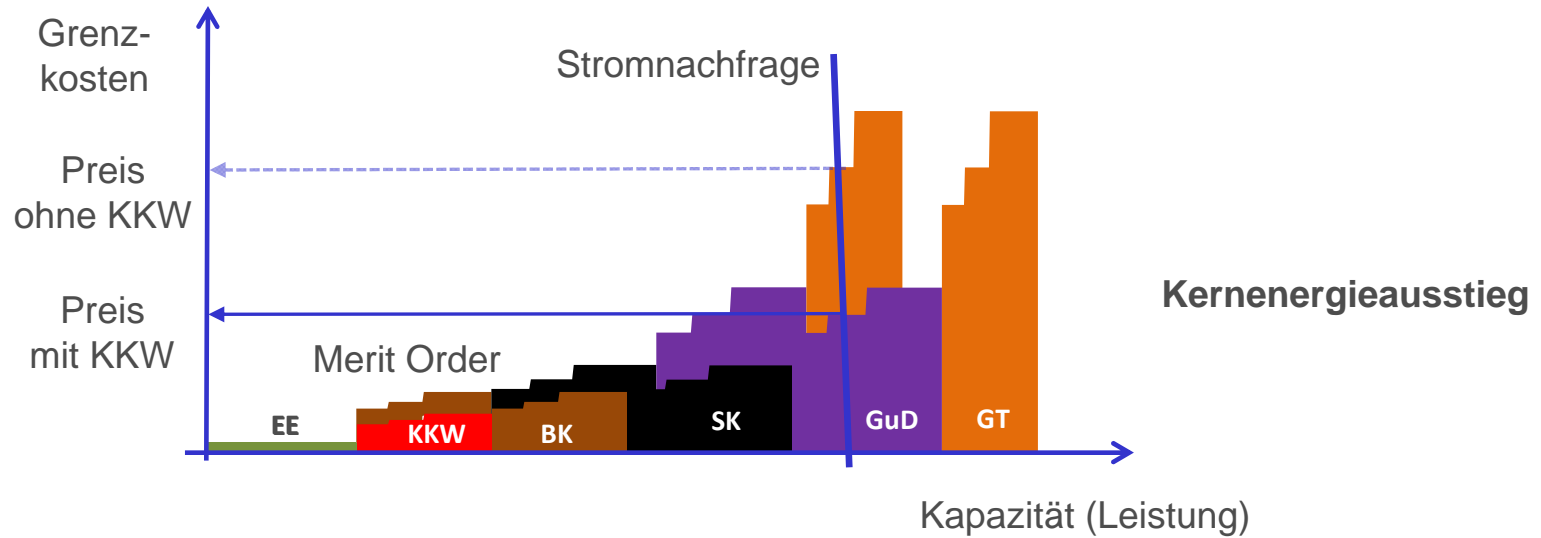
Edenhofer et al. (2011)

Makroökonomische Kosten

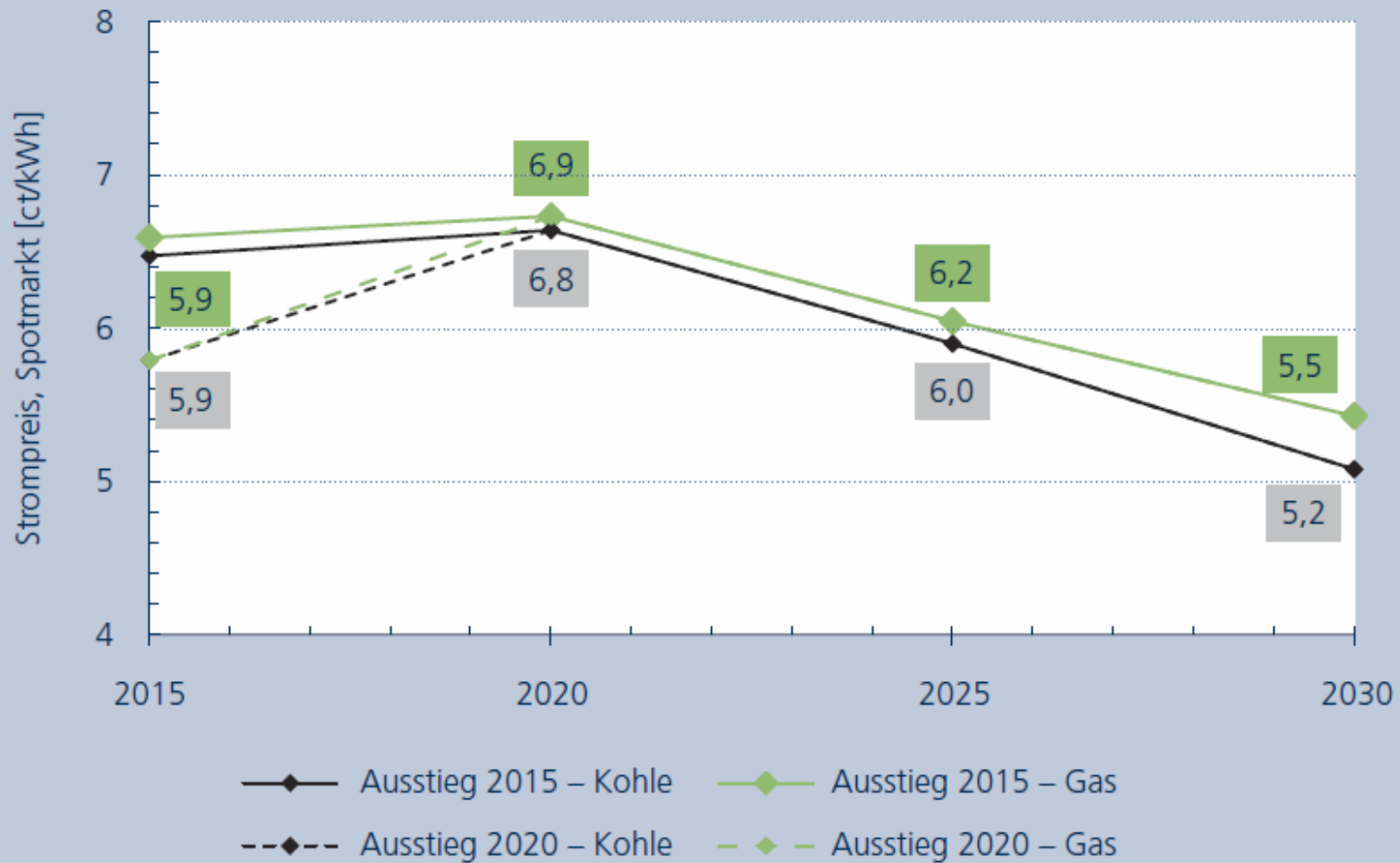


Eingeschränkte Verfügbarkeit von Technologien

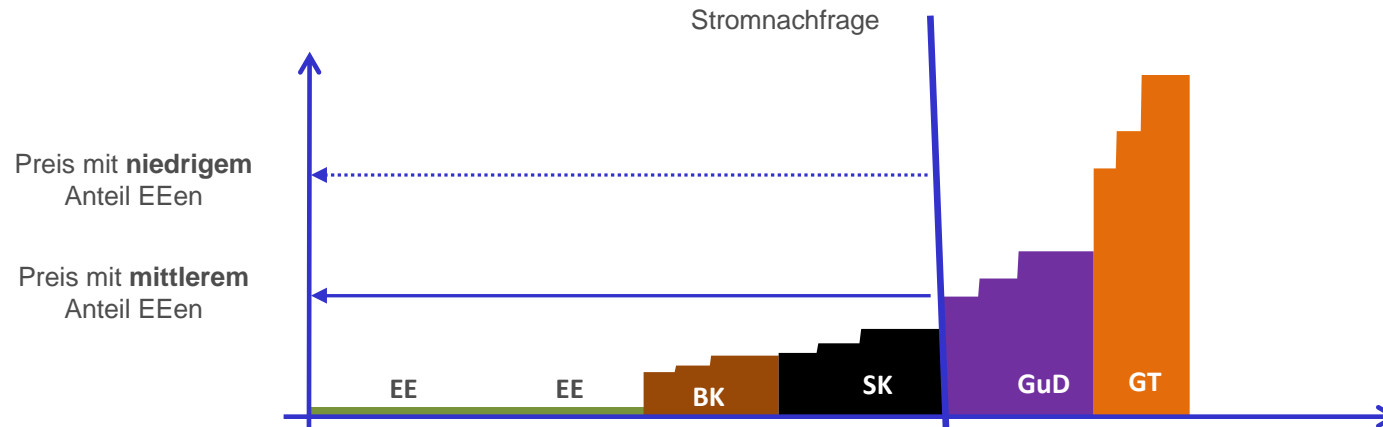
Preisbildung im liberalisierten Strommarkt



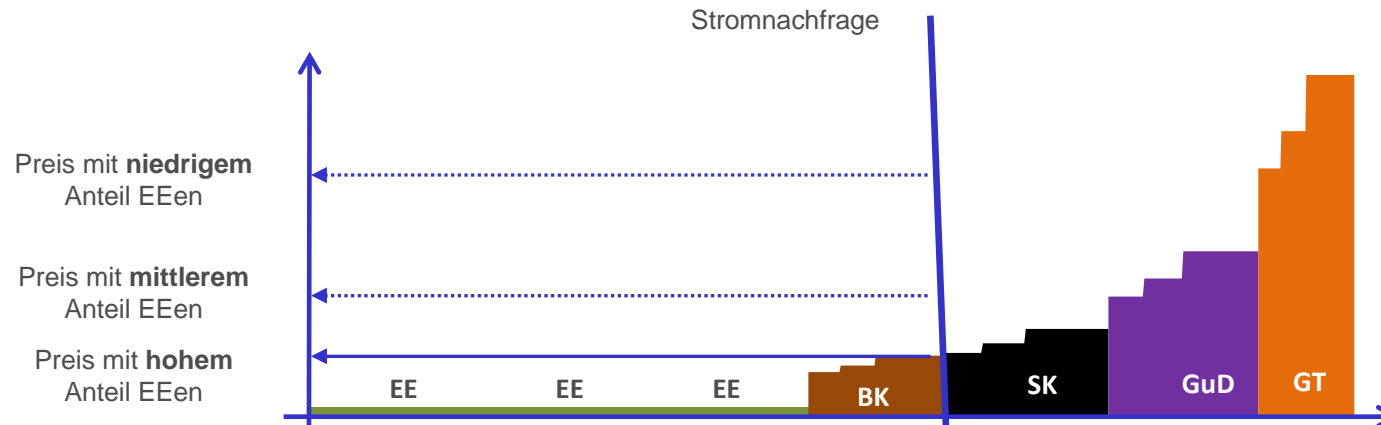
Großhandelspreise bei Kohle und Gas



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

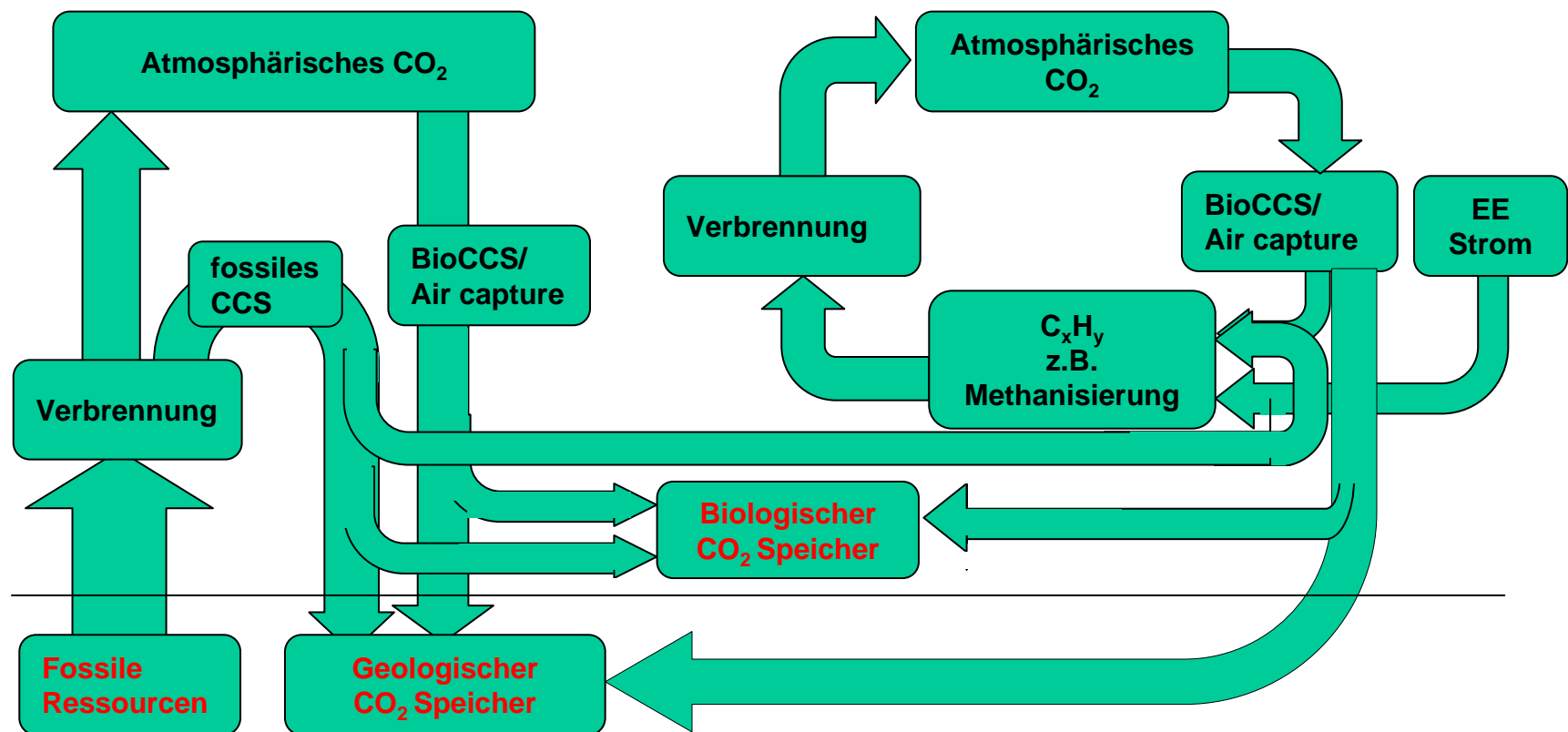
- Nachfragemanagement
- Netzausbau
- Verbesserung der Wettervorhersage
- Flexible Kraftwerke
- Energiespeicher

CCX

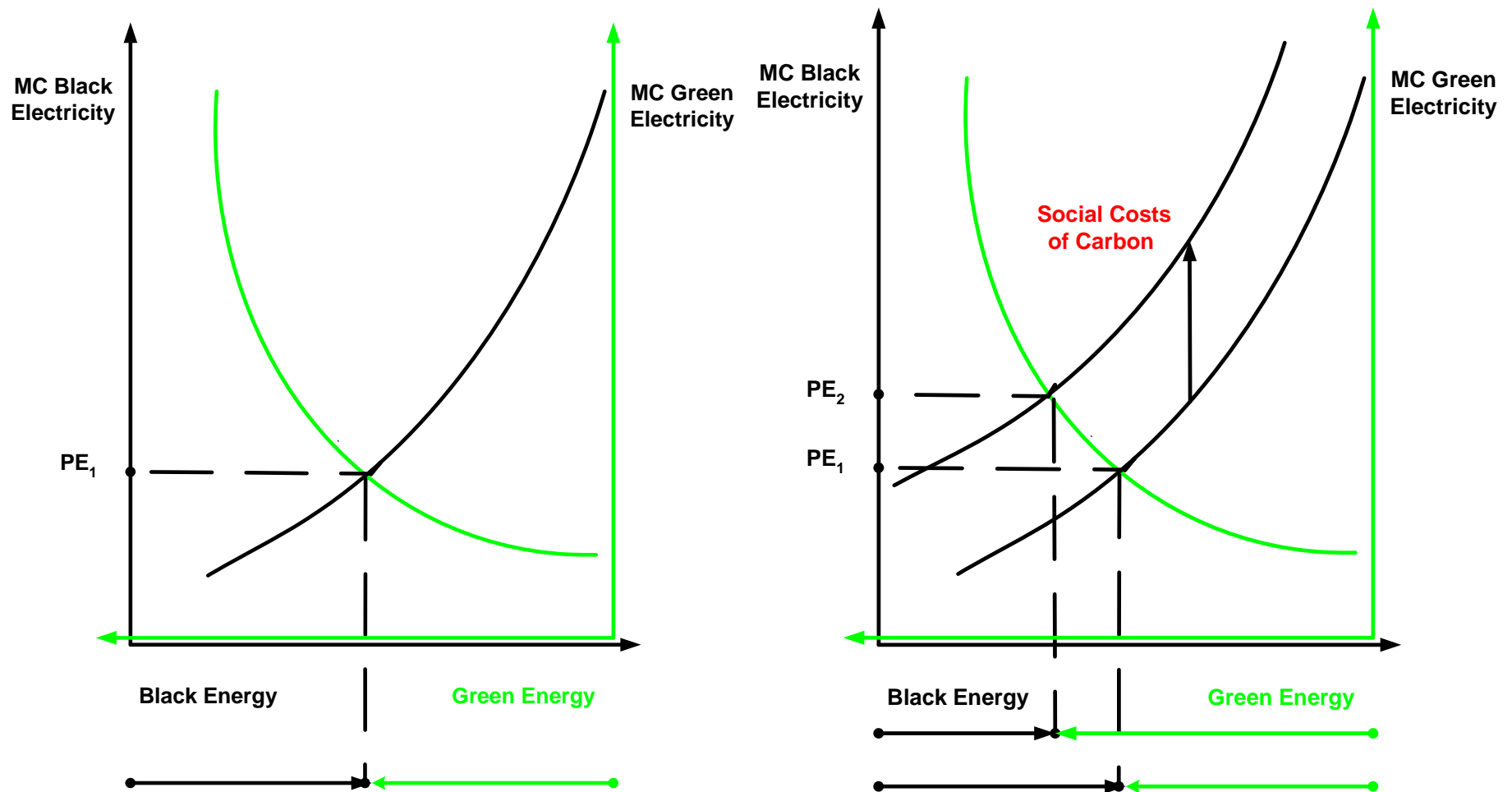
X = **C**ycling, **S**torage, **U**tilitization

Abscheidung und Speicherung von CO₂ (CCS)

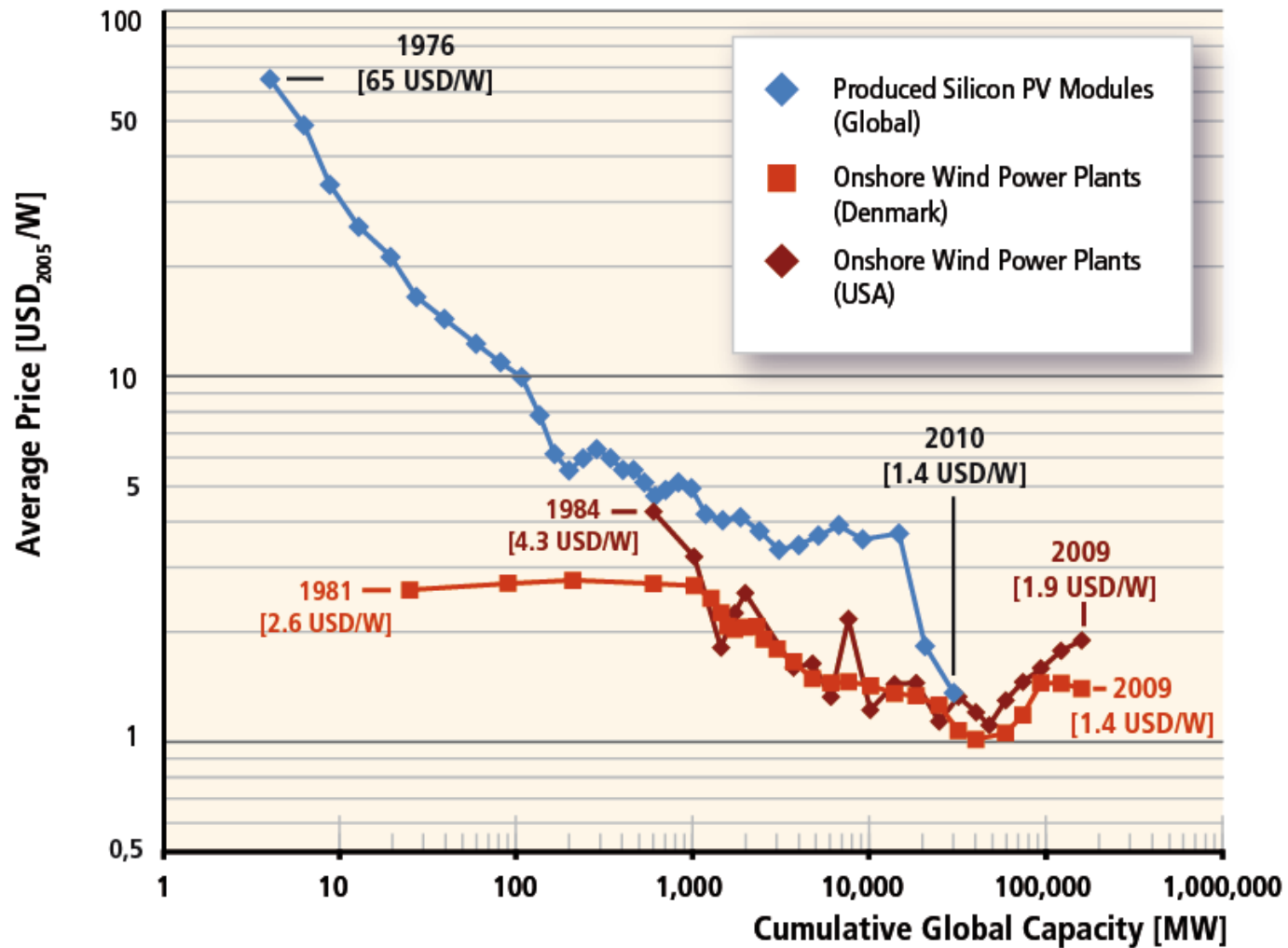
Carbon Capture and Cycling (CCC)



Fall 1: Emissionshandel ist notwendig und hinreichend

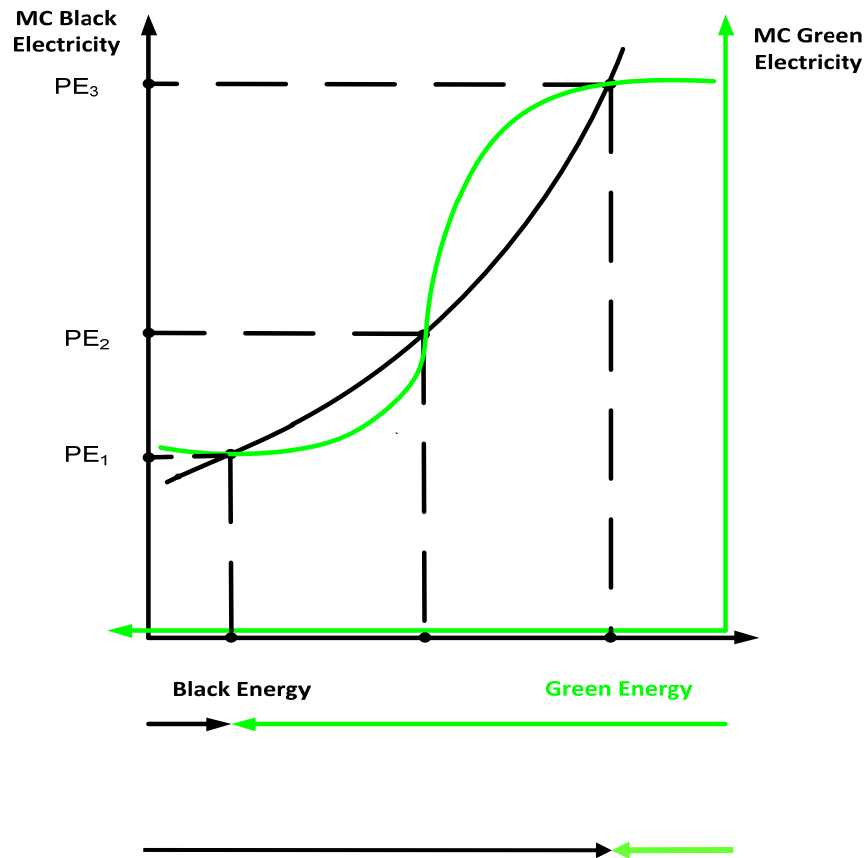


Erneuerbare Energien haben Potenzial zur Kostensenkung



SRREN, Edenhofer et. al. 2011

Fall 2: Eine zusätzliche Förderung der Erneuerbaren ist nicht sinnvoll

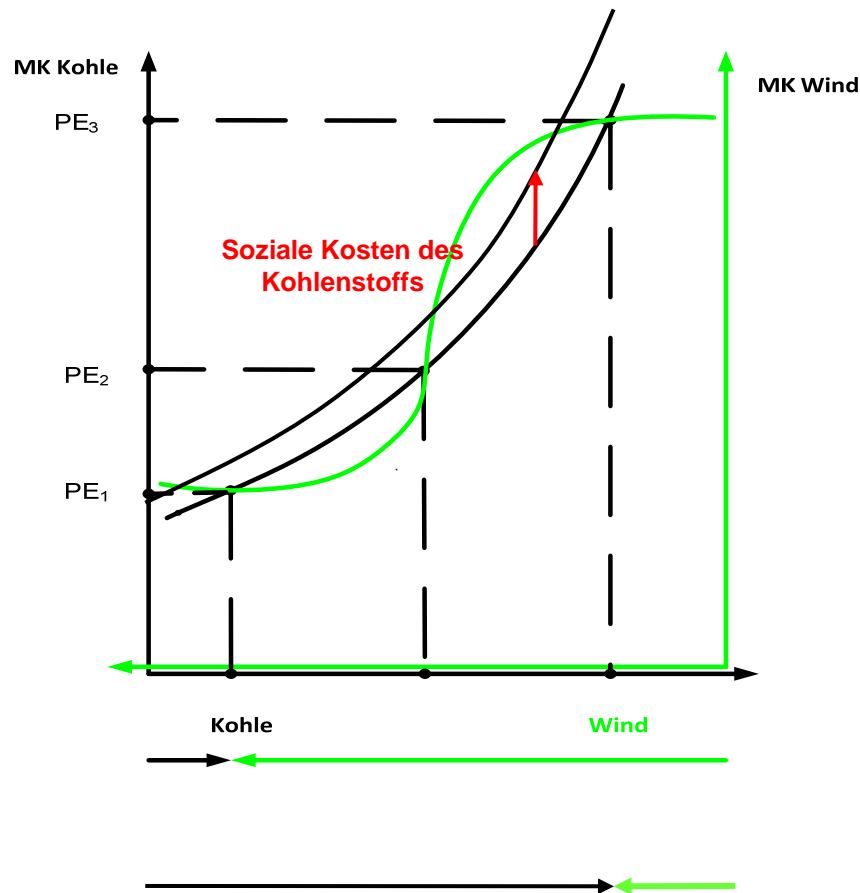


► Mehrere stabile Gleichgewichtspunkte sind möglich (PE_3 und PE_1), sofern die Angebotskurven durch Nicht-Konvexitäten gekennzeichnet sind (PE_2 ist nicht stabil).

► 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!

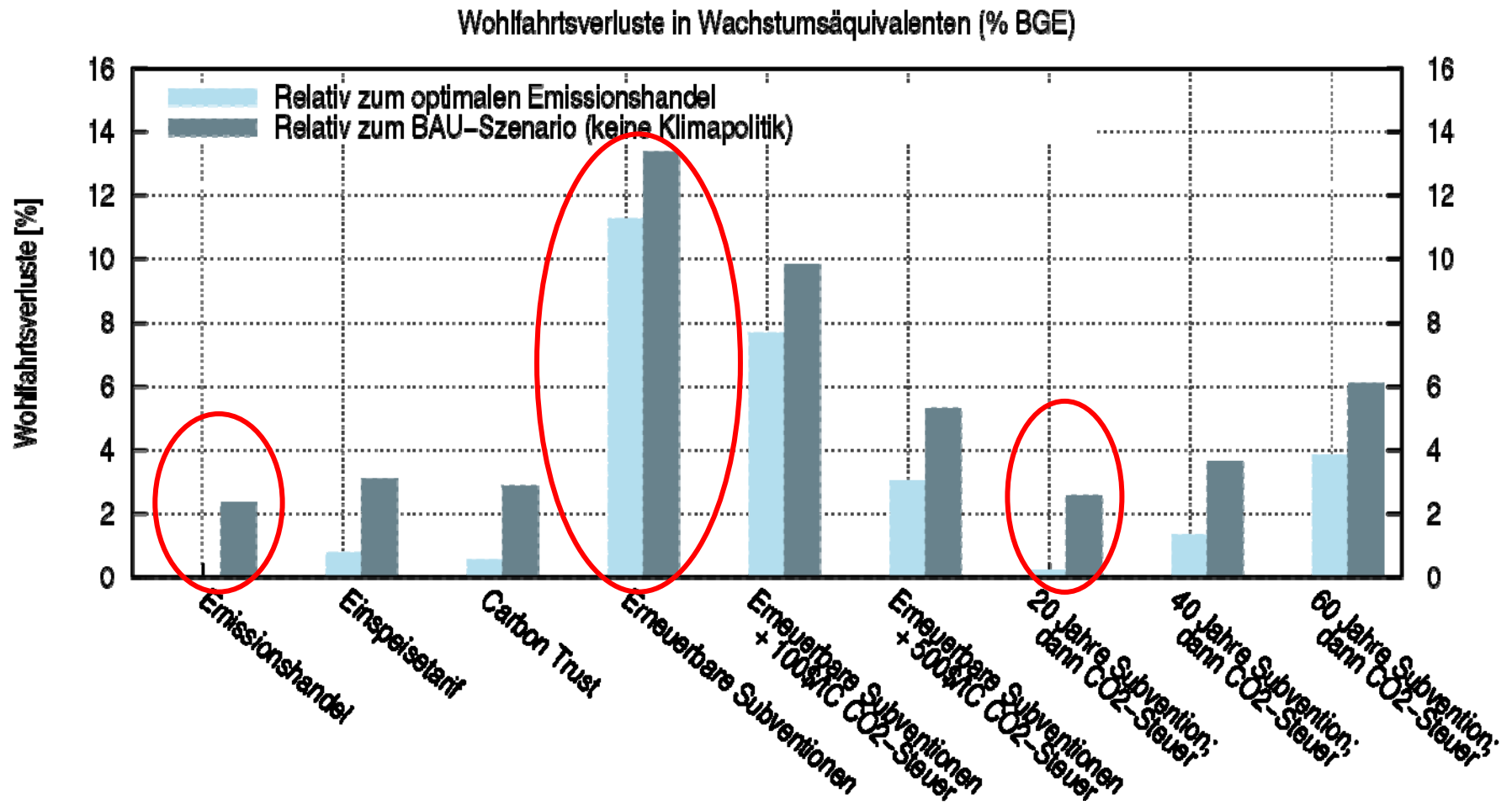


► Die Internalisierung der sozialen Kosten des Energieangebots (z.B. durch ein Emissionshandelssystem) verbessert die Wettbewerbsfähigkeit EEn

► 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

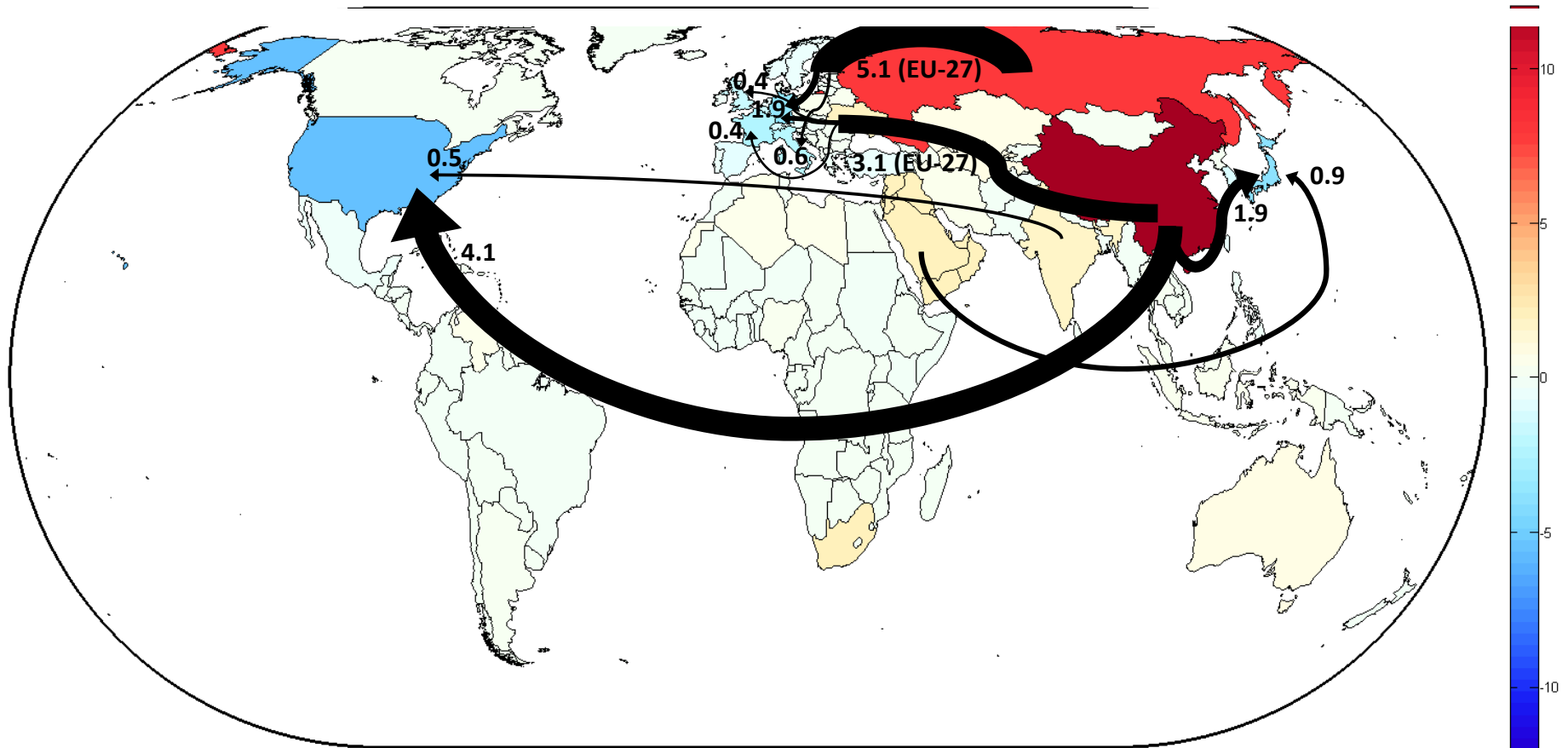
Effiziente Technologiepolitik



Internationaler Handel und Kohlenstoffzölle

CO₂-Handelsbilanzen 1990-2008 der verschiedenen Weltregionen

The cumulative balance of emissions embodied in trade (BEET) 1990-2008 (Gt CO₂)

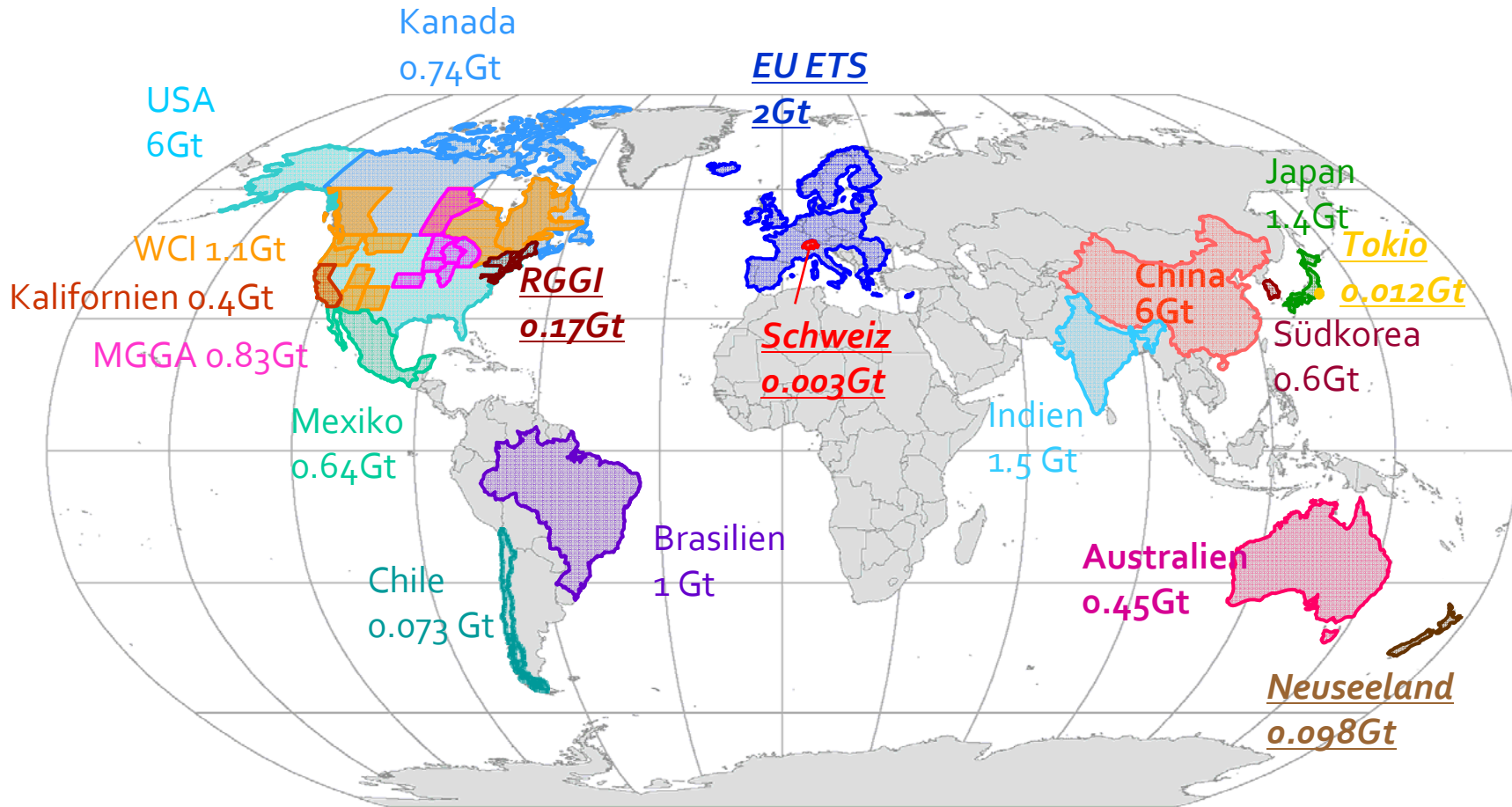


Blautöne: CO₂-Exportdefizit, Rottöne: CO₂-Exportüberschuss

Die Pfeile beschreiben die größten CO₂-Handelsströme zwischen den Weltregionen

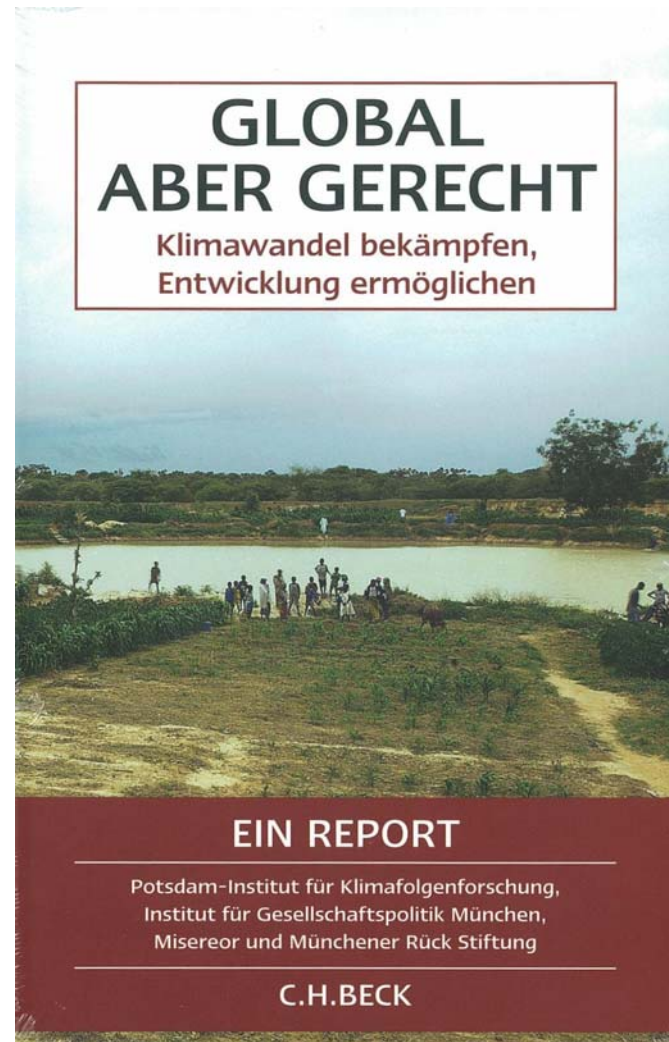
Internationale Kooperation und Politikinstrumente

- Klimapolitiken jenseits der UNFCCC



Empfehlenswerte Literatur

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



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