



Klimapolitik im globalen, europäischen und nationalen Rahmen

Interne Anhörung der Enquête-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität“ des Deutschen Bundestages

Berlin, 15. Oktober 2012

Prof. Dr. Ottmar Edenhofer / Dr. Michael Jakob / Dr. Jan Steckel



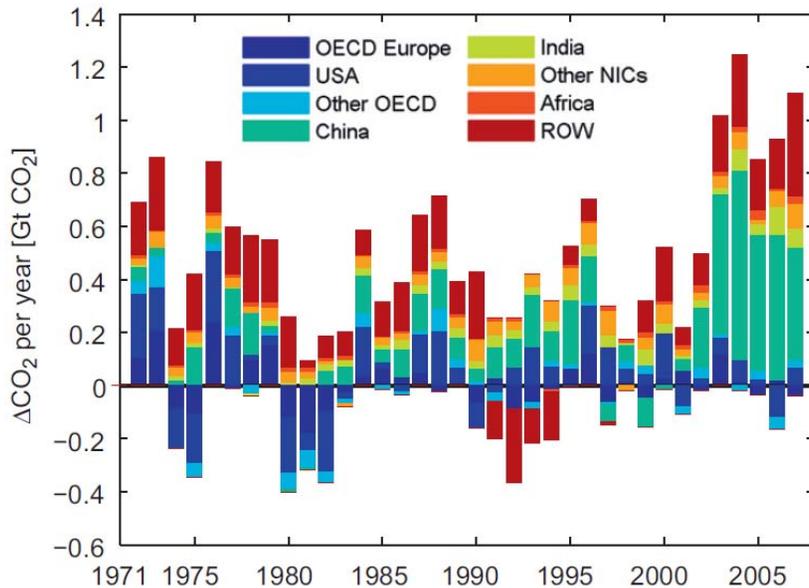
Übersicht

1. Emissionswachstum – Aktuelle Entwicklung und Ursachen
2. Globale Kooperation als Herausforderung
3. Europäische Klimapolitik – Vorreiterrolle in Theorie und Praxis
4. Klimapolitisches Labor Deutschland
5. Gesellschaftliche Ziele – Warum sollte Deutschland Klimapolitik betreiben?
6. Zusammenfassung

Übersicht

1. Emissionswachstum – Aktuelle Entwicklung und Ursachen
2. Globale Kooperation als Herausforderung
3. Europäische Klimapolitik – Vorreiterrolle in Theorie und Praxis
4. Klimapolitisches Labor Deutschland
5. Gesellschaftliche Ziele – Warum sollte Deutschland Klimapolitik betreiben?
6. Zusammenfassung

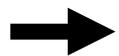
Wer treibt Emissionswachstum ?



1971-2007

Jährlicher Effekt auf das CO₂ Wachstum

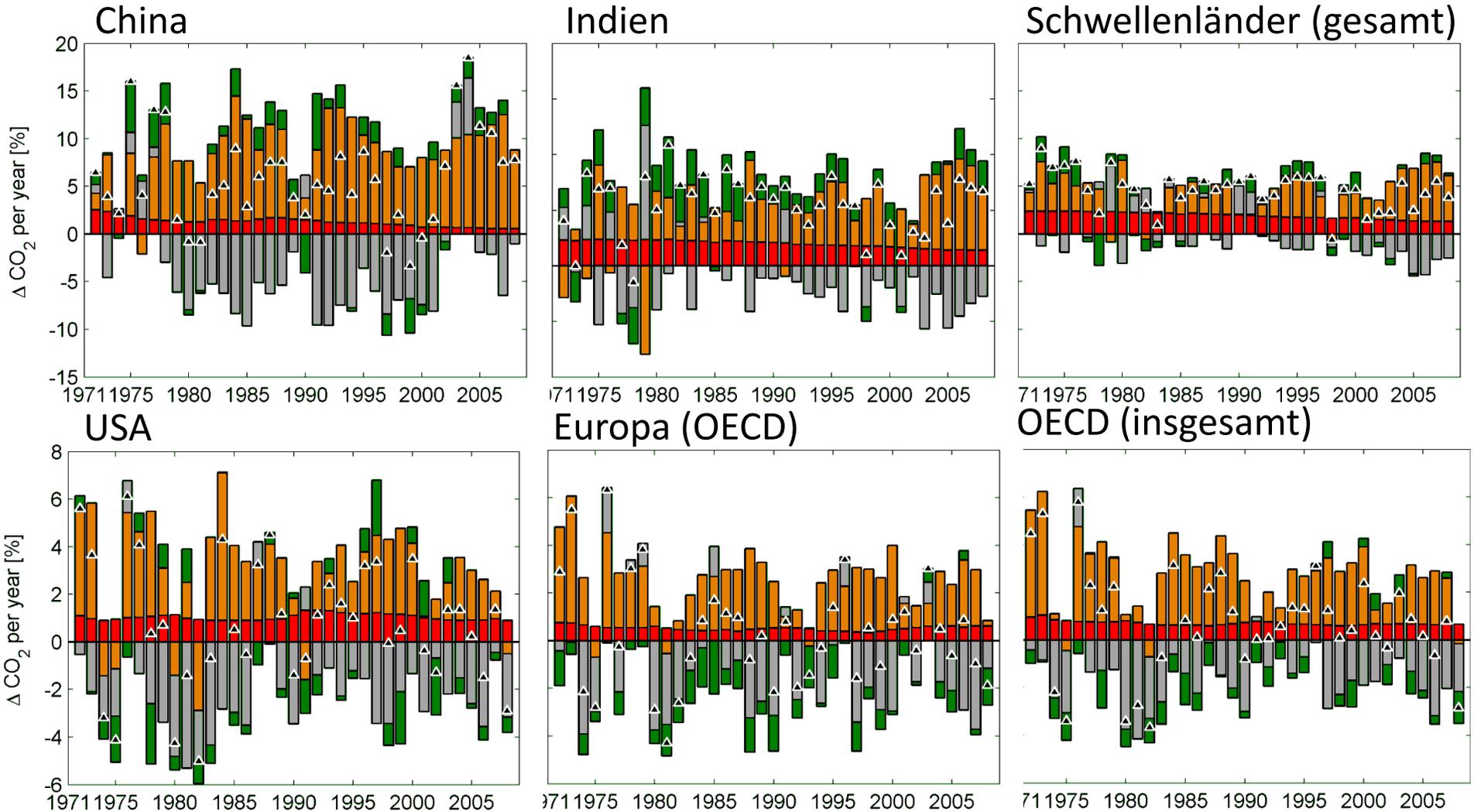
	World	OECD	NIC	China	China 2000-2007
Population	1.59	0.71	1.93	1.29	0.67
GDP per capita	1.96	2.07	2.84	7.51	9.27
Energy intensity	-1.36	-1.55	-0.66	-4.13	-2.34
Carbon intensity	-0.16	-0.47	0.59	1.2	1.37
CI attributed to					
Coal	0.36	0.1	0.86	1.61	1.9
Gas	-0.04	-0.06	0.04	-0.02	-0.07
Oil	0.02	-0.01	0.52	0.004	-0.19
Nuclear	-0.24	-0.37	-0.15	-0.04	-0.11
Biomass and Waste	-0.18	-0.09	-0.49	-0.24	0.08
Renewables (incl. Hydro)	-0.08	-0.05	-0.18	-0.11	-0.24
Net annual CO ₂ growth	2.02	0.76	4.71	5.88	8.97



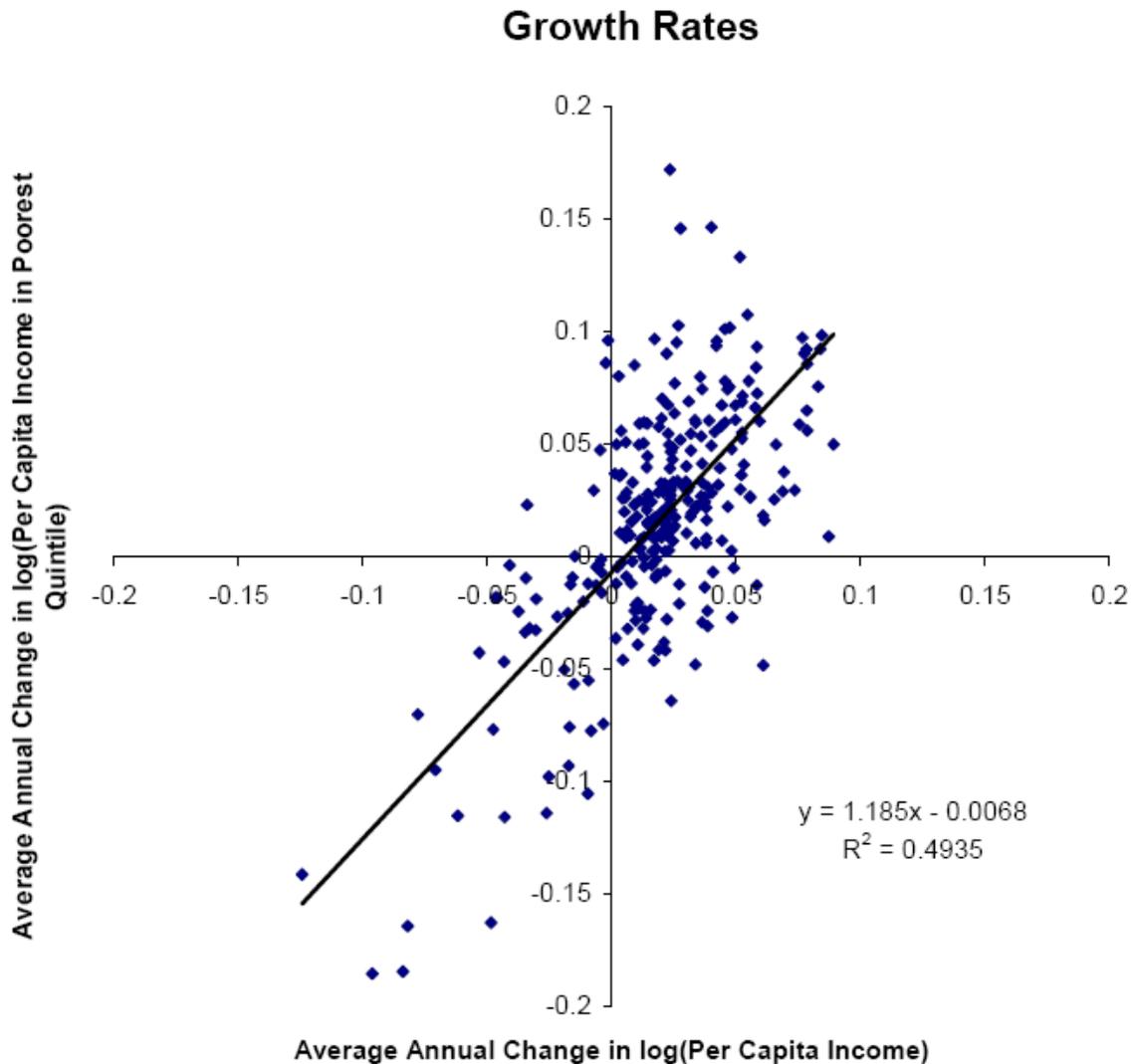
- Globales Emissionswachstum in den letzten Jahren hauptsächlich in Schwellen- und Entwicklungsländern
- Herausragende Rolle der VR China
 - i. Hohes BIP-Wachstum
 - ii. Langsamere Verbesserung der Energieintensität
 - iii. Skaleneffekte der traditionellen Kohlenutzung in China

Emissionswachstum verstehen

Kaya Identität: $CO_2 = pop \times \frac{BIP}{pop} \times \frac{E}{BIP} \times \frac{CO_2}{E}$



Wachstum und Armutsreduktion



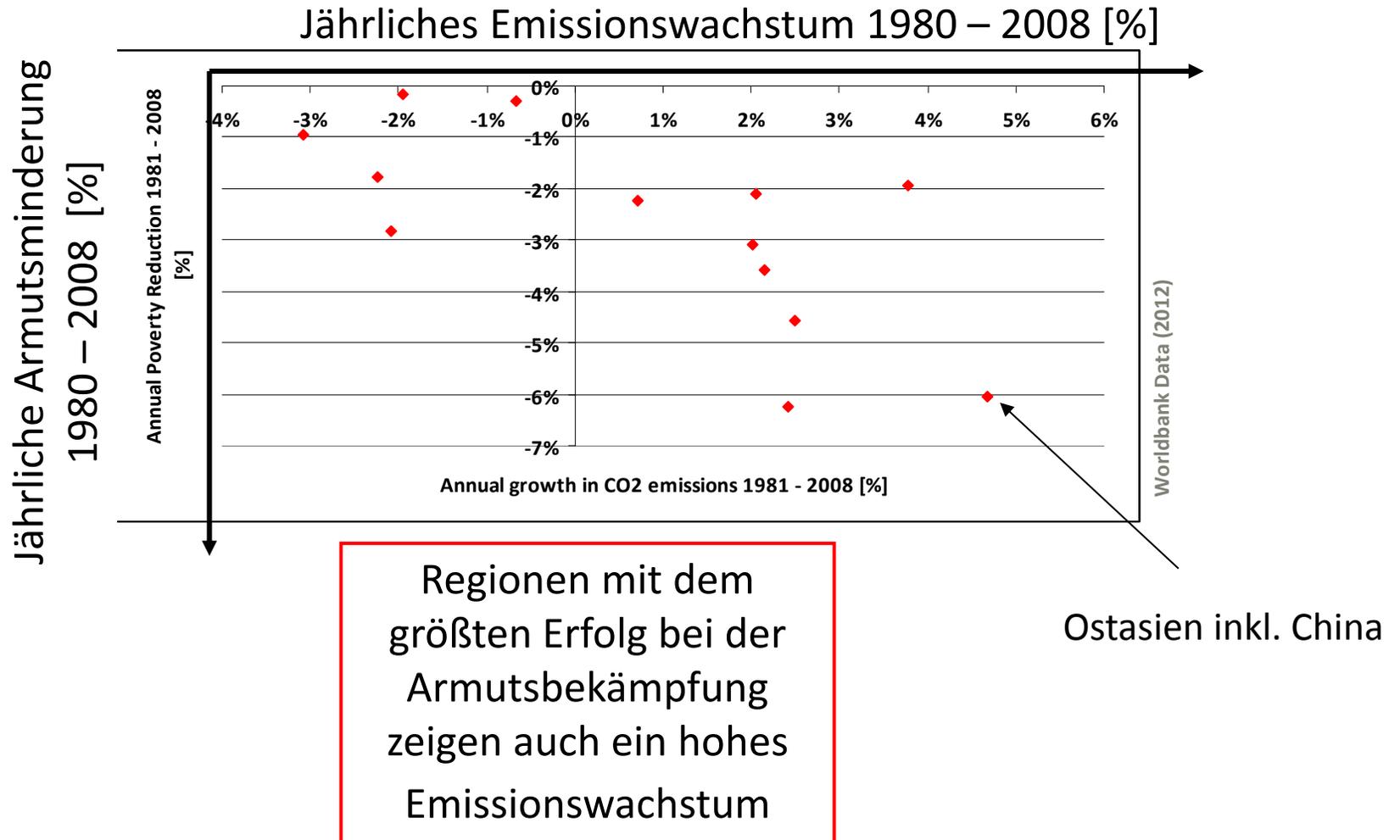
- Menschen, die in absoluter Armut leben: >1 Milliarde

- ohne Wirtschaftswachstum sinken die Chancen, aus der Armut zu entkommen, dramatisch

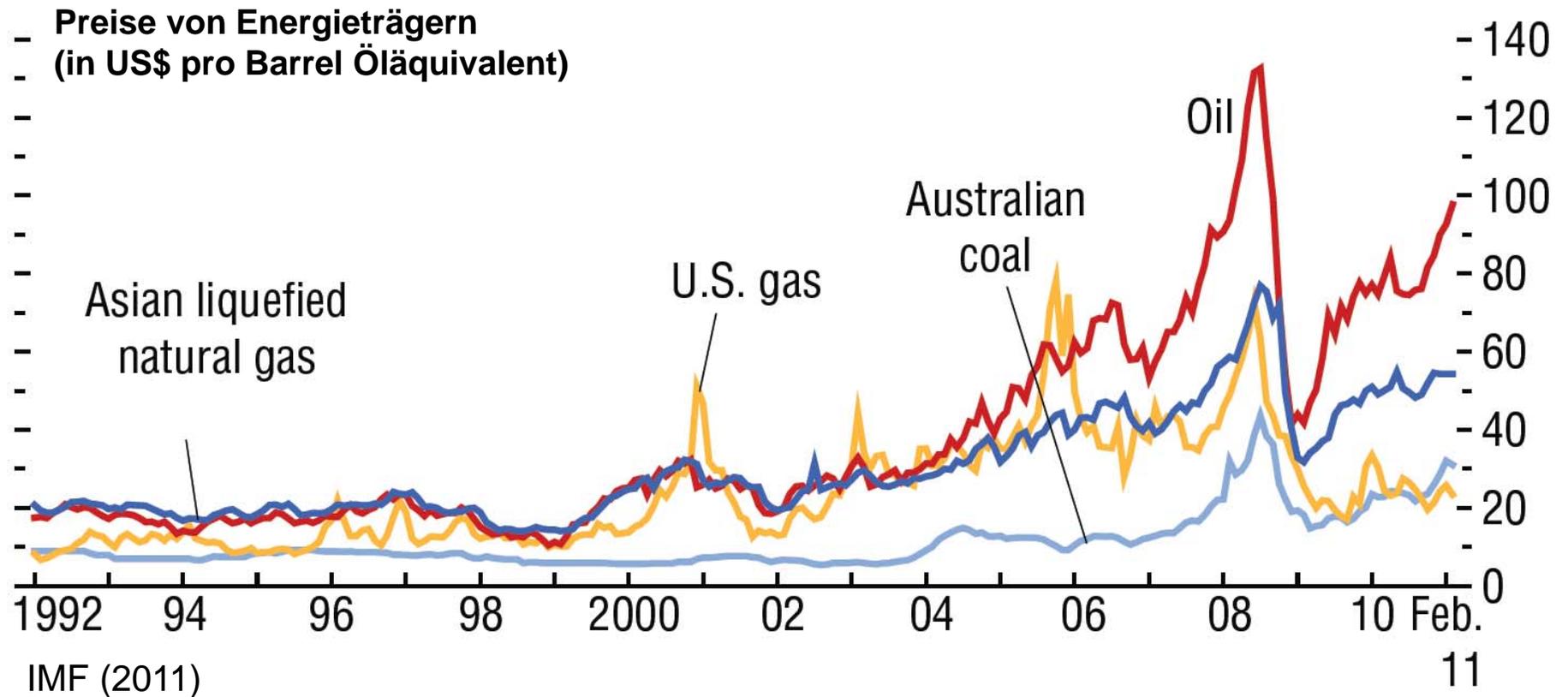
- Null-Wachstum reicht auch nicht aus, um Umweltziele zu erreichen

⇒ Das Wachstum zu stoppen scheint keine gangbare Lösung zu sein, um die Umwelt zu schützen

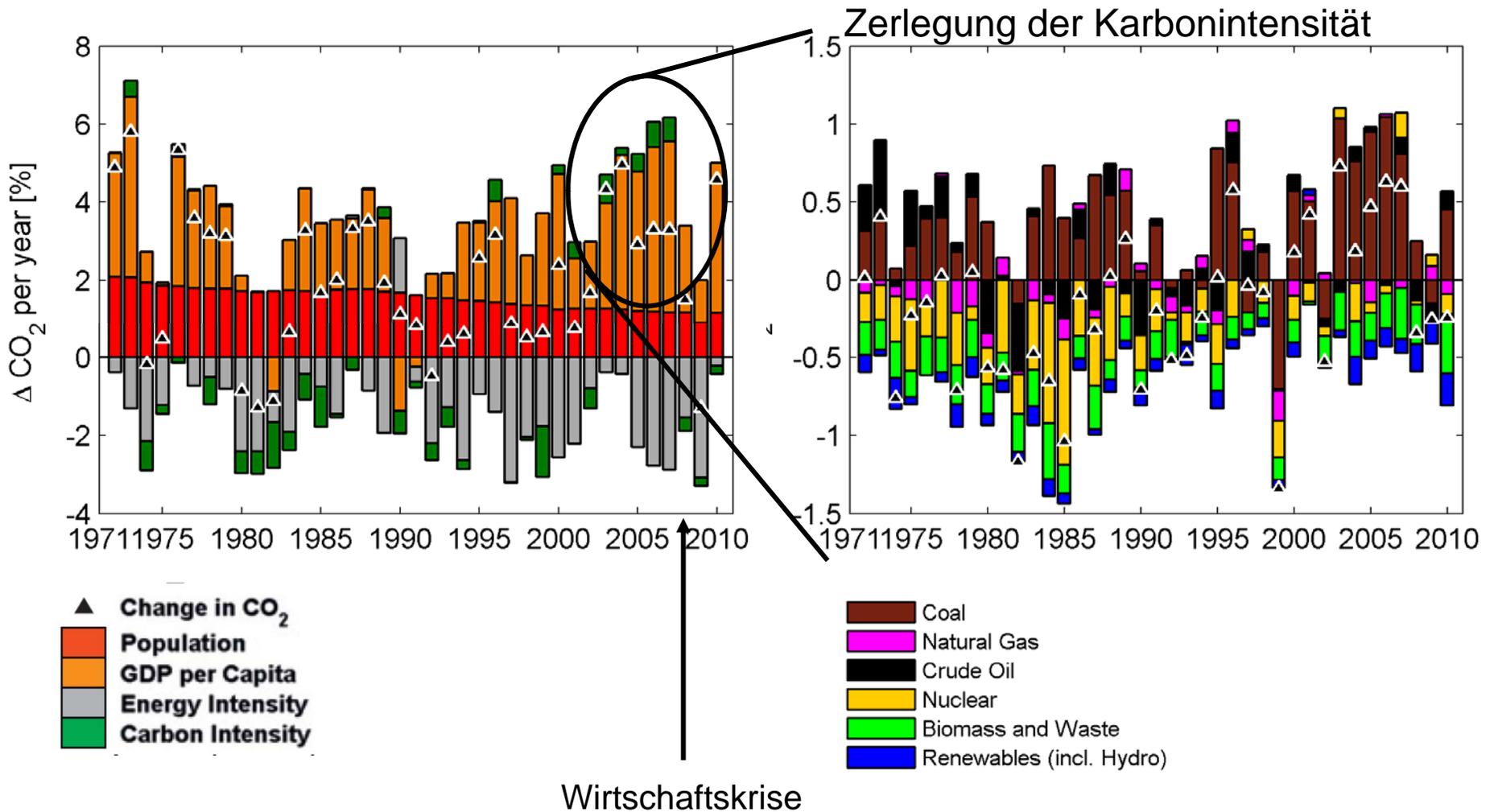
Was treibt Emissionswachstum?



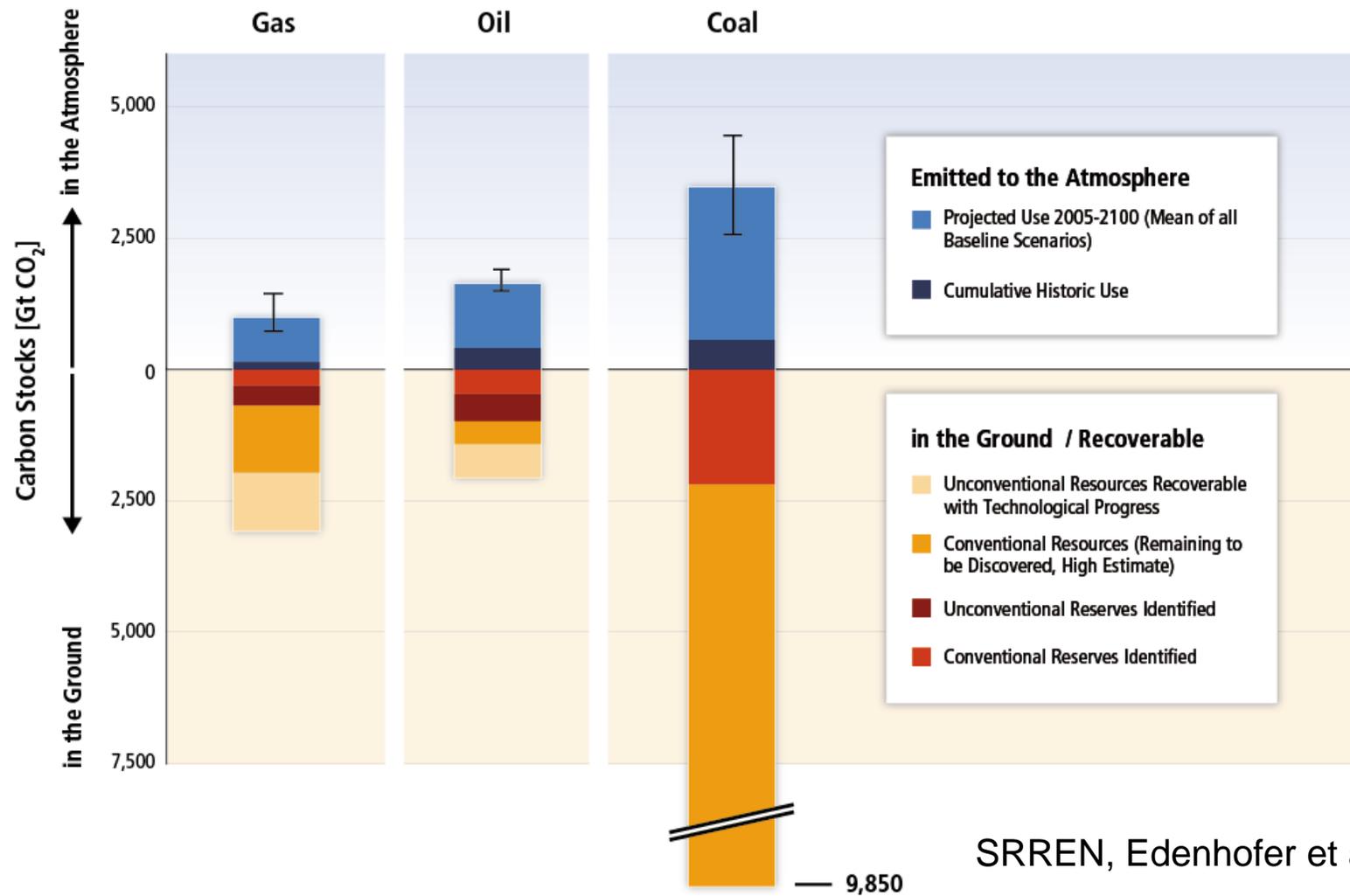
Preisentwicklung steigert Attraktivität der Kohle



Was treibt Emissionswachstum global?

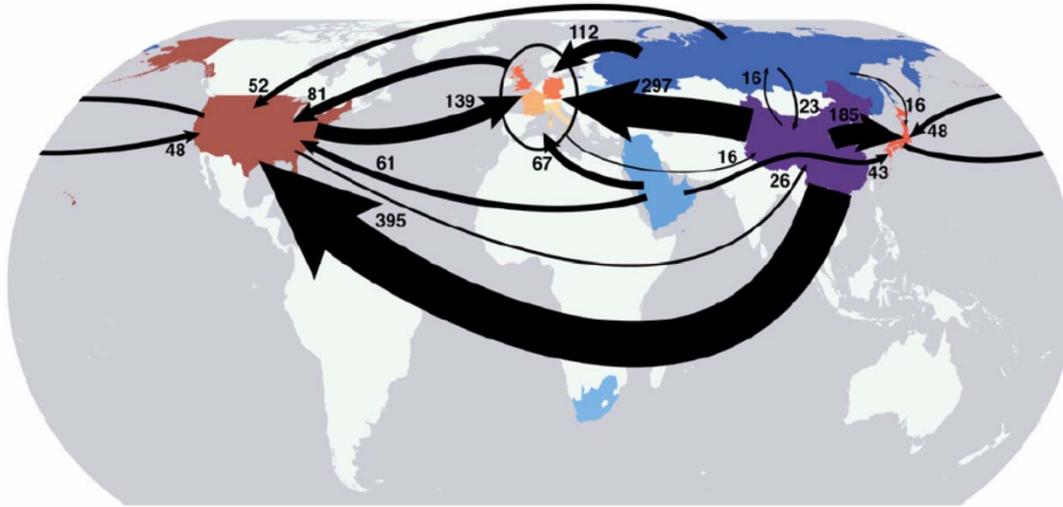


Knappheit fossiler Rohstoffe kann Klimawandel nicht verhindern

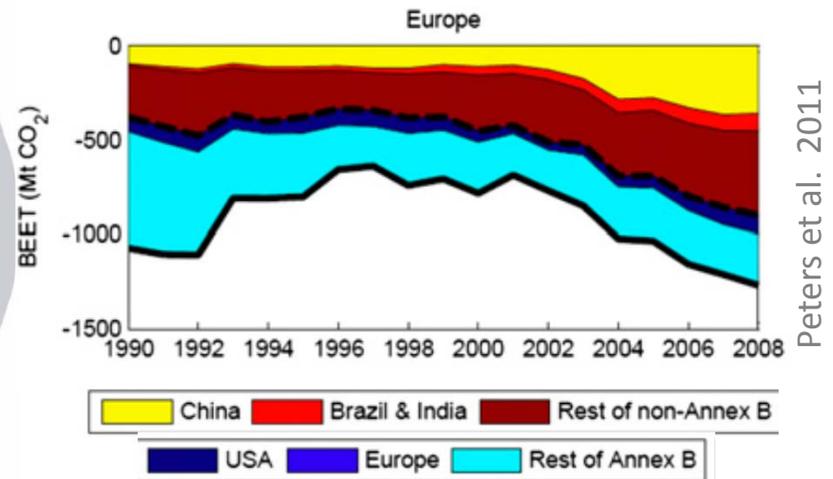


Konsumbasierte Emissionen für das Jahr 2004

Handelsströme von CO₂ in Gütern



Importe von CO₂ aus anderen Regionen



Davis and Caldeira 2010

- EU importiert CO₂ Emissionen aus anderen, hauptsächlich Entwicklungsländern
- Welche Implikationen ergeben sich daraus für die Klimapolitik?

Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008

Glen P. Peters^{a,1}, Jan C. Minx^{b,c}, Christopher L. Weber^{d,e}, and Ottmar Edenhofer^{c,f}

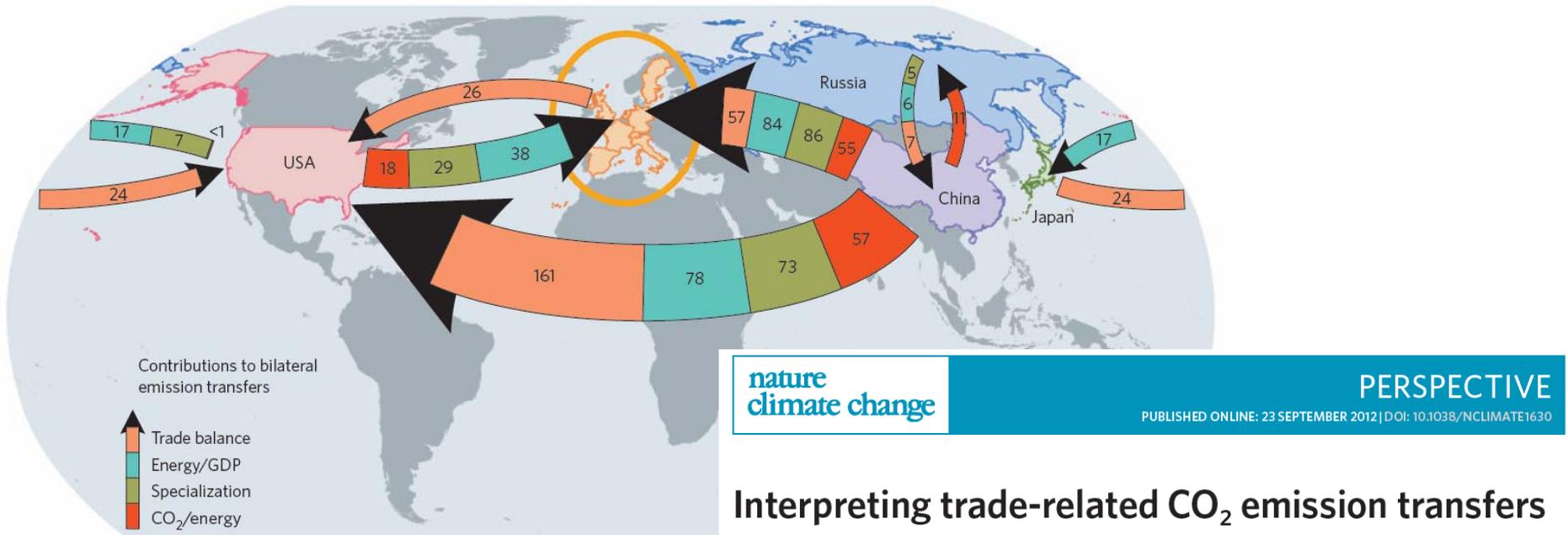
^aCenter for International Climate and Environmental Research—Oslo, N-0318 Oslo, Norway; ^bDepartment for Sustainable Engineering, and Economics of Climate Change, Technical University Berlin, 10623 Berlin, Germany; ^cScience and Technology Policy Institute, Washington, Environmental Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213; and ^dPotsdam Institute for Climate Impact Research, D-14415

Edited by William C. Clark, Harvard University, Cambridge, MA, and approved March 29, 2011 (received for review May 12, 2010)

Despite the emergence of regional climate policies, growth in global CO₂ emissions has remained strong. From 1990 to 2008 CO₂ emissions in developed countries (defined as countries with emission-reduction commitments in the Kyoto Protocol, Annex B) have stabilized, but emissions in developing countries (non-Annex B) have doubled. Some studies suggest that the stabilization of emissions in developed countries was partially because of growing imports from developing countries. To quantify the growth in emission transfers via international trade, we developed a trade-linked global database for CO₂ emissions covering 113 countries and 57

the underlying driving forces of global, regional emission trends and mitigation policies. In international trade, the development of CO₂ emissions can be used to illustrate this point. Global emissions increased 39% from 1990 to 2008, with accelerated growth in the developing world (5). At the regional level, however, emissions in developed countries (denoted here as Annex B) of the Kyoto Protocol, with quantified emission limits, remained stabilized, but emissions in the group of developing countries (5). Emission trajectories vary for individual countries, but a general trend is that emissions have increased.

Konsumbasierte Emissionen für das Jahr 2004



nature
climate change

PERSPECTIVE

PUBLISHED ONLINE: 23 SEPTEMBER 2012 | DOI: 10.1038/NCLIMATE1630

Interpreting trade-related CO₂ emission transfers

Michael Jakob¹ and Robert Marschinski^{1,2*}

Most industrialized countries are net importers of carbon emissions, that is, they release fewer emissions for the production of their total exported goods and services than the amount generated (by their trading partners) for producing their total imported goods and services¹⁻⁸. But what do such carbon trade-deficits imply in terms of global CO₂ emissions and the design of carbon trade-policies? Drawing on trade theory, this Perspective argues that a deeper understanding of these observed net emission transfers is required to assess how international trade affects global emissions and proposes a method to disentangle the underlying determinants of such transfers.

- Unterschiedliche Treiber für Transfer von Emissionen zwischen Regionen
- Verlagerung aufgrund relativer Preiseffekte wahrscheinlich
- Jedoch kann die Verlagerung nicht gleich importierten Emissionen gesetzt werden!
- Daher kann aus konsumbasierten Emissionen keine direkte Verantwortlichkeit abgeleitet werden

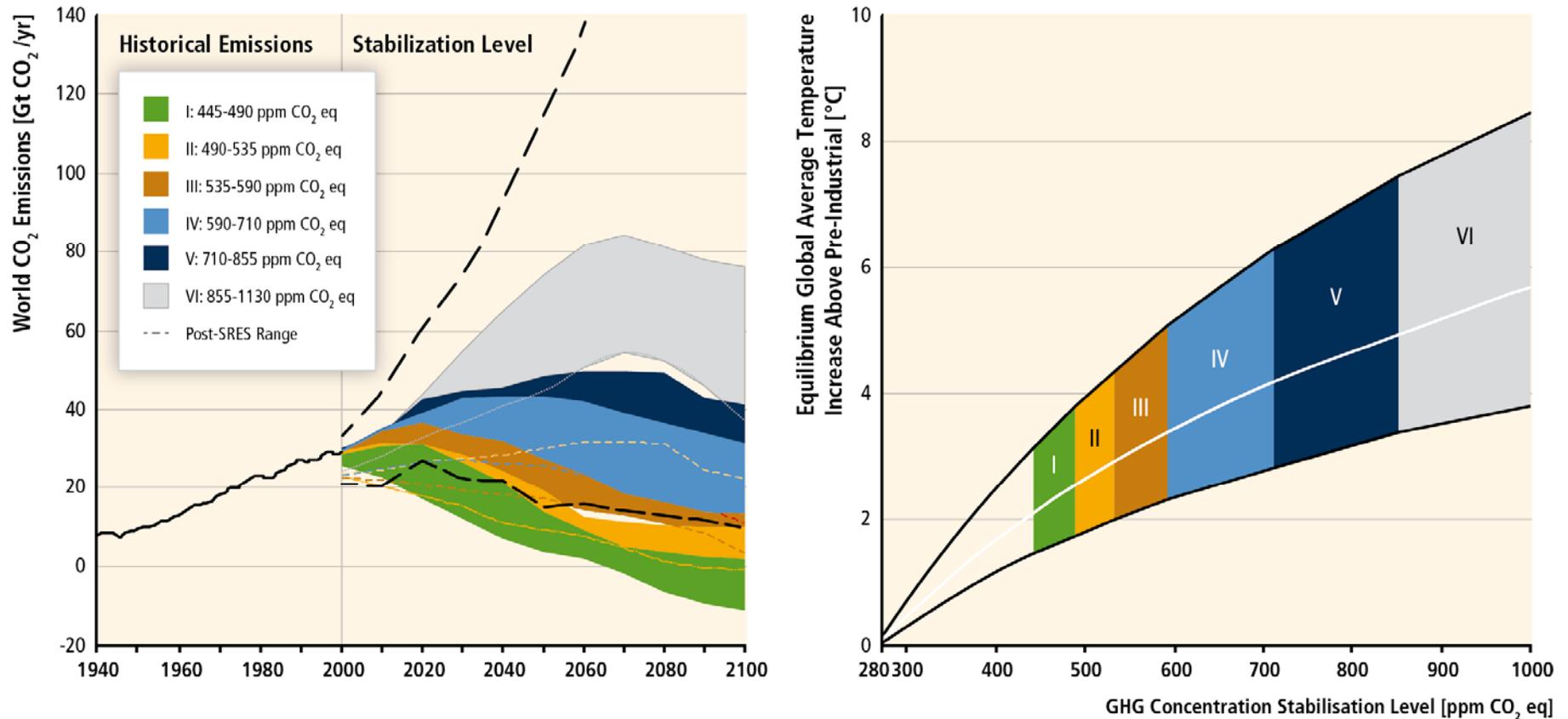
Konsumbasierte Emissionen

- Konsum- und produktionsbasiertes Bilanzierungssystem führen in einem globalen Emissionshandelssystem zu identischen Ergebnissen
- Konsumbasiertes Bilanzierungssystem: hohe Transaktionskosten
- Bei unilateraler Klimapolitik: konsumbasiert = produktionsbasiert + border tax adjustment (BTA)
- Wenn in China der heimische Sektor kohlenstoffintensiver als der Exportsektor produziert, dann führt BTA zu höheren Emissionen.
- BTA verringert Emissionen von Emissions-Exporthandlern nur, wenn deren komparativer Vorteil auf relativ karbon-intensiven Produkten liegt
- Ob dies der Fall ist, kann nicht aus der Emissions-Handelsbilanz geschlossen werden

Übersicht

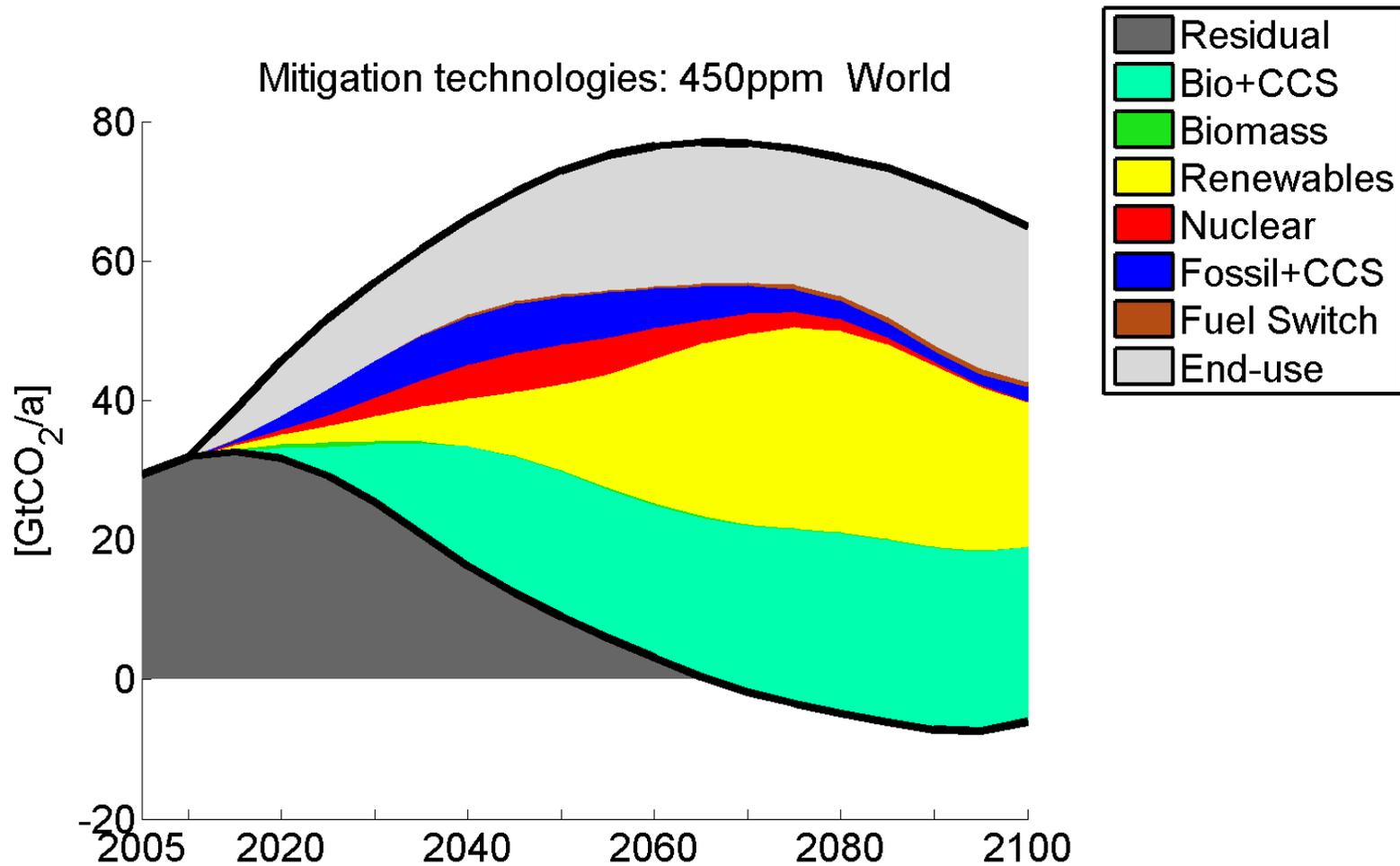
1. Emissionswachstum – Aktuelle Entwicklung und Ursachen
2. Globale Kooperation als Herausforderung
3. Europäische Klimapolitik – Vorreiterrolle in Theorie und Praxis
4. Klimapolitisches Labor Deutschland
5. Gesellschaftliche Ziele – Warum sollte Deutschland Klimapolitik betreiben?
6. Zusammenfassung

Klimapolitik als Versicherung



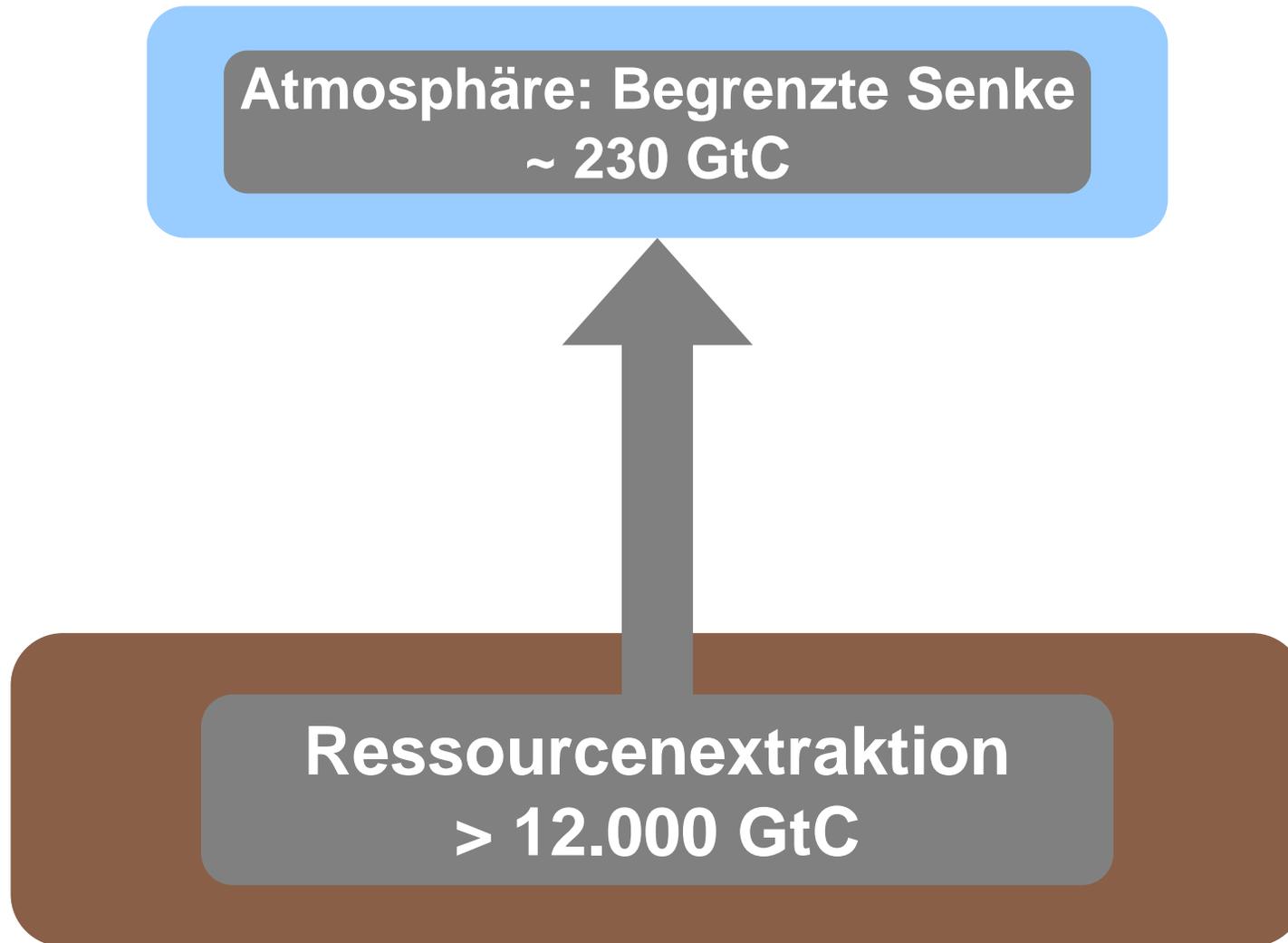
GHG Emissionen, die durch die Bereitstellung von Energiedienstleistungen entstehen, tragen maßgeblich zum Anstieg der GHG Konzentrationen in der Atmosphäre bei.

Ist eine Entkoppelung möglich?



Luderer et al. (2011)

Die Atmosphäre als globales Gemeinschaftsgut („Global Common“)



Globale Klimapolitik – ein Soziales Dilemma



- Common Sense und Theorie: Die Aussicht auf internationale Kooperation beim Klimaschutz ist nicht ermutigend – Emissionsreduktion als globales öffentliches Gut
- Wenn der Nutzen von internationalen Umweltabkommen groß ist, sind sie schwer umzusetzen (Carraro & Siniscalco 1993, Barrett 1994)

Copenhagen Pledges – Politik mit dem Klingelbeutel

Zugesicherte Reduktionsziele bis 2020:

- Japan: 25% bzgl. 1990
- EU: 20-30% bzgl. 1990
- USA: 17% bzgl. 2005
- Kanada: 17% bzgl. 2005

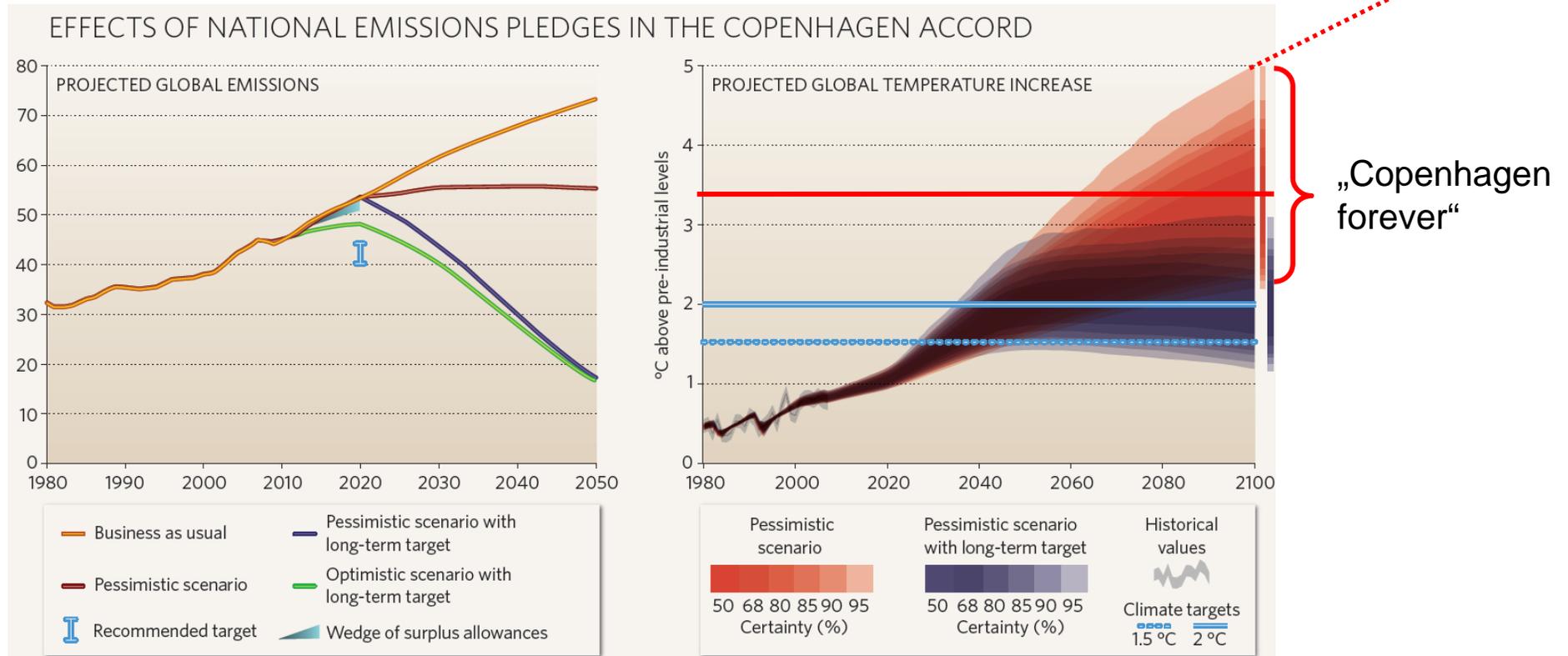


➔ Erfüllung der Minimalziele bedeutet Anstieg der weltweiten Emissionen im Jahr 2020 von 10-20% im Vergleich zu heute

➔ Kopenhagen Implikation für 2050: Wahrscheinlichkeit der Überschreitung des 2°C-Ziels hoch, 50% Chance 3°C zu überschreiten

Rogelj et al. 2010, *Nature*

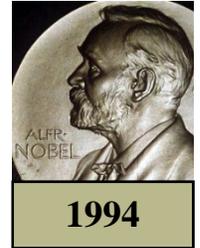
Copenhagen Pledges – nicht genug für 2°C



Rogelj et al. 2010, *Nature*

Ökonomische Ursachenforschung: Spieltheorie

- *Spieltheorie:*
Analyse von strategischem Verhalten in Konfliktsituationen
 - Gleichgewichtslösungen nach John Nash:
Jeder verhält sich für sich selbst bestmöglich –
gegeben das Verhalten aller anderen
- ⇒ Anreize im „Klimaspiel“ entsprechen
„Gefangenendilemma“



John F. Nash *1928,
Nobelpreis 1994

Ökonomische Ursachenforschung: Spieltheorie

- Dilemma: Anreize im „Klimaspiel“
 - „Alle beteiligen sich an Klimaschutz“ ist global optimal



Ökonomische Ursachenforschung: Spieltheorie

- Dilemma: Anreize im „Klimaspiel“
 - „Alle beteiligen sich an Klimaschutz“ ist global optimal



- Jeder einzelne lässt besser nur die anderen Klima-schützen



Ökonomische Ursachenforschung: Spieltheorie

- Dilemma: Anreize im „Klimaspiel“
 - „Alle beteiligen sich an Klimaschutz“ ist global optimal



- Jeder einzelne lässt besser nur die anderen Klima-schützen



- „Kein Klimaschutz“ ist der global schlechteste Zustand



Ökonomische Ursachenforschung: Spieltheorie

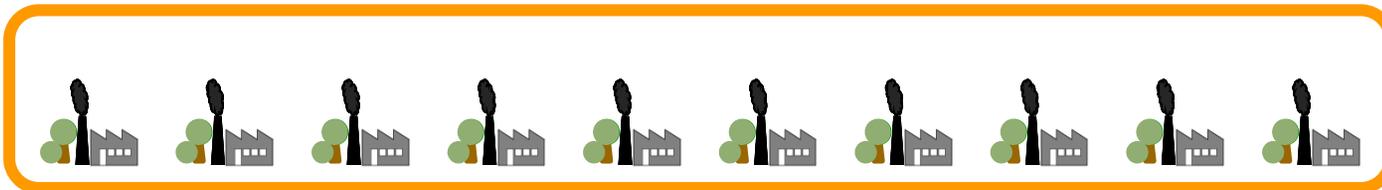
- Dilemma: Anreize im „Klimaspiel“
 - „Alle beteiligen sich an Klimaschutz“ ist global optimal



- Jeder einzelne lässt besser nur die anderen Klima-schützen



- „Kein Klimaschutz“ ist der global schlechteste Zustand

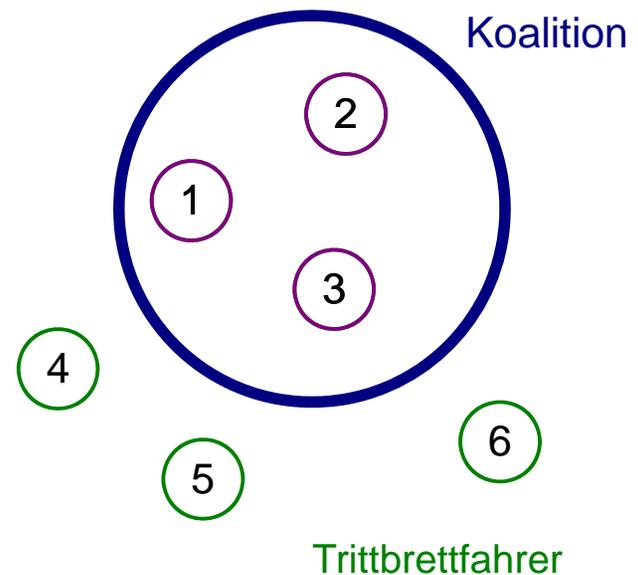


**Nash
Gleich-
gewicht**

- Ist eine Transformation der Anreizstruktur denkbar?

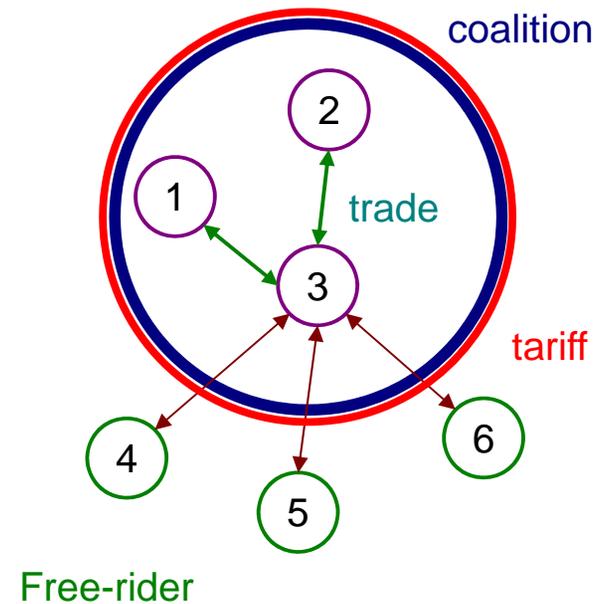
Transformation der Anreizstruktur durch “Issue Linking”

- Klimaschutz - Koalition einiger Länder als Nukleus globaler Politik
- Vereinfachung von Kooperation durch Anreize → Veränderung der Payoff Struktur
- Positive Anreize:
 - Seitenzahlungen
 - Allokation von Zertifikaten
 - “Issue Linking”
- Negative Anreize:
 - reciprocal measures
 - Finanzielle Sanktionen
 - Handelsbeschränkungen



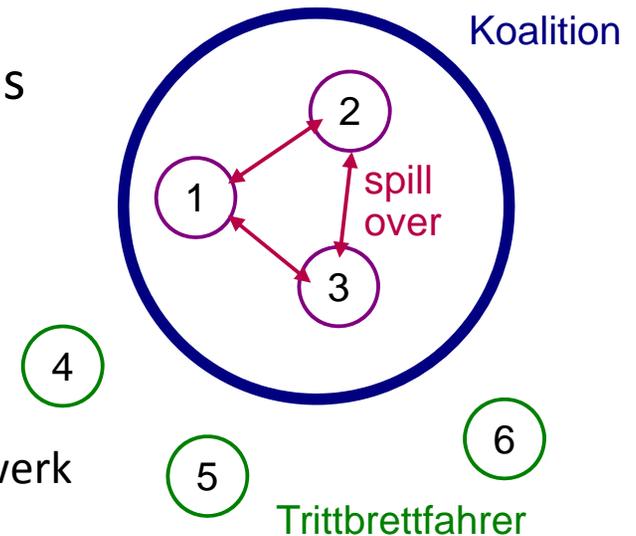
Beispiel 1: Handelssanktionen

- Koalition legt Zölle auf Importe aus “Trittbrettfahrer”-Ländern fest
- Zölle dienen dann als *strategischer*, nicht als *ökonomischer* Anreizmechanismus
- Mögliche Probleme:
 - Glaubwürdigkeit
 - Politischer Aufwand
 - Retaliation, Handelskrieg



Beispiel 2: Kooperative F&E

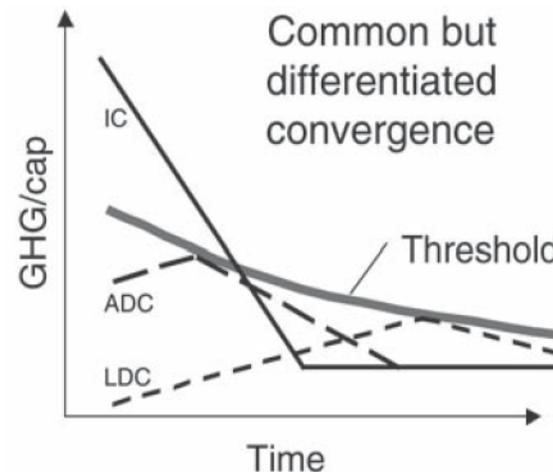
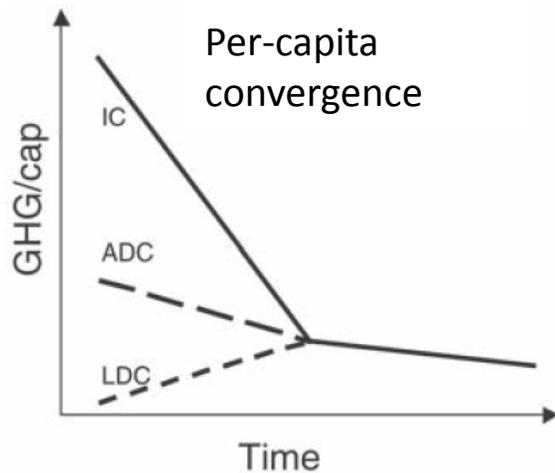
- F&E löst positive externe Effekte (Spillover) aus
 - Empirisch belegbar, siehe z.B. Griliches (1992)
- Forschungsk Kooperation
 - Unterstützt Spillover
 - Technologie- und Wissenstransfer
 - Verbesserte Effizienz und Synergien durch Netzwerk
 - Geteilte F&E Kosten
- Regierungspolitik:
 - Kann Spillover nicht direkt beeinflussen
 - Kann kooperative F&E unterstützen
 - EU Rahmenprogramm
- Spillover exklusiv für Koalition (Klubgut)



Wie können Seitenzahlungen verteilt werden?

Mögliche Allokationsregeln in einem internationalen Kohlenstoffmarkt:

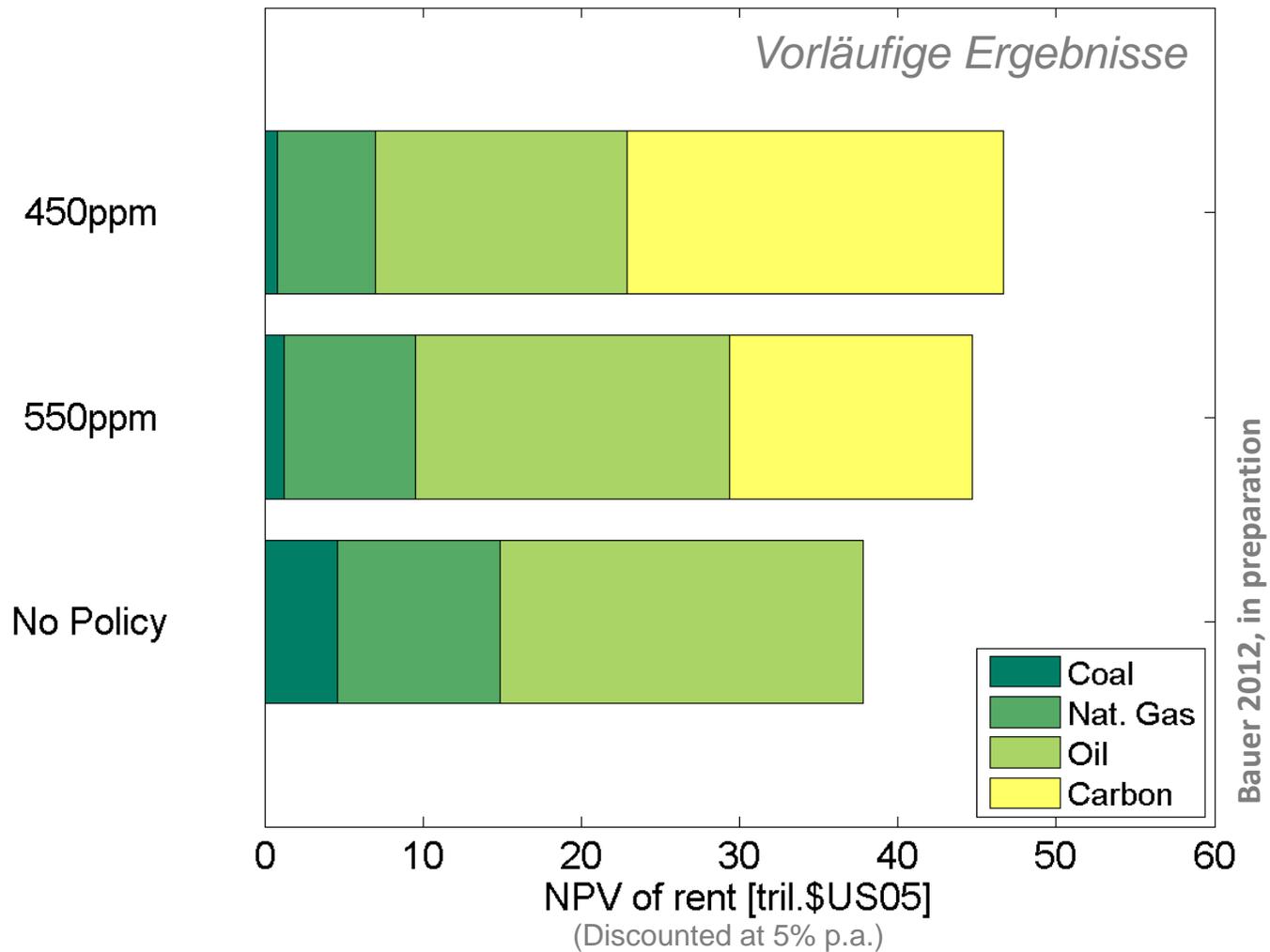
- Emissionsrechte proportional zur Bevölkerung
- Emissionsrechte proportional zum BIP
- Pro-Kopf Konvergenz (pCC)
- pCC unter Berücksichtigung historischer Emissionen
- „Common but differentiated convergence“ (CDC)



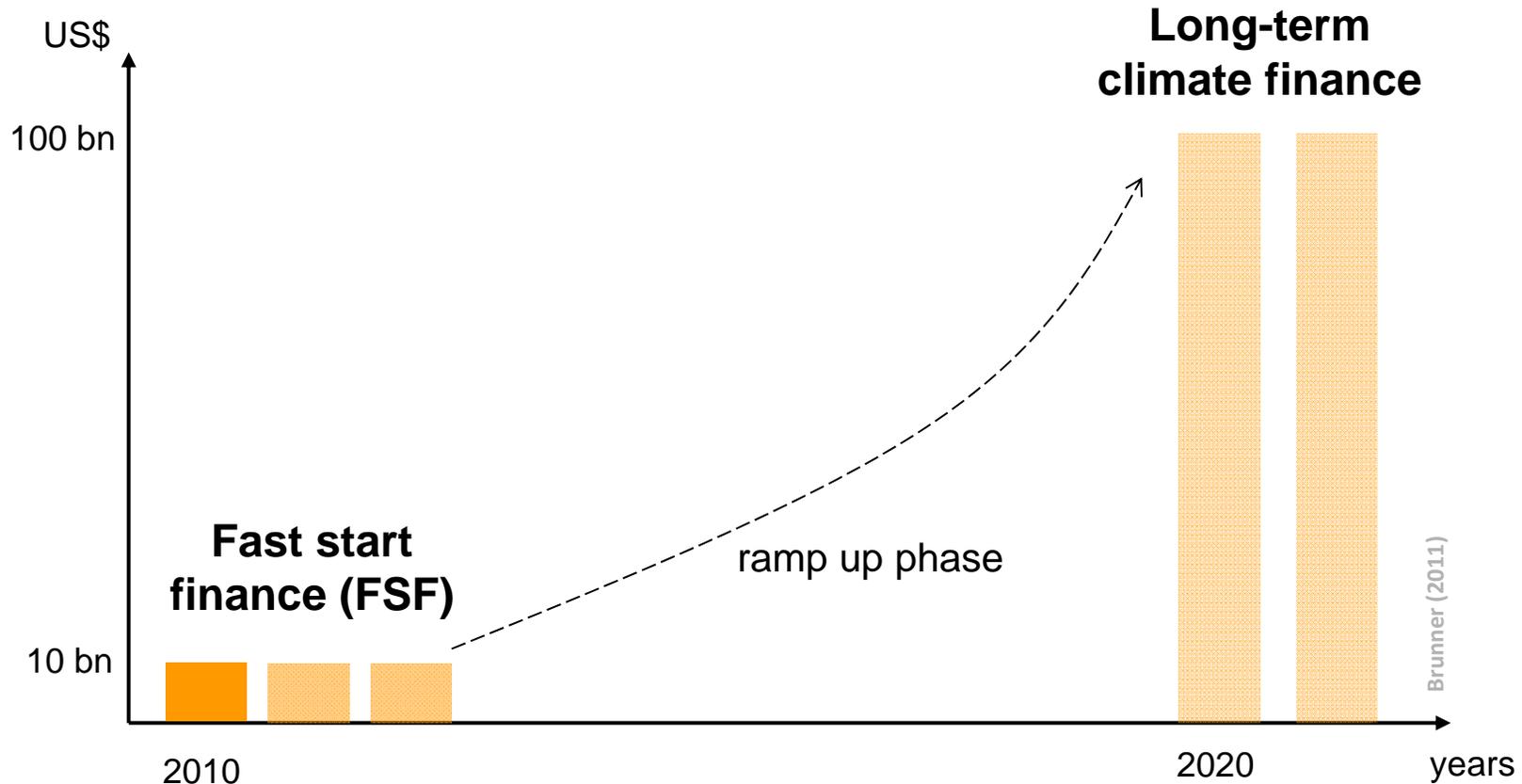
Höhne et al., 2006

Beispiel 3: Seitenzahlungen

Transformation der Ressourcenrente in Klimarente



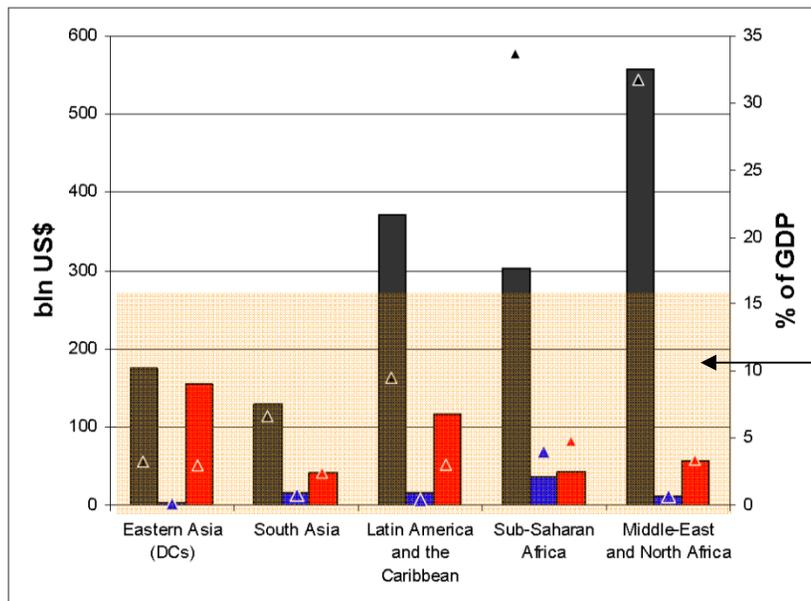
Seitenzahlung über den "Green Climate Fund"



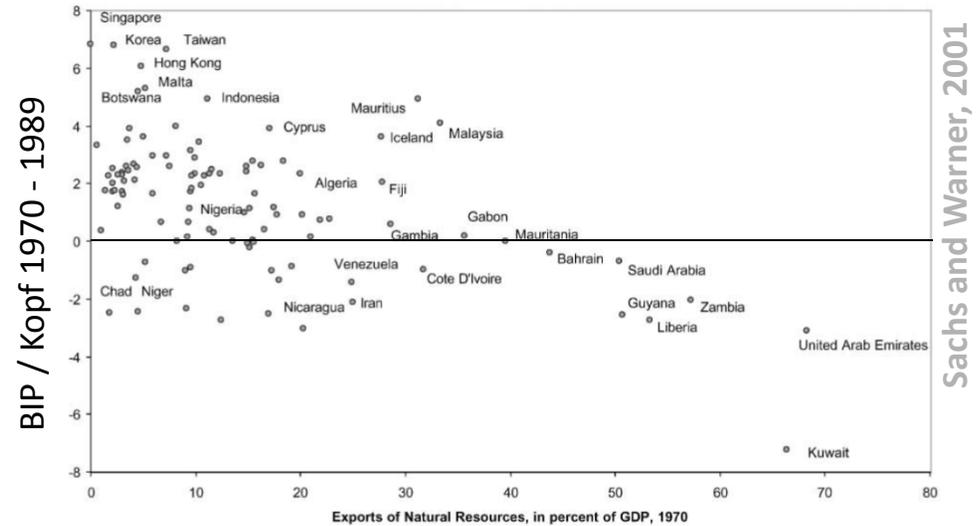
↑
Aktueller Stand: 2010 haben
Industrieländer 12 Mrd. US\$
vorgesehen

Seitenzahlungen und langfristiges Wachstum

Negativer Einfluss von Renteneinkommen aus Ressourcen auf langfristiges Wachstum denkbar („Ressourcenfluch“)



Data:
 Resource Exports, FDI: Year 2009
 Aid: Year 2008
 ETS: ReMIND scenario Year 2020



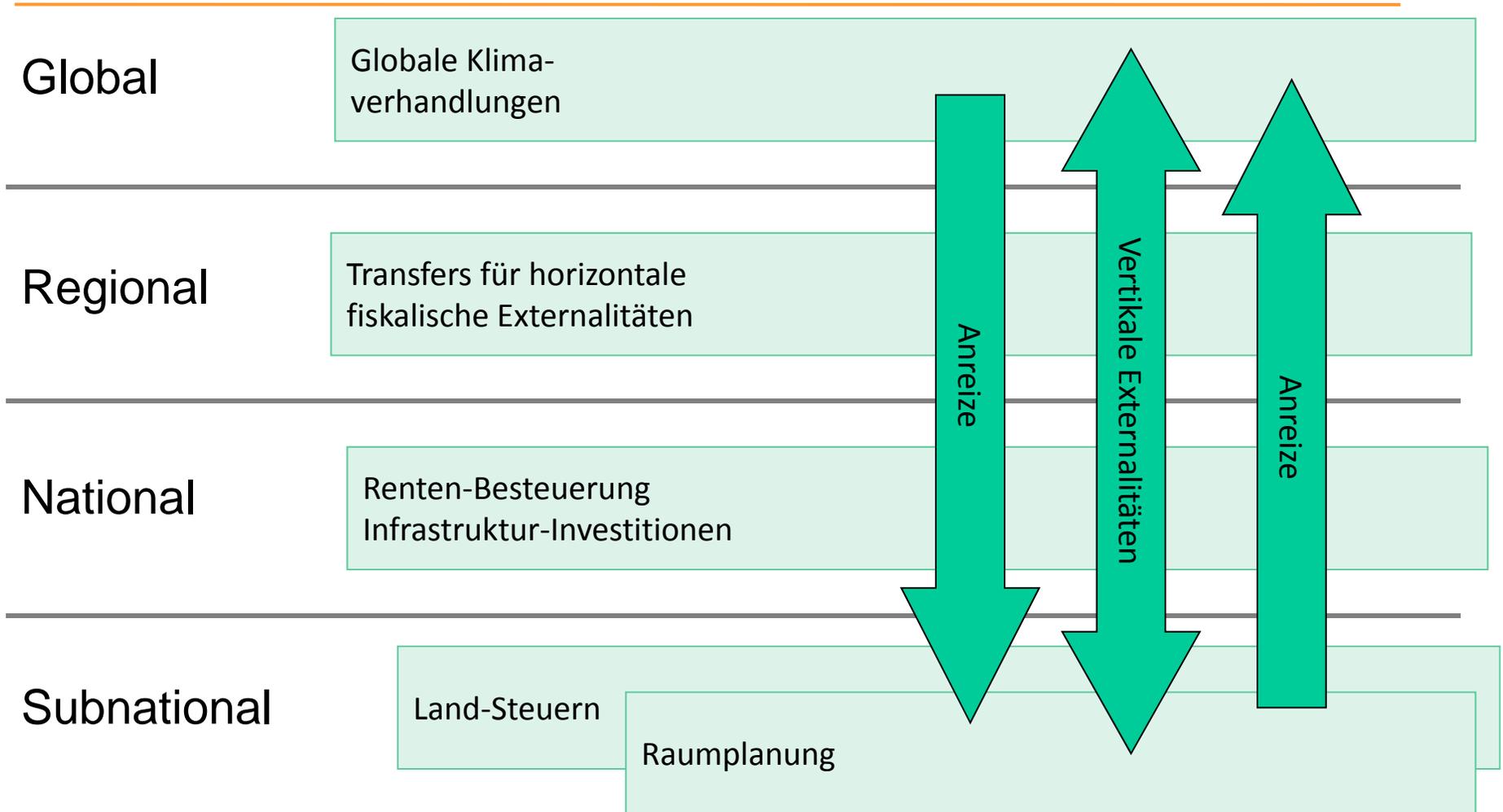
Sachs and Warner, 2001

Climate Finance Range [% of GDP]

Rohstoffexporte in Prozent des BIPs, 1970

- Klimarente in vielerlei Hinsicht vergleichbar mit Ressourcenrente
- Höhe der Transfers in ähnlicher Größenordnung
- Institutionelle Qualität der Empfängerländer kritisch

Polycentric Governance

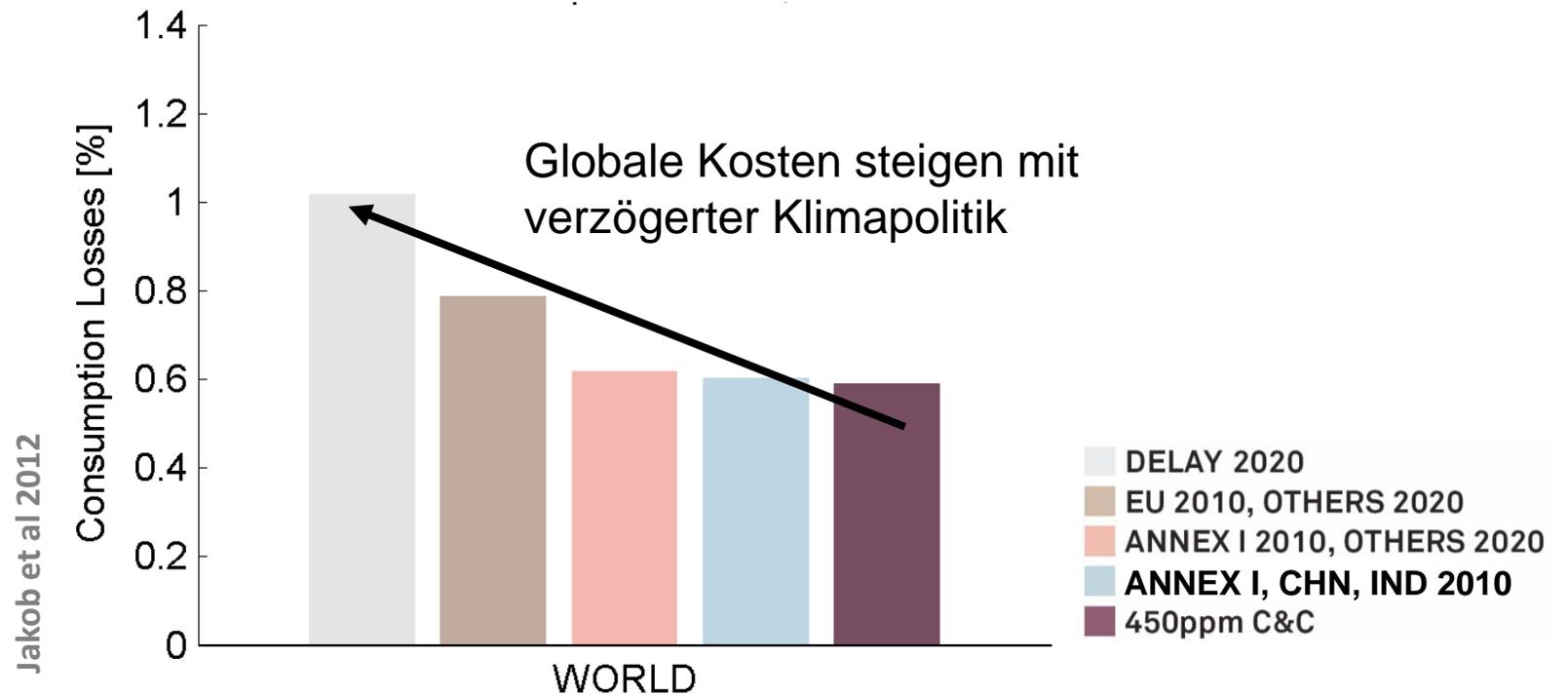


- Aktionen auf lokaler Ebene beeinflussen nationale und internationale Politik
- Geringere Vermeidungskosten verbessern das Nash-Gleichgewicht und Zusammenarbeit könnte erleichtert werden

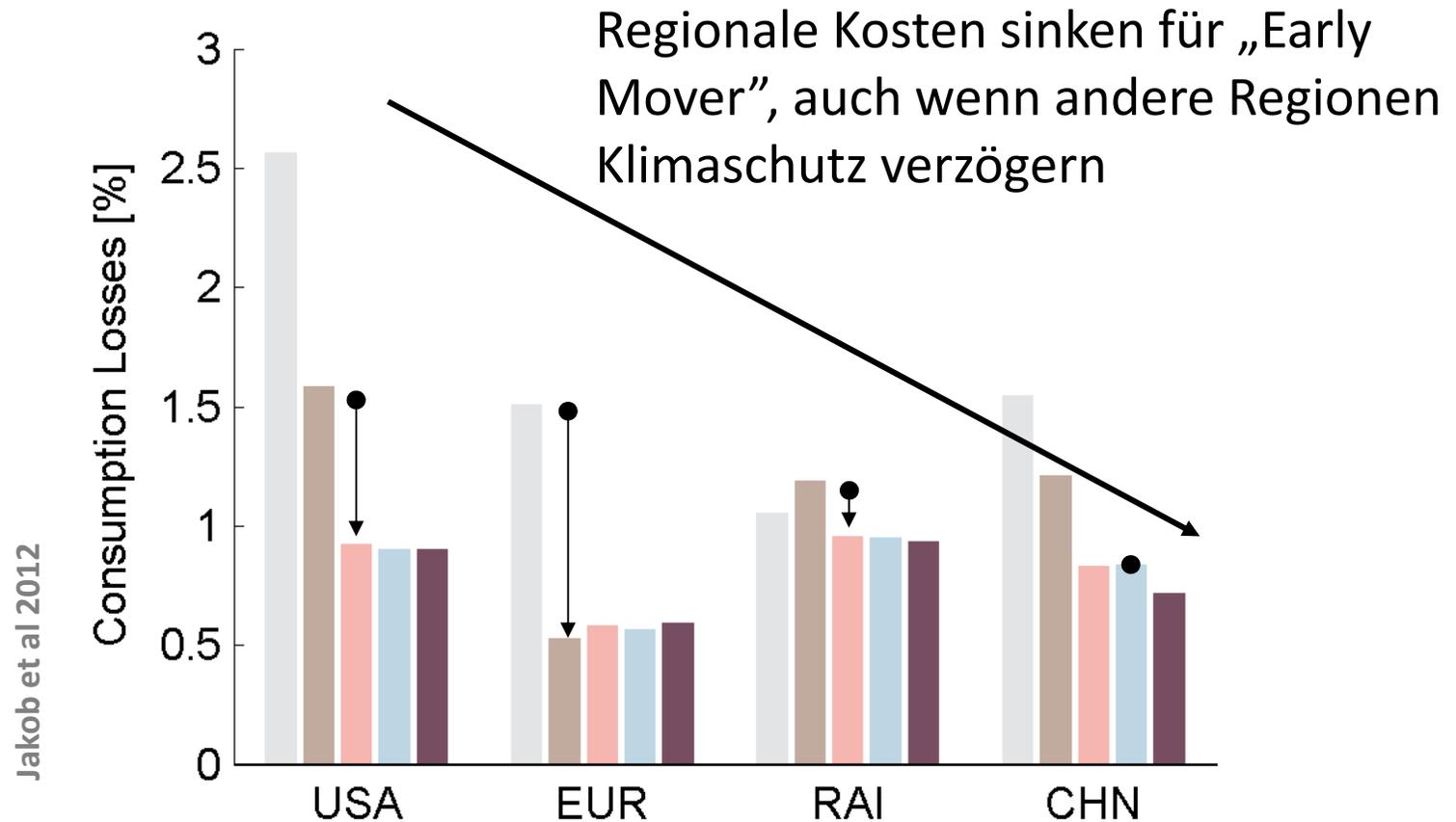
Übersicht

1. Emissionswachstum – Aktuelle Entwicklung und Ursachen
2. Globale Kooperation als Herausforderung
3. Europäische Klimapolitik – Vorreiterrolle in Theorie und Praxis
4. Klimapolitisches Labor Deutschland
5. Zusammenfassung
6. Gesellschaftliche Ziele – Warum sollte Deutschland Klimapolitik betreiben?

Kosten verzögerter Klimapolitik



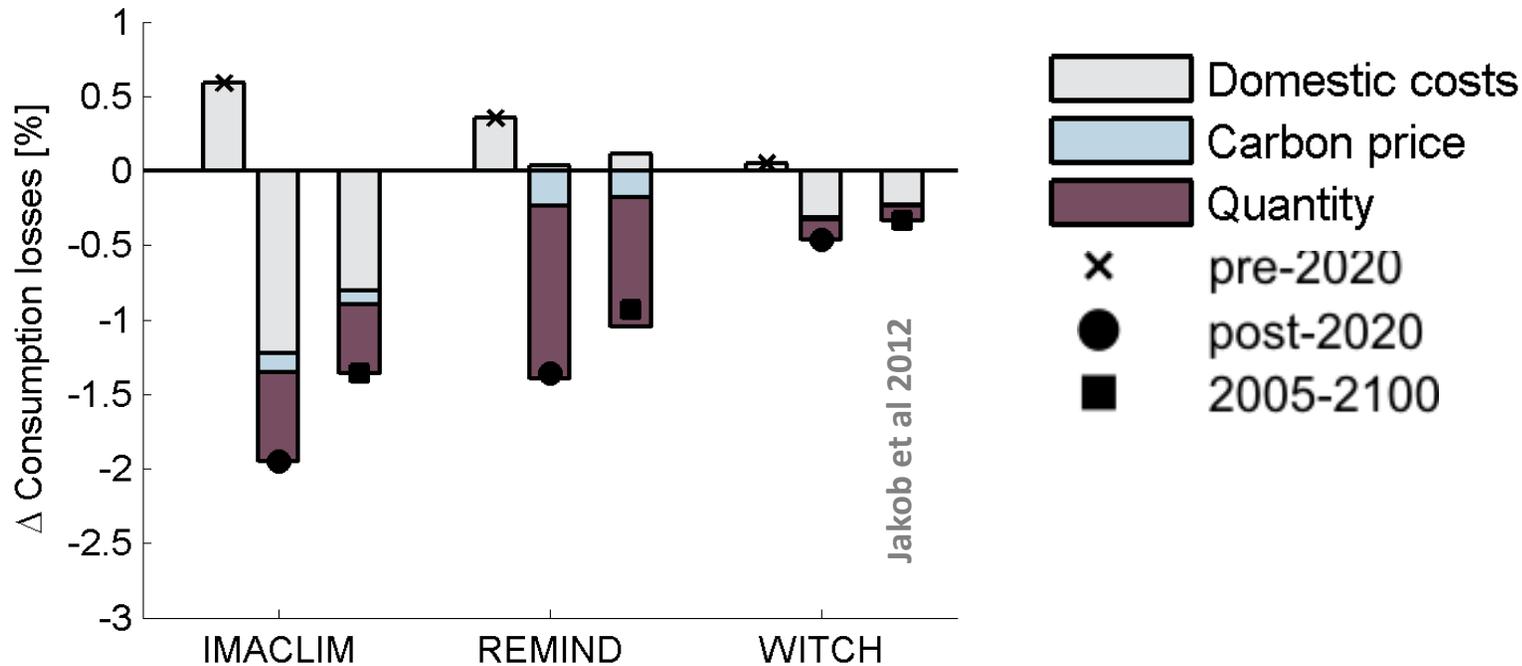
Die EU Vorreiterrolle zahlt sich aus



- DELAY 2020
- EU 2010, OTHERS 2020
- ANNEX I 2010, OTHERS 2020
- ANNEX I, CHN, IND 2010
- All 2010

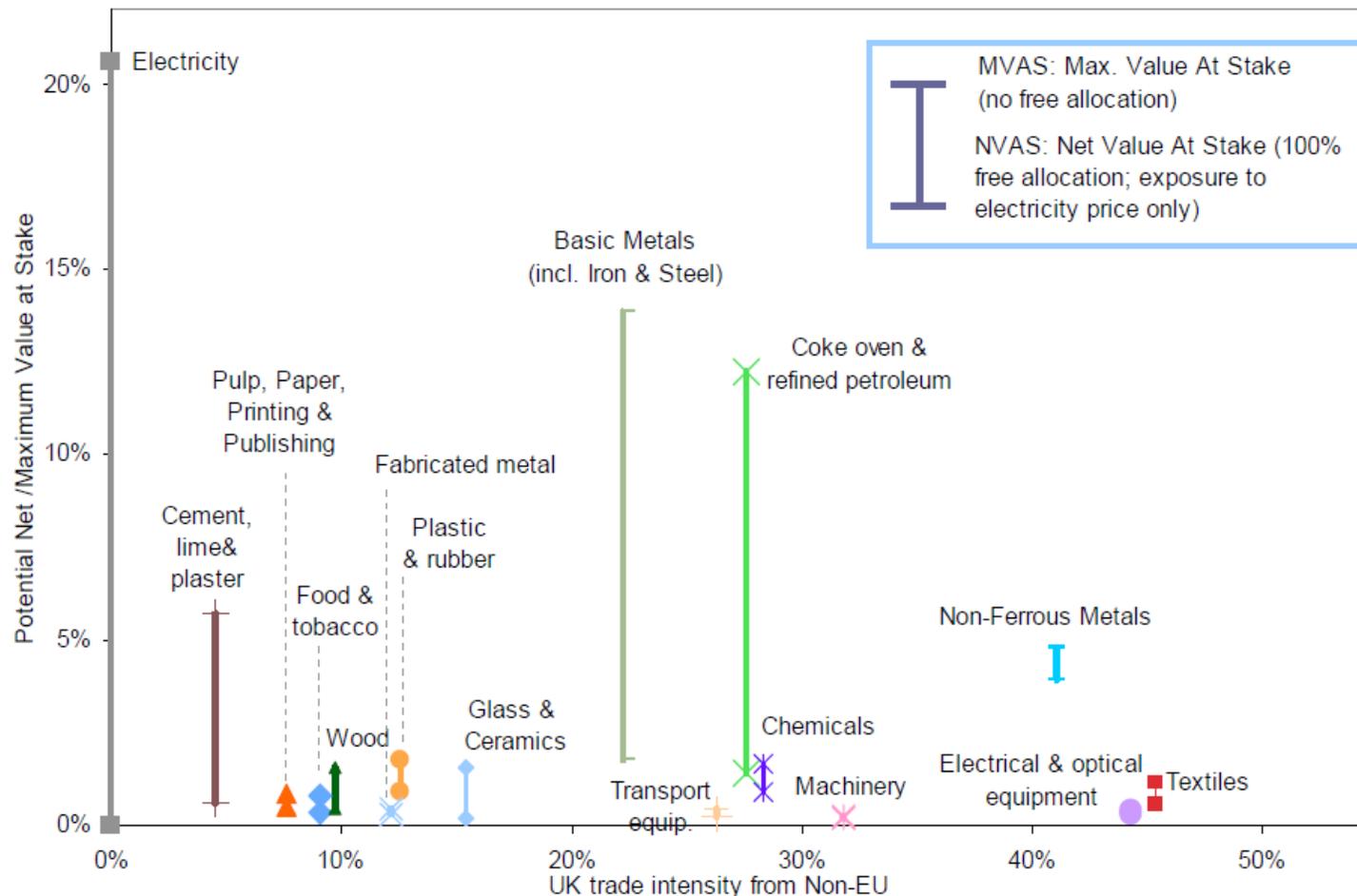
Die EU Vorreiterrolle zahlt sich aus

Vergleich zwischen EU – Vorreiterszenario und Verzögerung bis 2020



- ➔
- Vor 2020: Höhere Kosten in der EU
 - Nach 2020: Niedrigere Kohlenstoffpreise und ...
 - ... geringere Reduktionsverpflichtungen führen zu deutlich günstigeren Gesamtkosten
 - Annahme: Es gibt ein globales Abkommen nach 2020

Die "Leakage" Problematik

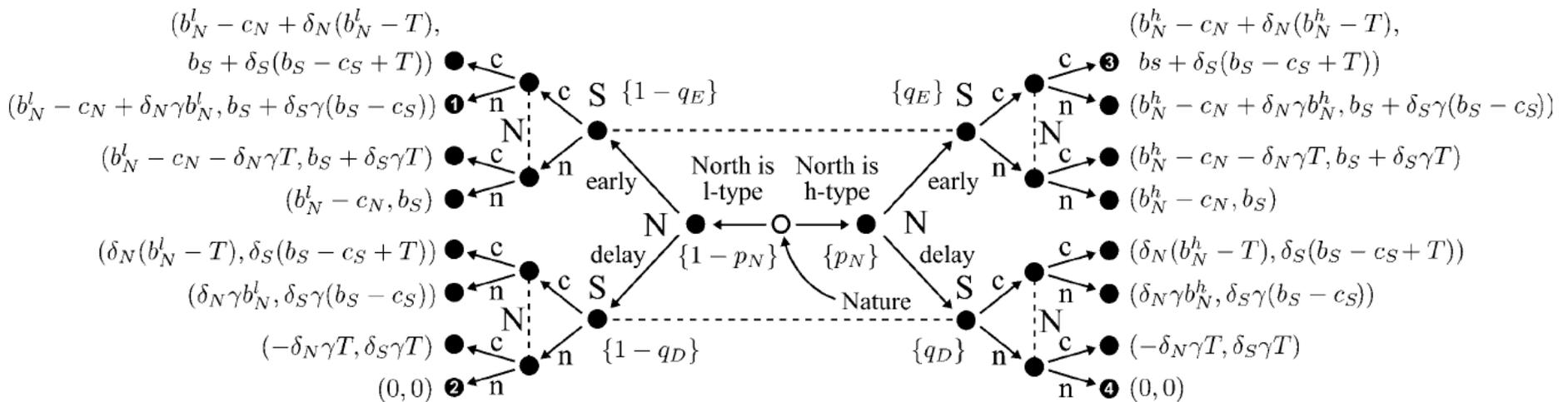


Hourcade et al. 2007

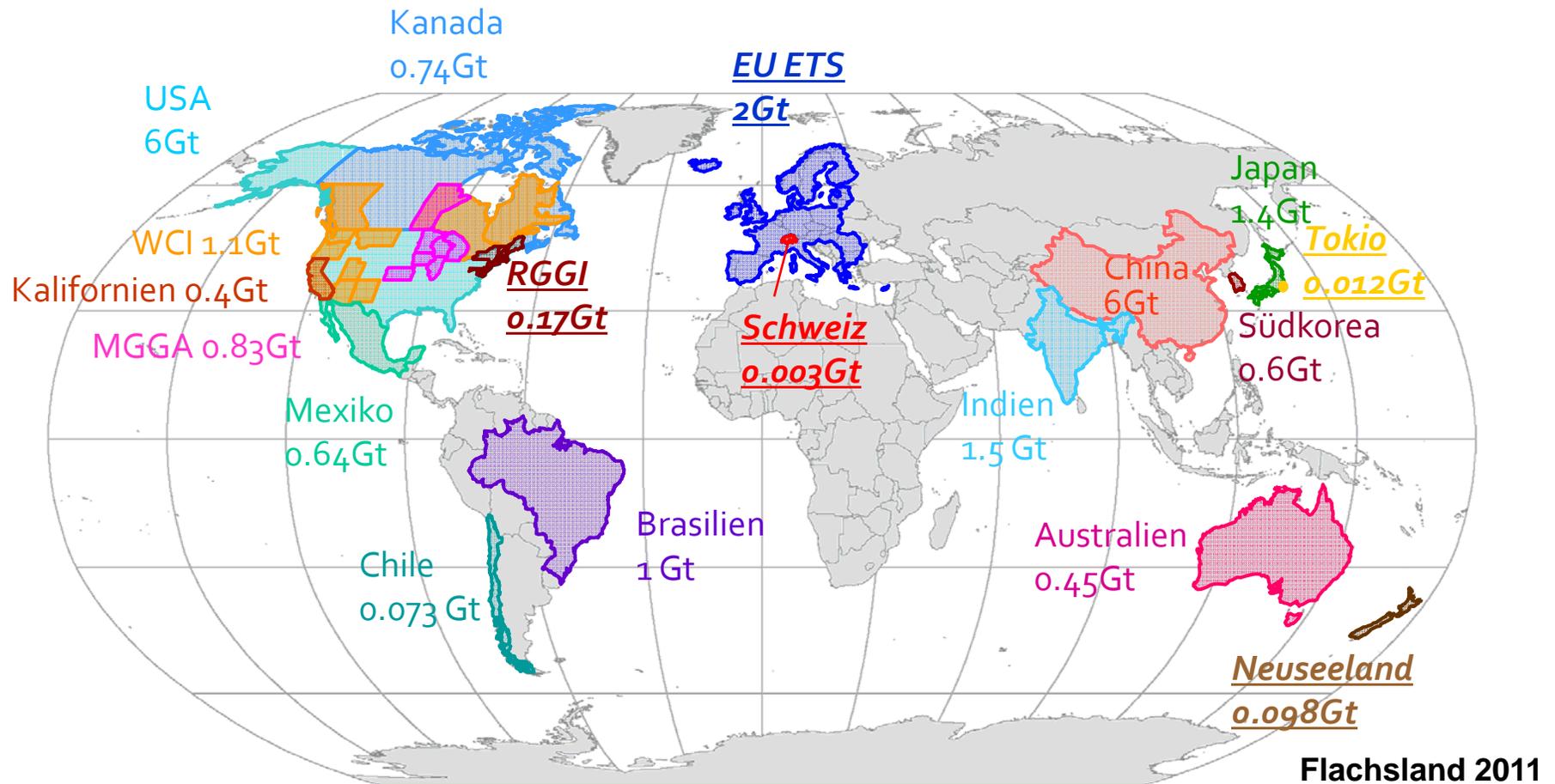
- Nur bestimmte Sektoren sind energieintensiv und stark gehandelt
- Wenig wahrscheinlich, dass Leakage EU Klimapolitik zunichte macht
- Handelspolitik für ausgewählte Sektoren könnte Leakage verringern

Die Signalwirkung von Klimaschutz

- Vorreiterrolle der EU als „Signal“ einer hohen Präferenz für Klimaschutz
- Interesse an langfristiger Kooperation mit Seitenzahlungen an Entwicklungsländer
- Dies kann die Bereitschaft anderer Regionen zur Zusammenarbeit erhöhen

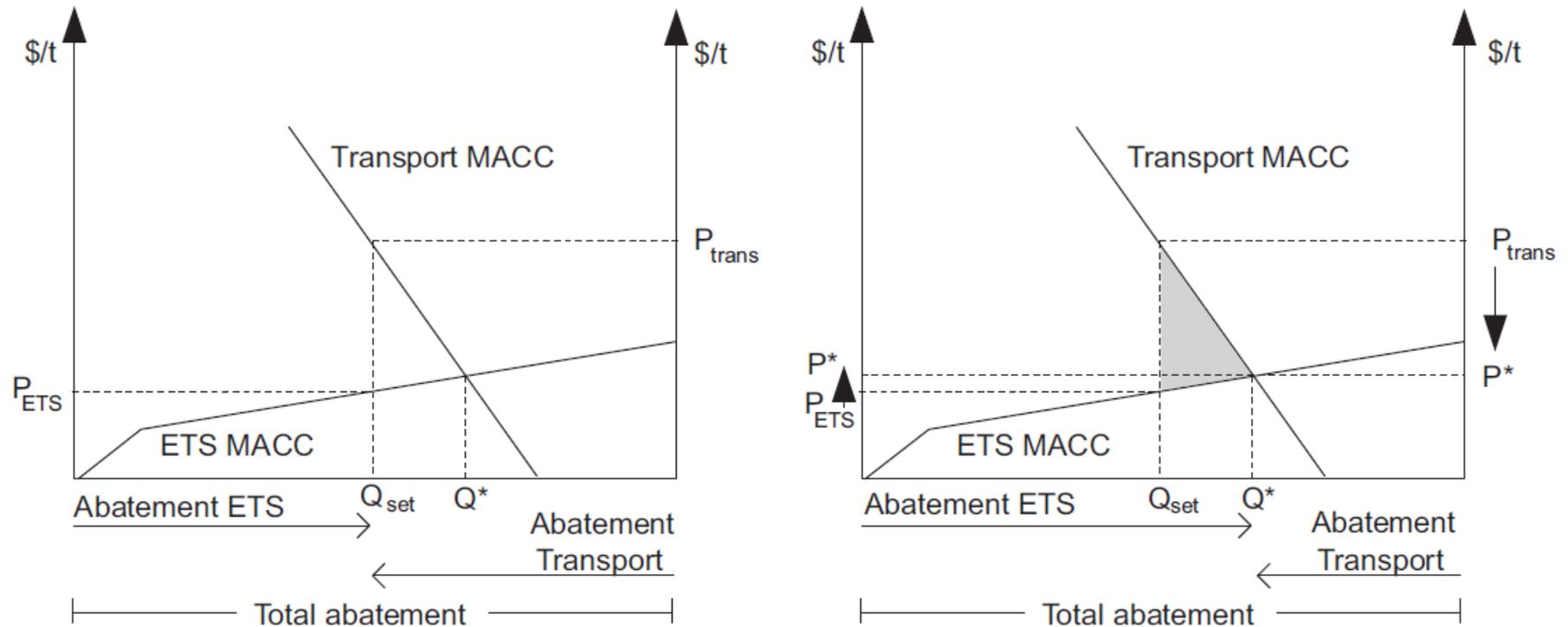


Schaffung und Verknüpfung von Emissionshandelsmärkten



⇒ Senkung der Klimaschutzkosten durch Zugang zu kostengünstigen Vermeidungsoptionen

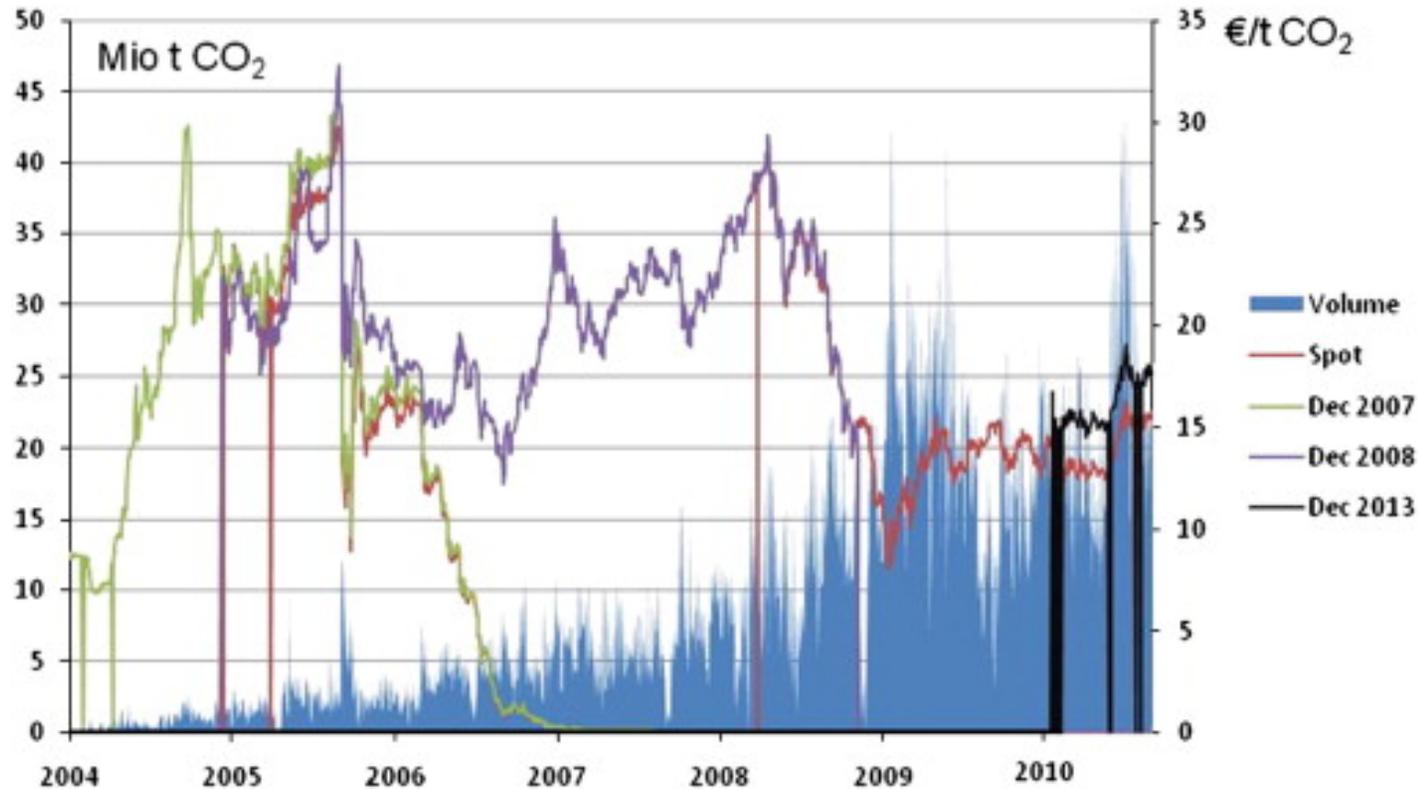
Erweiterung des EU ETS



Flachsland et al. 2011

⇒ Einbeziehung zusätzlicher Sektoren (Transport, Gebäude) ins EU ETS erhöht ökonomische Effizienz

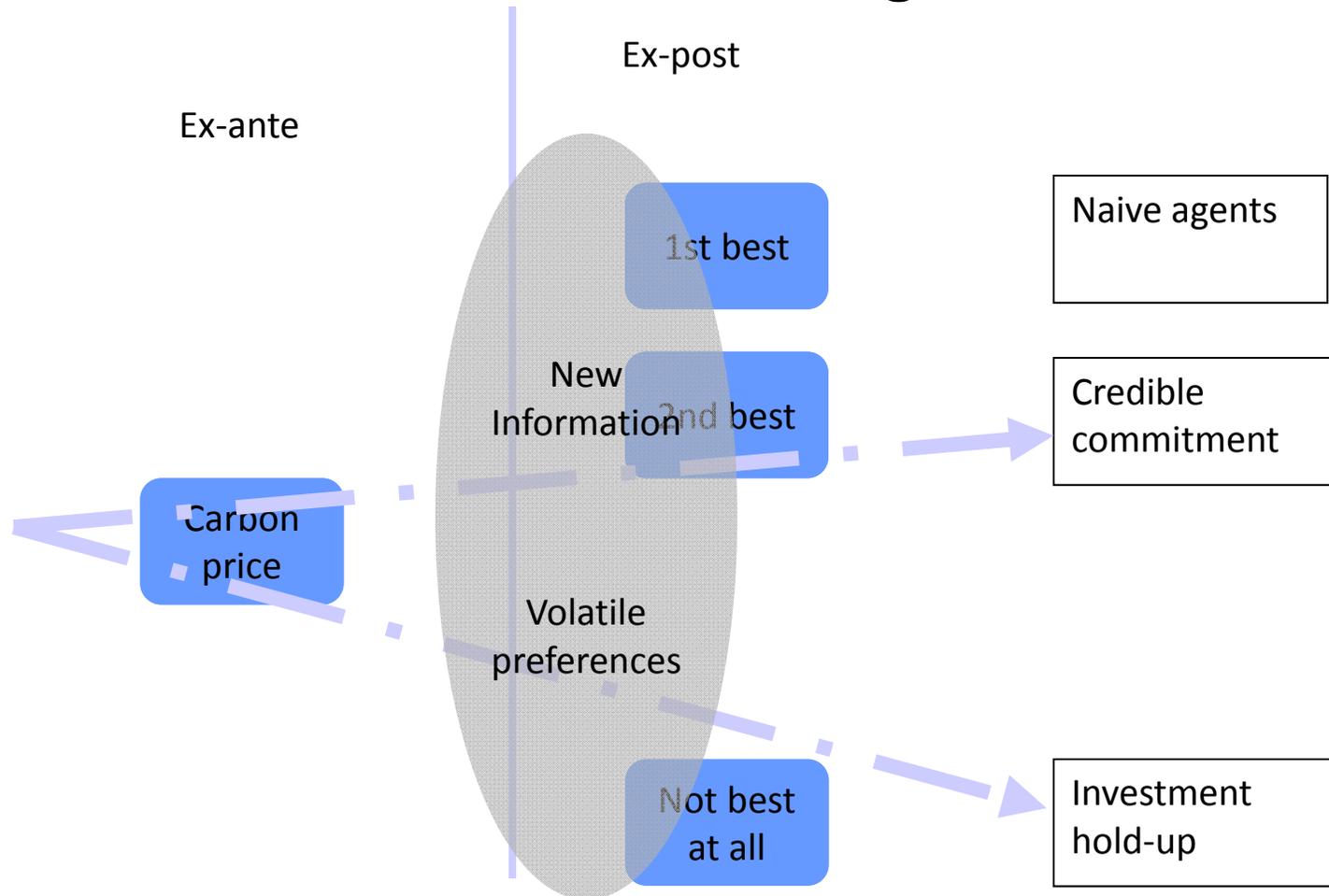
Preisentwicklung EU ETS



Klepper 2011

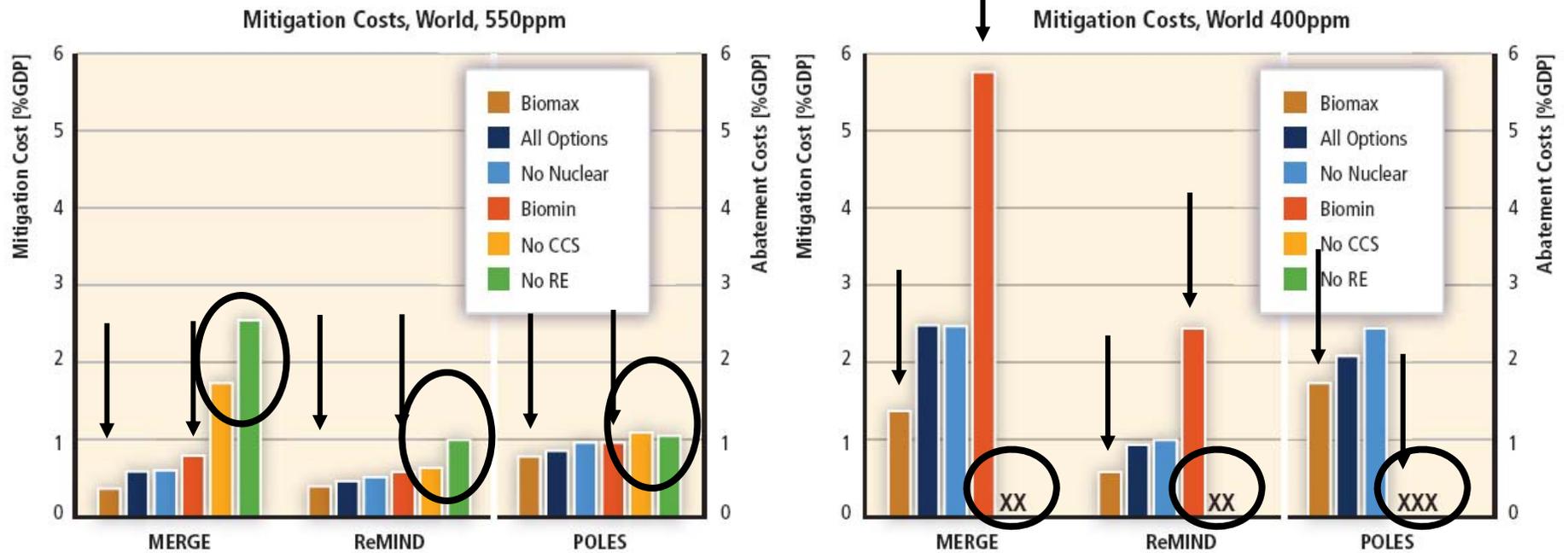
- Gesunkene Nachfrage nach Zertifikaten als Folge der Wirtschaftskrise
- Importe von CDM Offsets
- Förderung erneuerbarer Energien

Zeitkonsistenz und Glaubwürdigkeit



- Klimapolitik braucht langfristige Glaubwürdigkeit, Regeln zur Anpassung von Zielen
- Stärkere Begrenzung der CDM Offsets
- Ober- und Untergrenzen für Zertifikatspreise („Preiskorridor“)

Technologien und die Kosten der Vermeidung

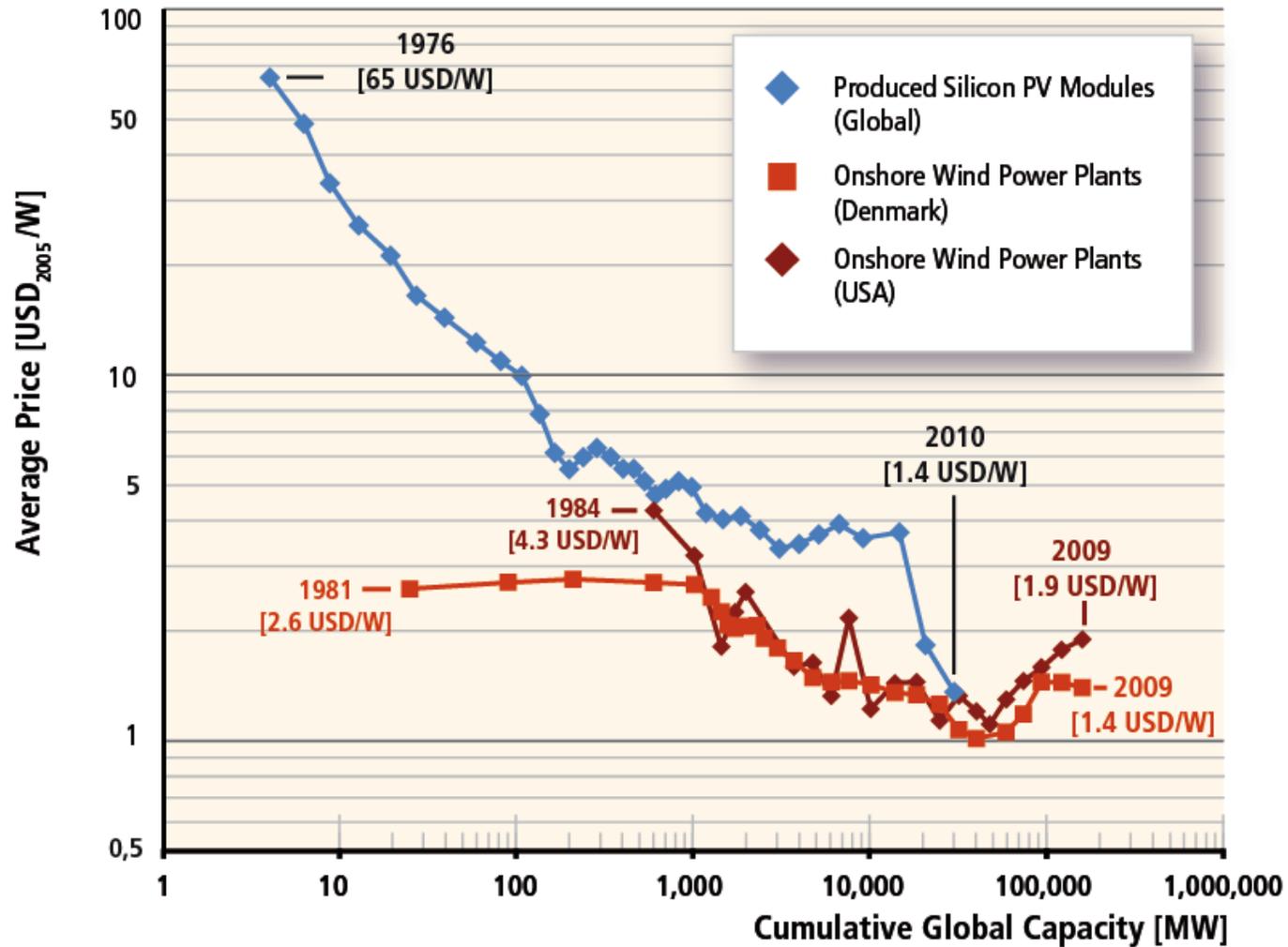


Kosten hängen ab:

- Vom globalen Kohlenstoffbudget
- Von der Nutzung von Biomasse
- Von der Verfügbarkeit von Technologien, besonders RE und CCS

IPCC 2011,
Edenhofer et al. 2010

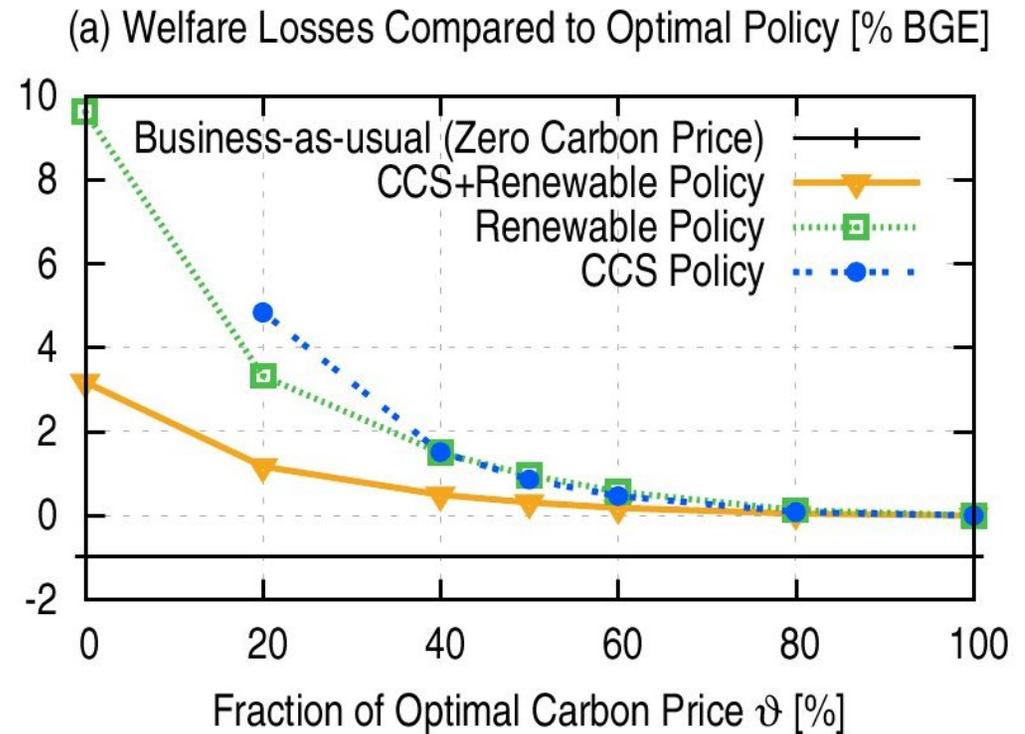
Technologieentwicklung als potentieller „Game Changer“?



Kann Technologiepolitik den CO₂-Preis ersetzen?

Für ein gegebenes Klima-Ziel:

- Kosten der Vermeidung steigen mit zunehmendem Anteil, der durch Technologiepolitik erbracht werden muss
- Aber:
Ein um 50% zu geringer CO₂-Preis kann durch Technologiepolitik kompensiert werden



Übersicht

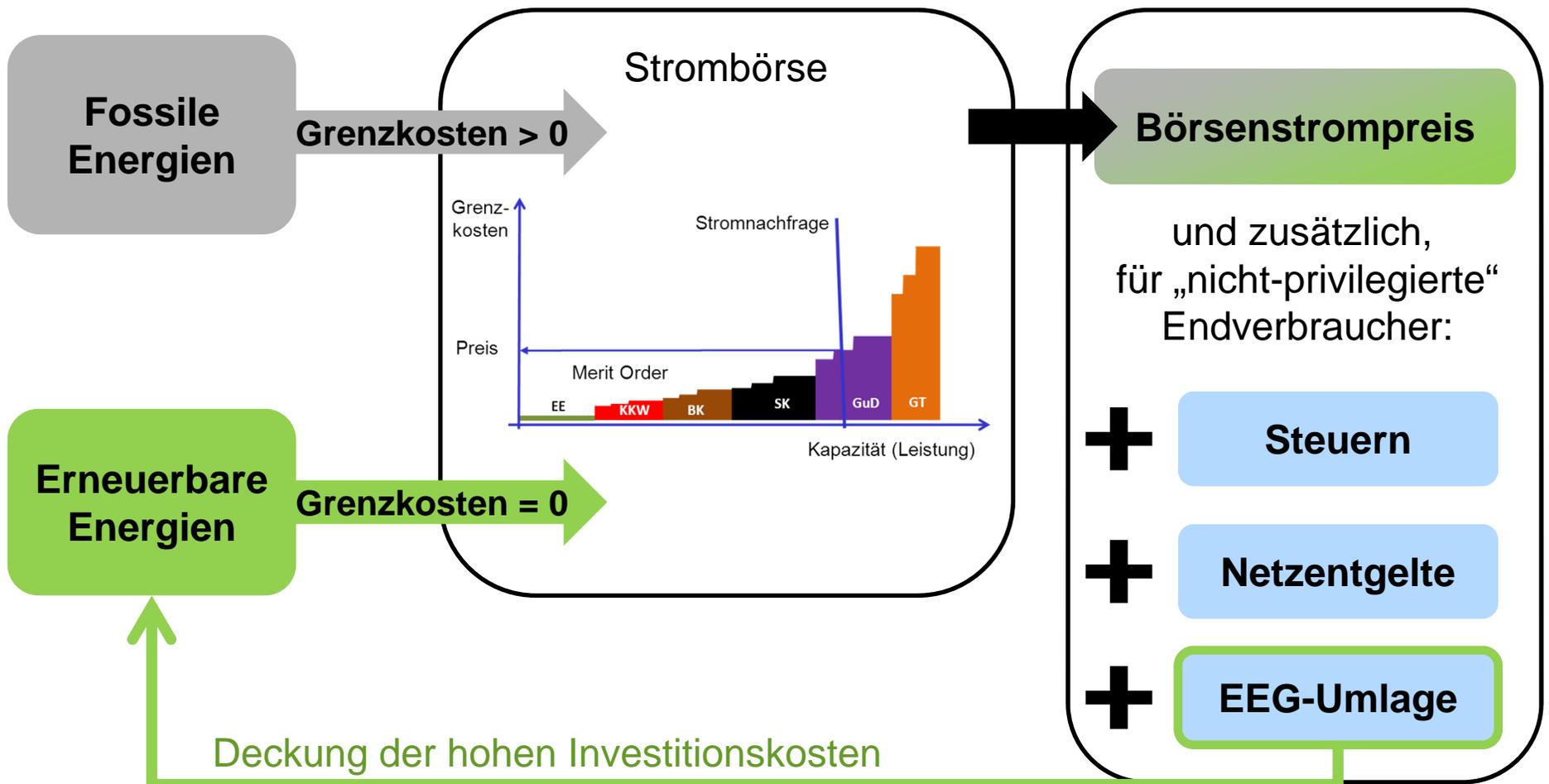
1. Emissionswachstum – Aktuelle Entwicklung und Ursachen
2. Globale Kooperation als Herausforderung
3. Europäische Klimapolitik – Vorreiterrolle in Theorie und Praxis
4. Klimapolitisches Labor Deutschland
5. Gesellschaftliche Ziele – Warum sollte Deutschland Klimapolitik betreiben?
6. Zusammenfassung

Strommarkt in Deutschland

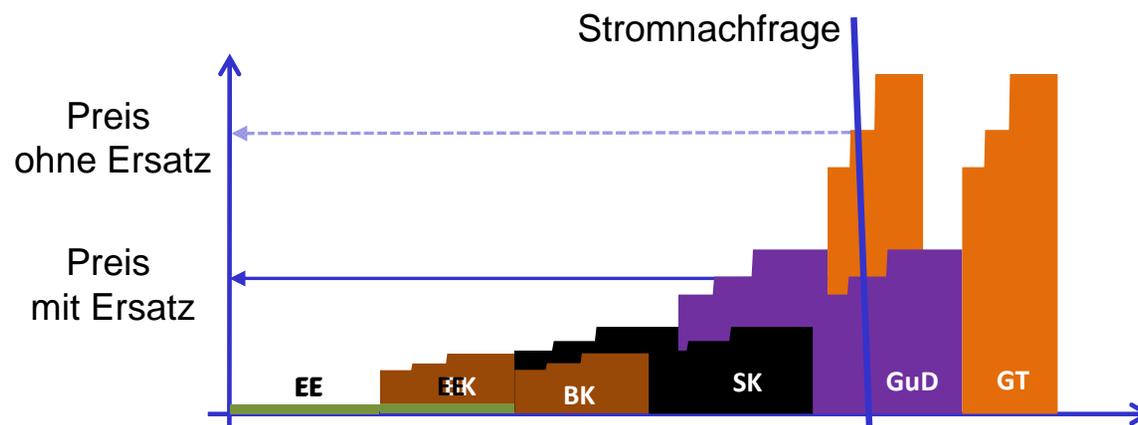
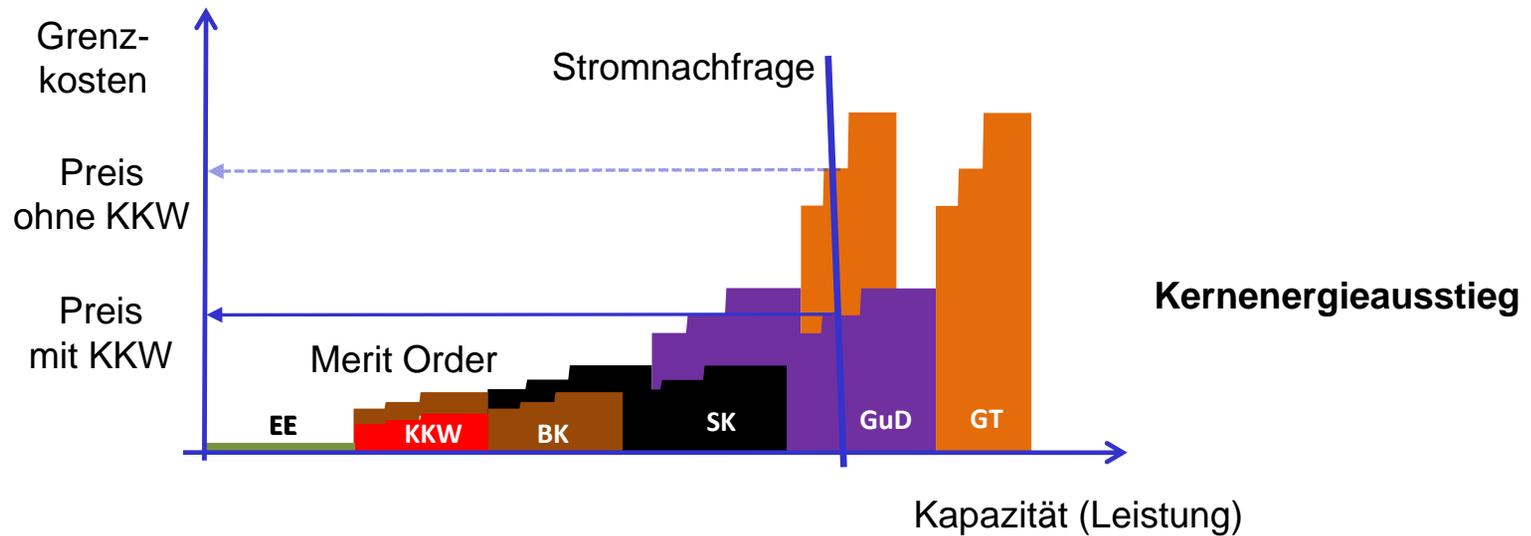
Erzeugung

Preisbildung

Bezahlung



Preisbildung im liberalisierten Strommarkt



Kriterien für ein nachhaltiges Fördersystem

1. Festlegung eines Mengenziels für Erneuerbare:

- technologiespezifisch: breites Portfolio wird angestrebt
- technologie*unspezifisch*: „schmales“ Portfolio wird akzeptiert

2. Entwicklung eines Förderinstrumentes, das:

- geeignet ist, einen hohen Anteil der EE zu ermöglichen
- Anreize zur Kostensenkung bietet (Technologie- und Integrationskosten)
- optimale Standortwahl ermöglicht: nationale, europäische Standorte
- dynamische Anreizwirkung entfaltet: technischer Fortschritt für Innovation und Diffusion von EE-Technologien

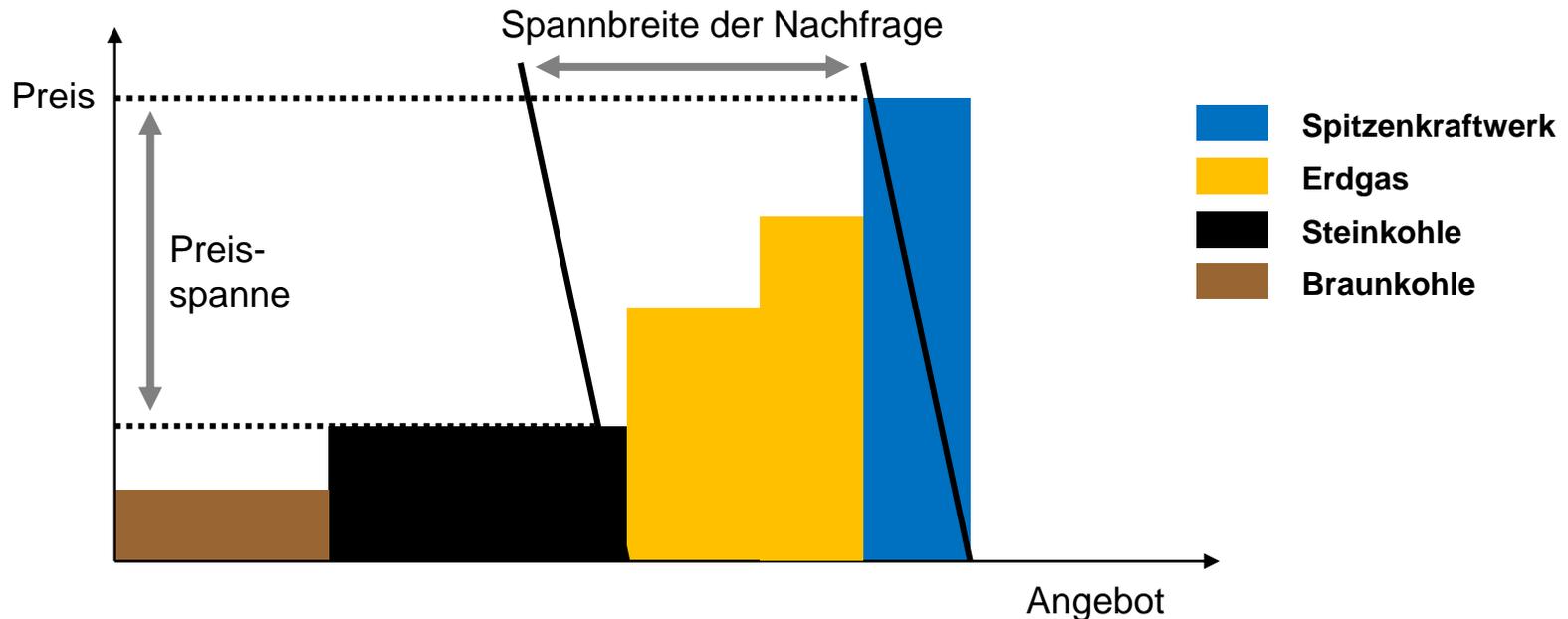
3. Fragen für den Übergang:

- Wie lange sollen EE gefördert werden?
- Wie ist der nationale Ausbau in einen EU-weiten Ausbau einzubinden?

Integrationsoptionen für Erneuerbare

- **Verbesserte Wettervorhersagen**
 - bessere Planung der Stromeinspeisung durch Erneuerbare
- **Nachfragesteuerung**
 - Anpassung der Nachfrage an die Einspeisung der Erneuerbaren
- **Flexible Kraftwerke**
 - Bereitstellung der Restleistung
- **Netzausbau**
 - Großflächige Zusammenlegung unkorrelierter Schwankungen (>300 km):
Import / Export zwischen Ländern
- **Energiespeicherung**
 - Stromspeicherung, wenn viel Erneuerbare Energie generiert wird, und
Stromeinspeisung, wenn wenig generiert wird

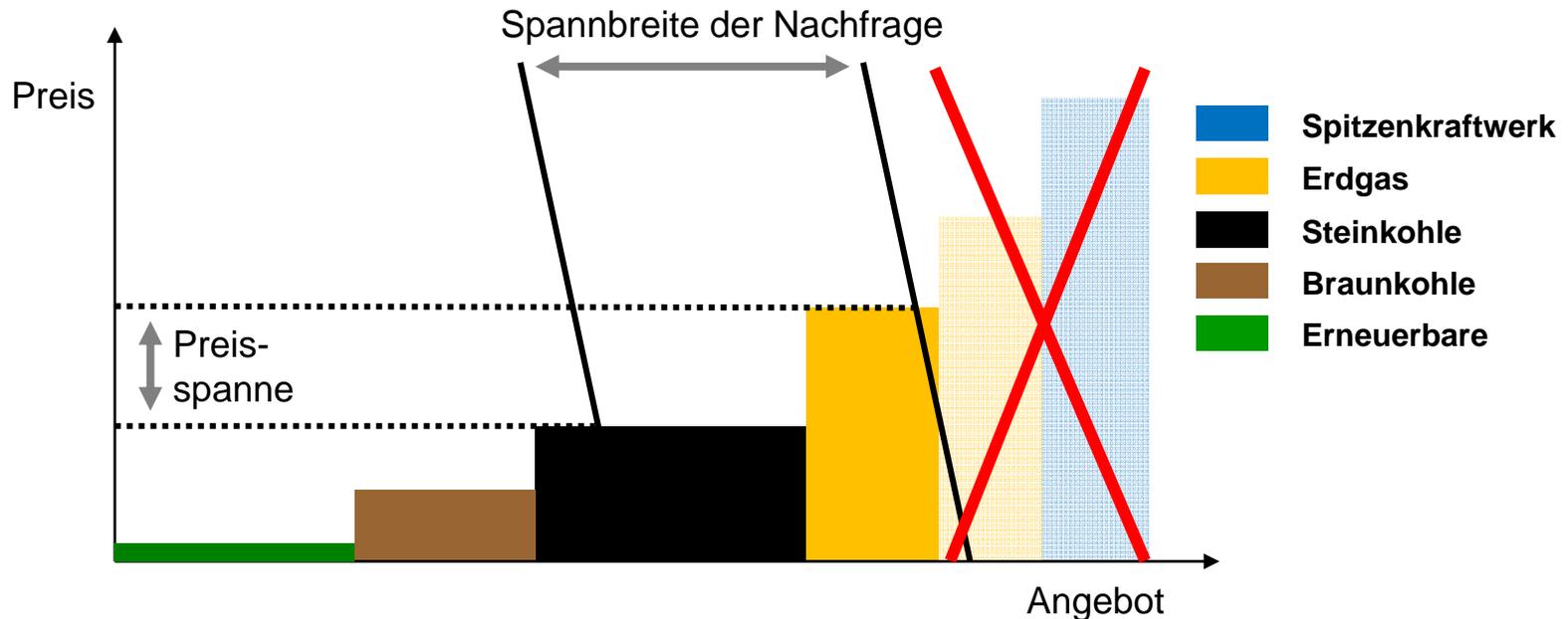
Systemintegration der Erneuerbaren Energien



altes System: Angebot konventionell, Nachfrage fluktuierend

- Preis wird durch Grenzkraftwerk bestimmt, meistens Gaskraftwerk
- mittlerer Preis entspricht in etwa den Grenzkosten des Gaskraftwerks
- große Preisspanne aufgrund der Variation bei der Nachfrage

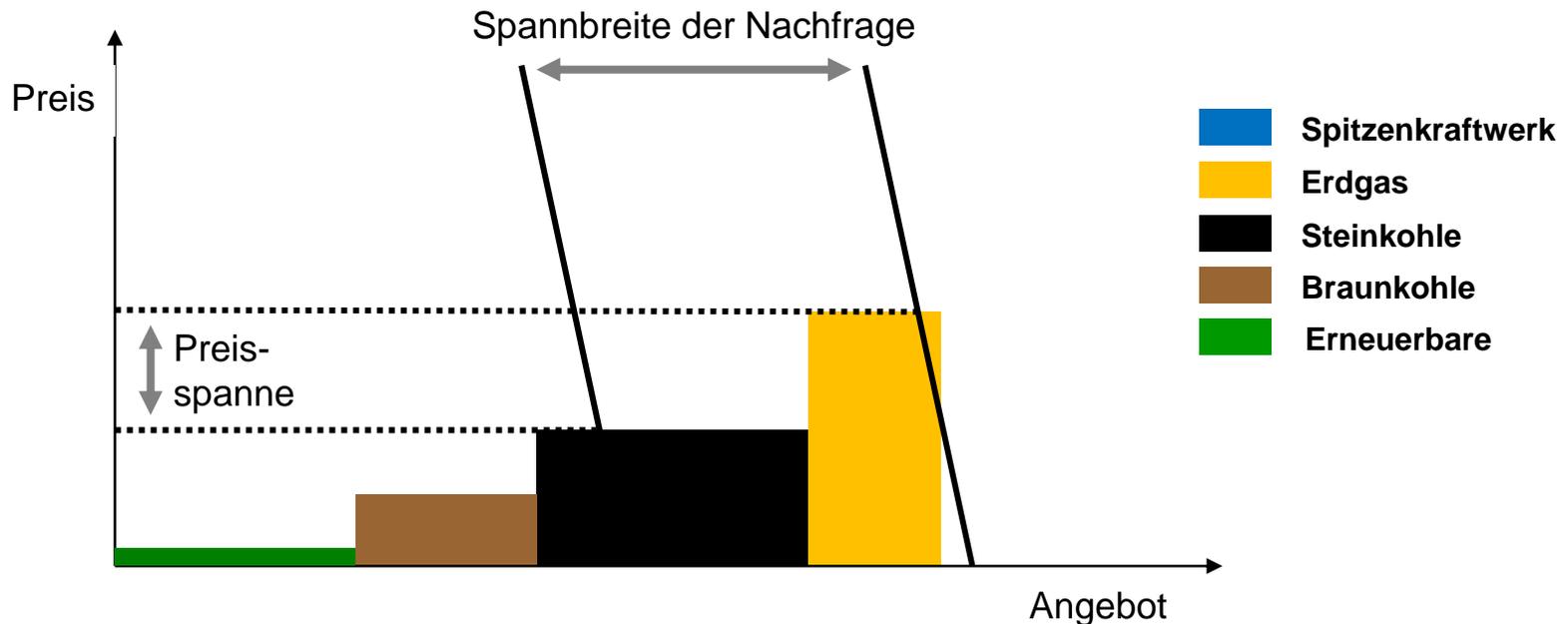
Systemintegration der Erneuerbaren Energien



neues System: Erneuerbare kommen mit Grenzkosten von Null in den Markt

- Spitzenkraftwerke und weniger effiziente Gaskraftwerke werden nicht mehr gebraucht → Anlagen werden stillgelegt
- niedriger mittlerer Preis reduziert den Anreiz für Neuinvestitionen
- niedrige Preisspanne reduziert den Anreiz für Speichertechnologien

Systemintegration der Erneuerbaren Energien



Fluktuationen sind bedeutend bei hohem Anteil der Erneuerbaren

- “Linksverschiebung” des konventionellen Angebotes, wenn das Angebot der Erneuerbaren niedrig ist
- nicht genügend Angebot, wenn gleichzeitig die Nachfrage hoch ist
- nicht nur EE-Menge, sondern auch Ort und Zeit (reliability market)

Herausforderungen für ein neues Marktdesign

1) Grenzkosten von Null bei EE

„Aufteilung“ der EE-Erzeugung in die Produkte *Strom & Grün* mit unterschiedlichen Erlösquellen:

- *Strom*: Verkauf an der Strombörse
- *Grün*: Verkauf auf einem eigenen Markt
 - a) **Mengeninstrument**: Verkauf von handelbaren *Grünstromquoten*
 - b) **Preisinstrument**: *Preis für Grünstromeinspeisung*

2) Variabilität von Angebot und Nachfrage

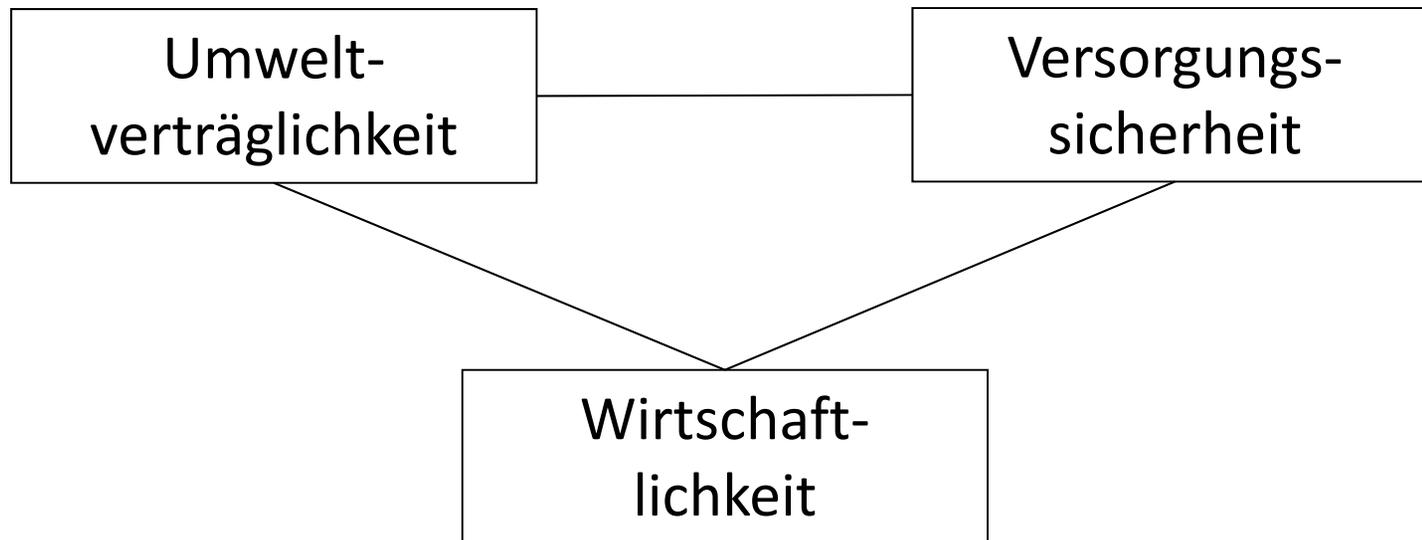
3) Kapazitätsproblem („Missing Money“ Problem)

4) Verbindung zum CO₂-Markt

Übersicht

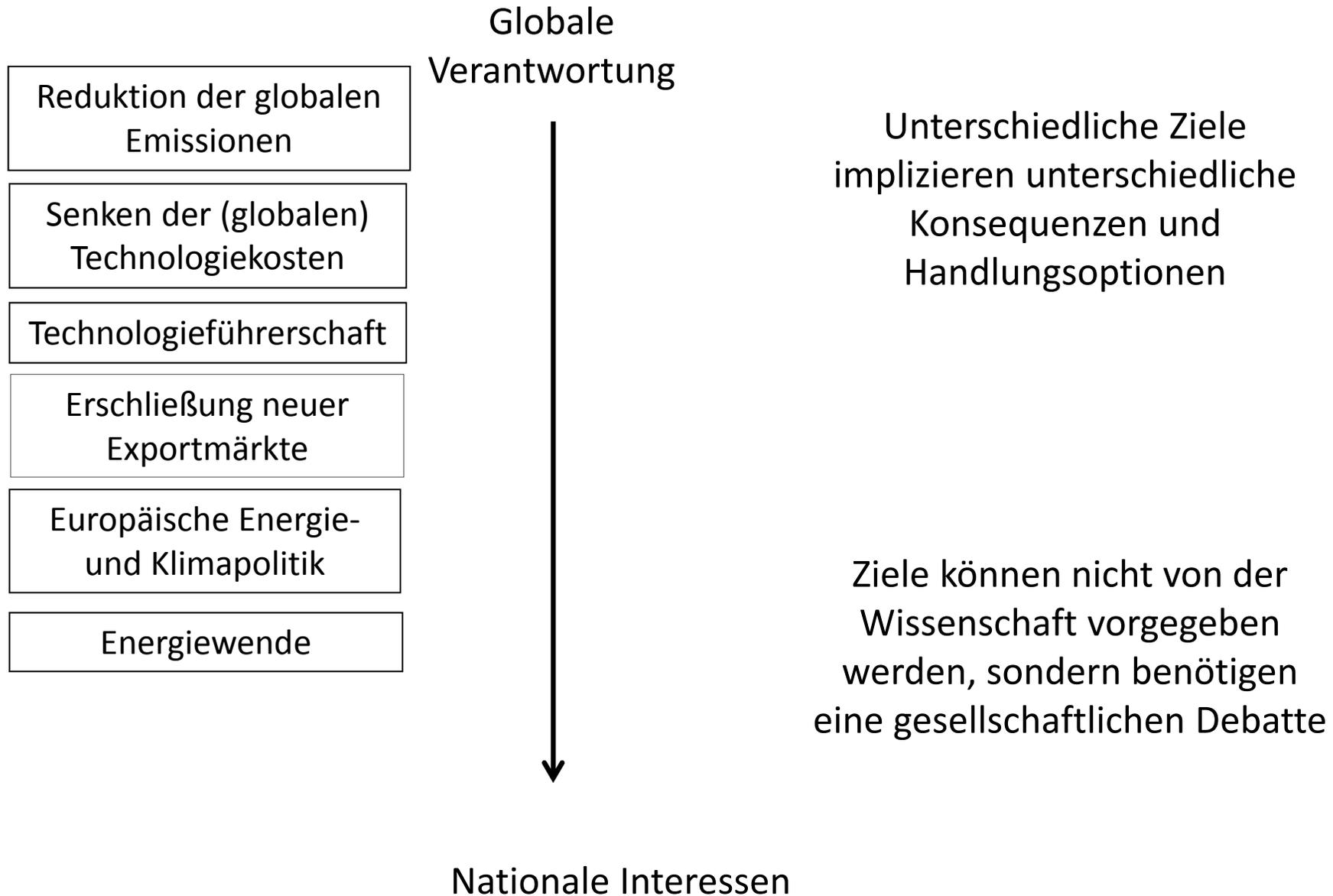
1. Emissionswachstum – Aktuelle Entwicklung und Ursachen
2. Globale Kooperation als Herausforderung
3. Europäische Klimapolitik – Vorreiterrolle in Theorie und Praxis
4. Klimapolitisches Labor Deutschland
5. **Gesellschaftliche Ziele – Warum sollte Deutschland Klimapolitik betreiben?**
6. Zusammenfassung

Energiepolitisches Zieldreieck und Politikinstrumente



- Es gibt nicht für jedes Ziel ein separates Instrument
- Wie müssen Politikinstrumente optimal gestaltet werden?
- Wissenschaftliche Politikberatung kann den Optionsraum sowie mögliche Zielkonflikte aufzeigen!

Mögliche (verschiedene) Ziele deutscher Klimapolitik



Übersicht

1. Emissionswachstum – Aktuelle Entwicklung und Ursachen
2. Globale Kooperation als Herausforderung
3. Europäische Klimapolitik – Vorreiterrolle in Theorie und Praxis
4. Klimapolitisches Labor Deutschland
5. Gesellschaftliche Ziele – Warum sollte Deutschland Klimapolitik betreiben?
6. Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Das beobachtete Emissionswachstum kann hauptsächlich durch Wirtschaftswachstum in Entwicklungs- und Schwellenländern erklärt werden.
- Der Effekt „importierter Emissionen“ ist keine Basis zur Rechtfertigung einer Lastenverteilung von Reduktionsverpflichtungen.
- Globale Kooperation ist schwierig zu erreichen und mit vielen Unsicherheiten verbunden.
- Für die EU kann es rational sein, klimapolitisch voranzugehen, wenn in der Zukunft ein globales Abkommen gelingt.
- Das EU ETS sektoral und geographisch zu erweitern ist eine vielversprechende Option, um kosteneffektiv Emissionen zu reduzieren; ad-hoc Verknappung der Zertifikate in der laufenden Periode könnte die langfristige Glaubwürdigkeit unterminieren.
- Deutschland ist ein Labor für technologischen und sozialen Wandel, in welchem potentielle Probleme von morgen identifiziert und Lösungen gefunden werden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!