

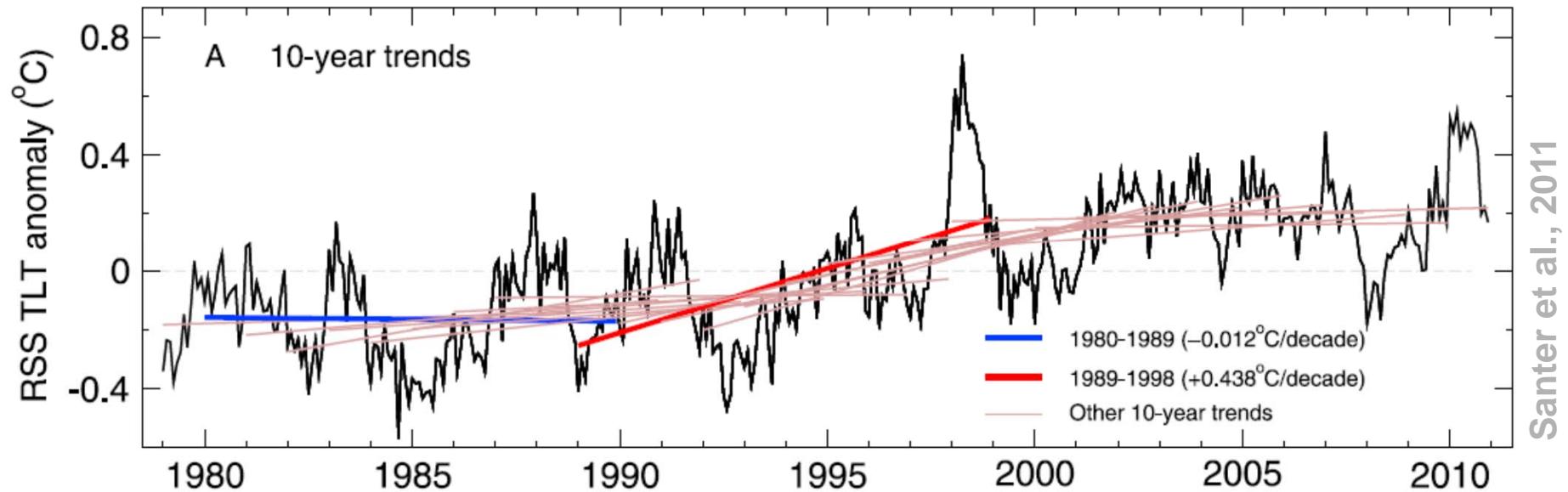
Kosten und Strategien des globalen Klimaschutzes

IDEEN-FORUM+ 2013
Stuttgart/Besigheim, 24. April 2013

Prof. Dr. Ottmar Edenhofer

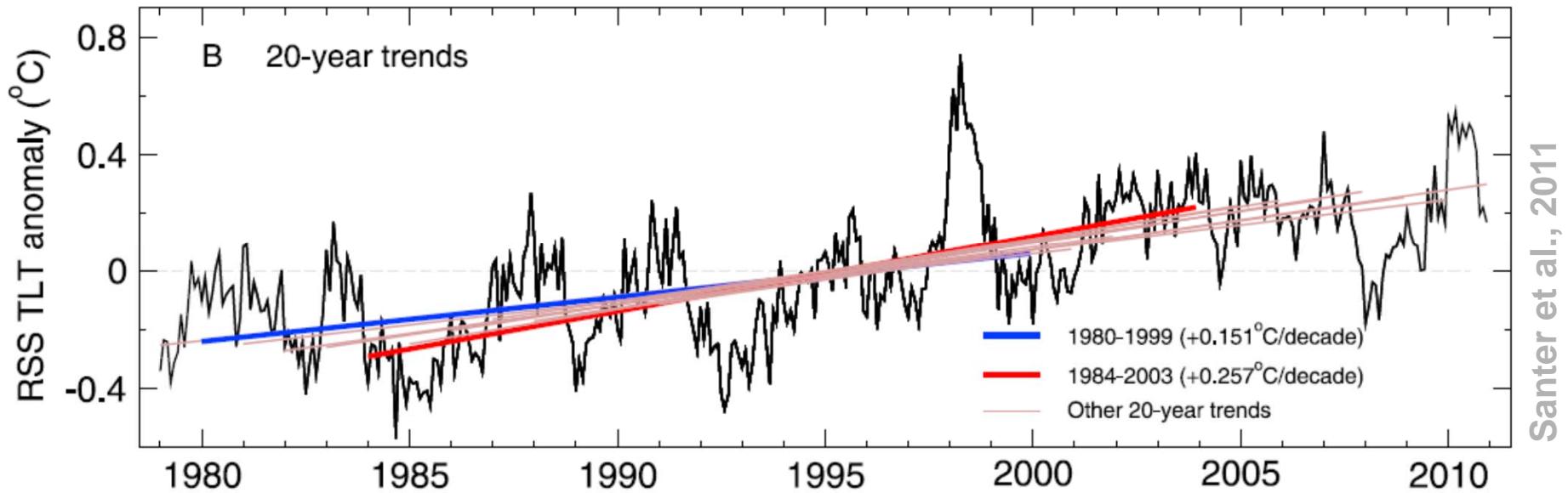


Ist die globale Erwärmung beendet?



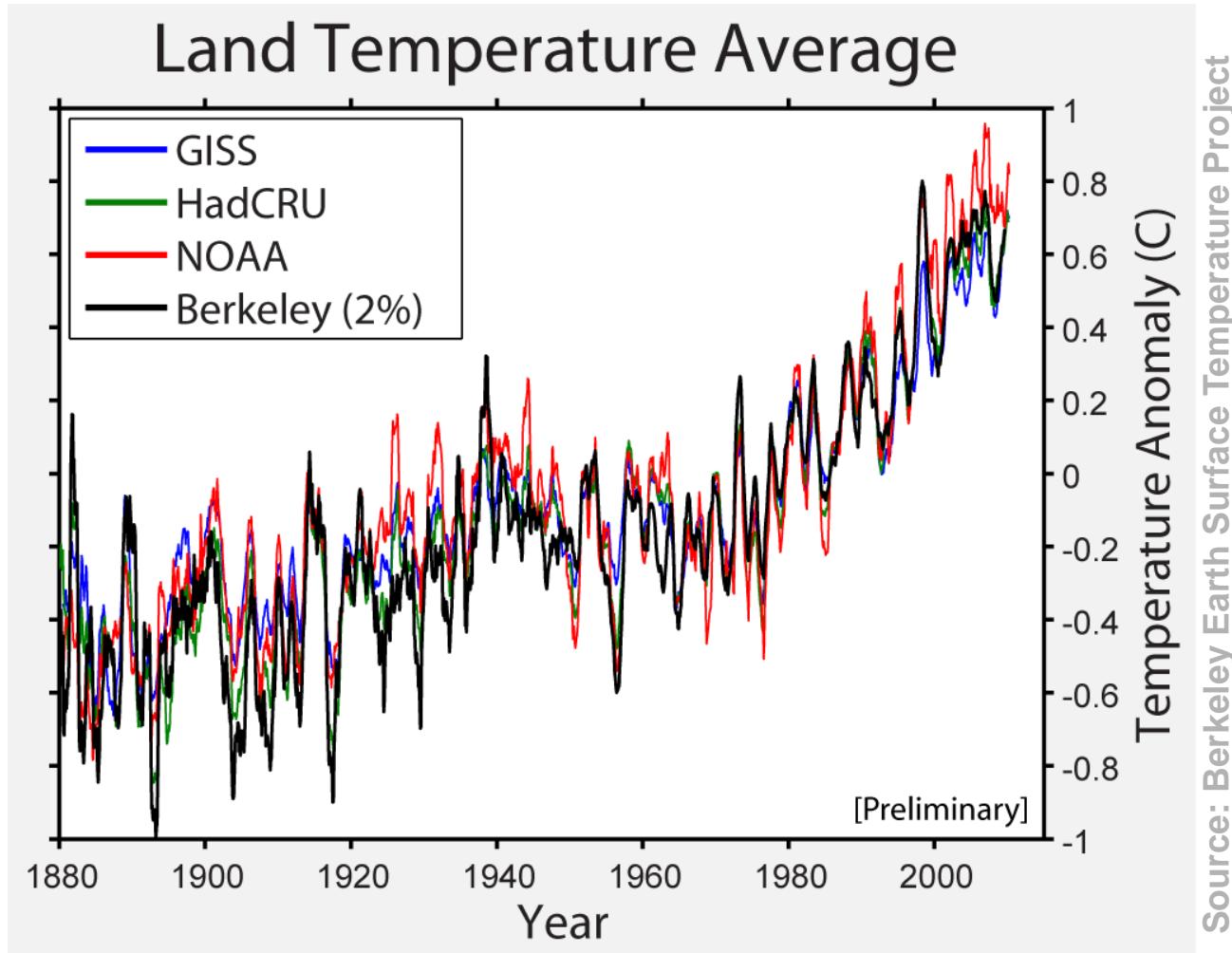
- Mit Blick auf die letzten 10 Jahre scheint sich die globale Erwärmung verlangsamt zu haben oder sogar zum Stillstand gekommen zu sein
- Hat der IPCC einen bedeutenden Fehler gemacht?
- Gibt es die globale Erwärmung überhaupt?

Der Einfluss des Zerschneidens von Daten!



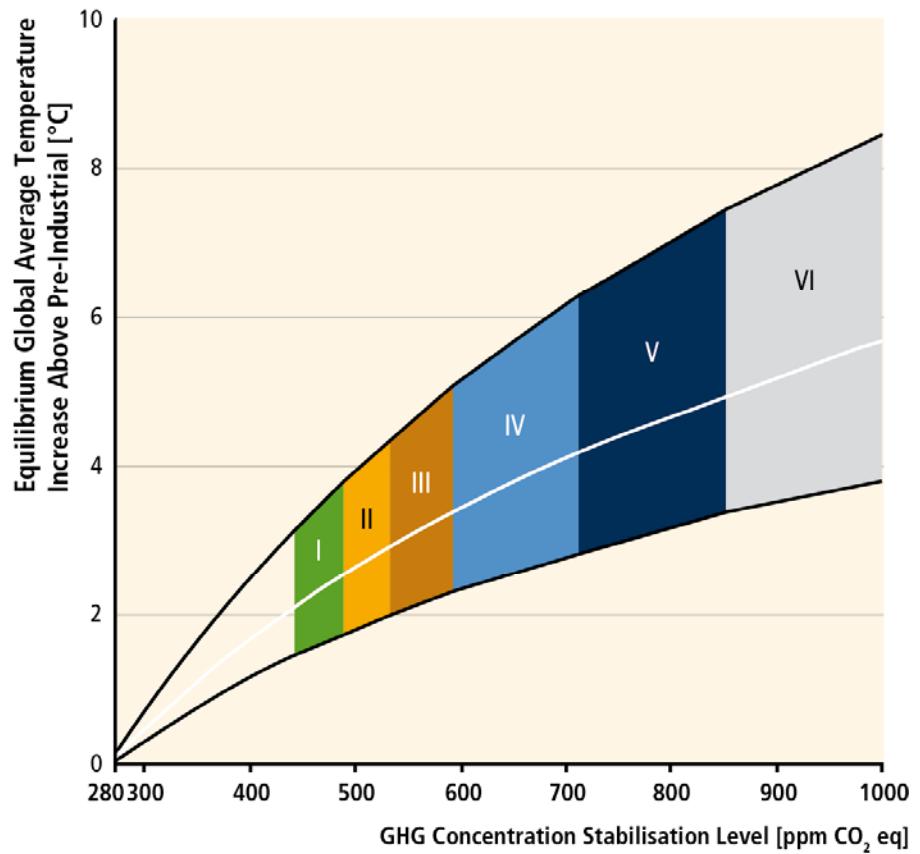
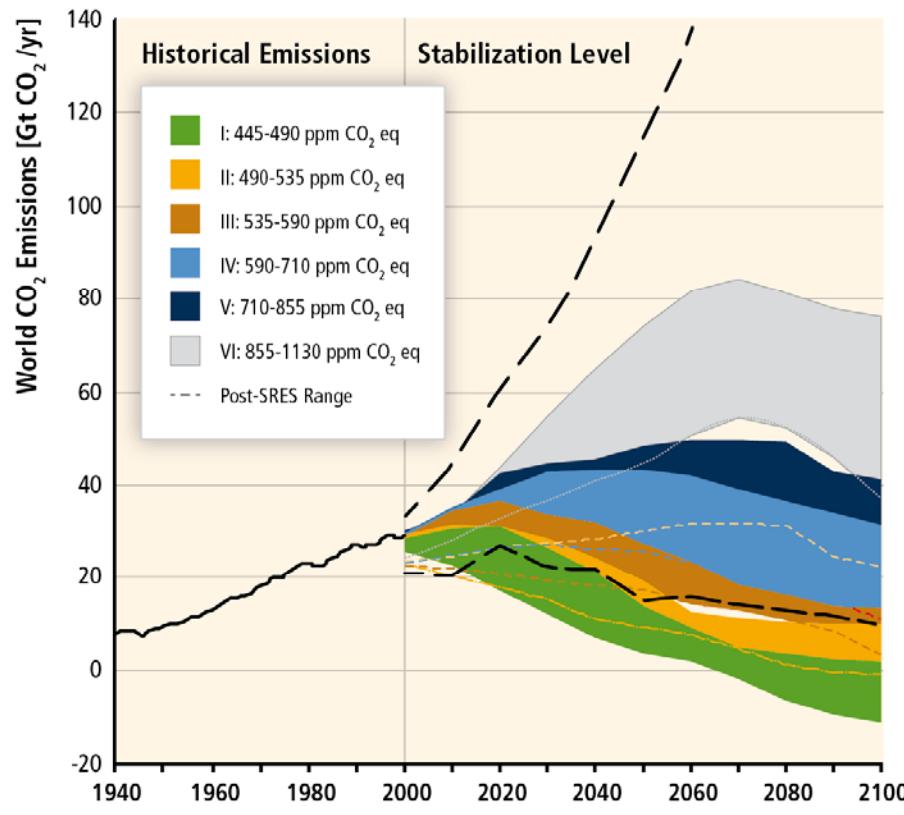
- Vielfache Gründe für stabile Temperaturen der letzten Dekade:
 - “Verlangsamung” im letzten Jahrzehnt liegt im Rahmen natürlicher Schwankungen
 - 1997/98 außergewöhnlich warm aufgrund von El Niño
 - Kühlungseffekt der steigenden Luftverschmutzung, besonders des Schwefels
 - Weiterer Temperaturanstieg wahrscheinlich, sobald politische Massnahmen zur Luftreinhaltung auch in Schwellenländern in Kraft treten
- **Der Blick auf längerfristige Trends zeigt, dass die globale Erwärmung keinesfalls zum Stillstand gekommen ist**

Langfristige Trends liefern eindeutige Anzeichen:



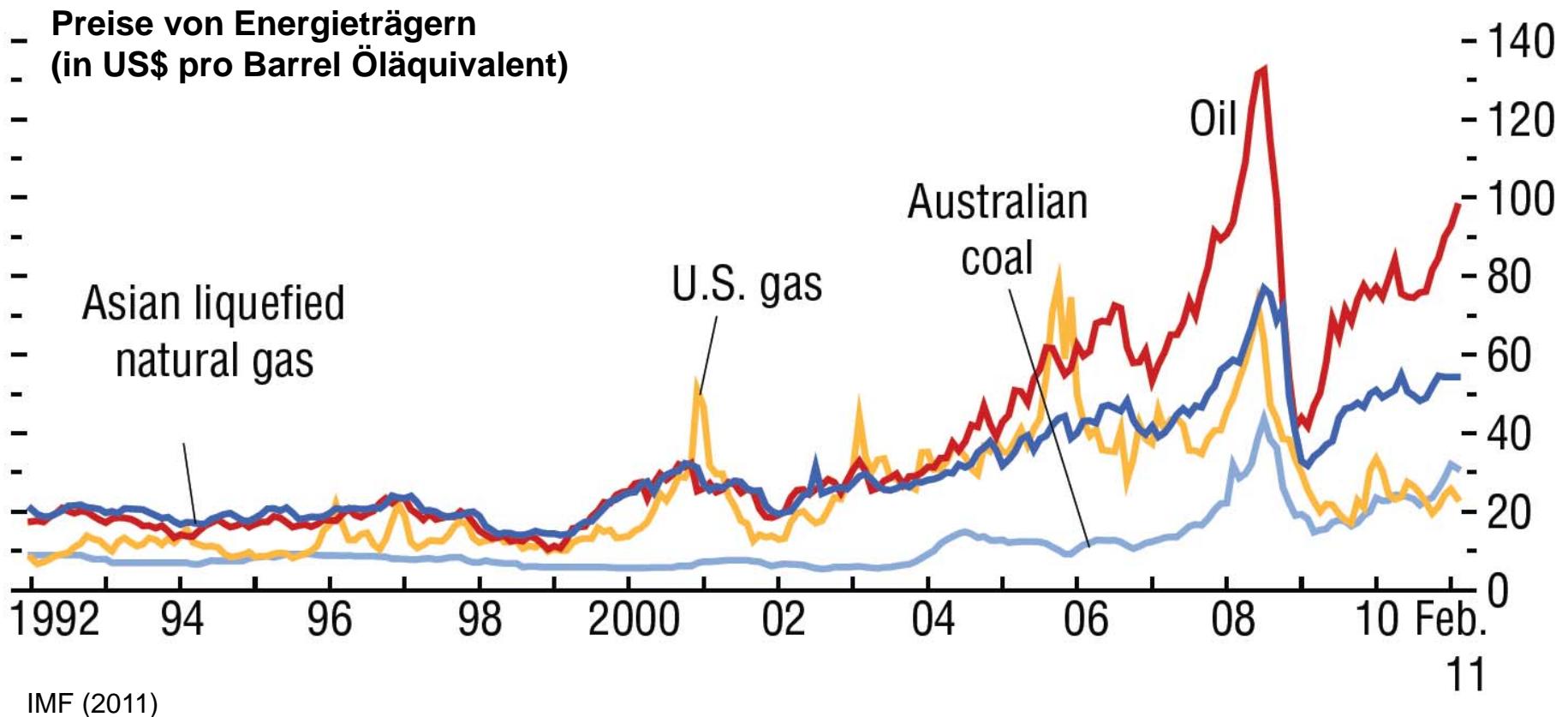
- Temporäre Verlangsamungen bei der Erderwärmung hat es auch in der Vergangenheit gegeben
- Jüngste unabhängige Untersuchungen der IPCC Ergebnisse (Berkeley Earth Surface Temperature Project) haben diese bestätigt

Klimapolitik als Versicherung

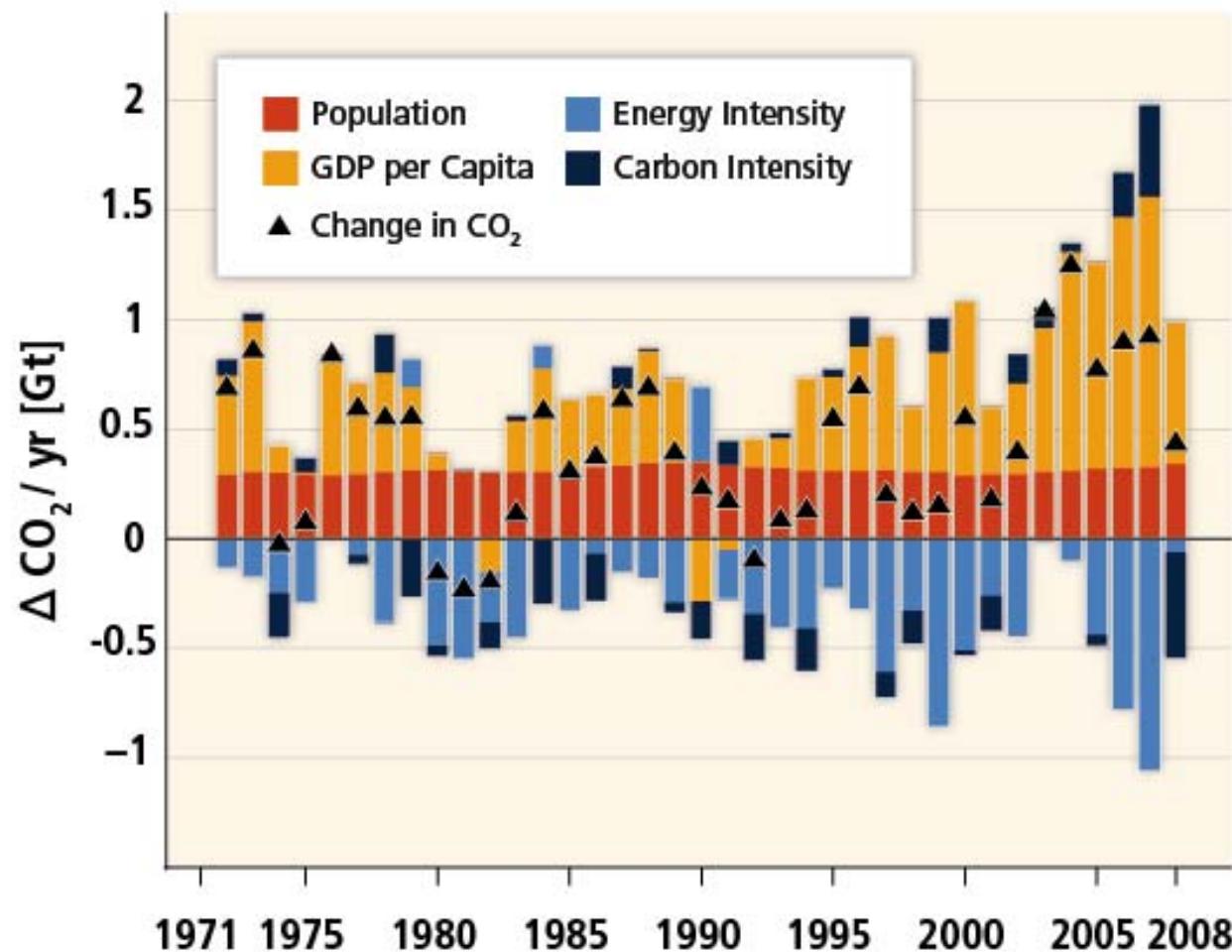


GHG emissions resulting from the provision of energy services contribute significantly to the increase in atmospheric GHG concentrations.

Preisentwicklung steigert Attraktivität der Kohle

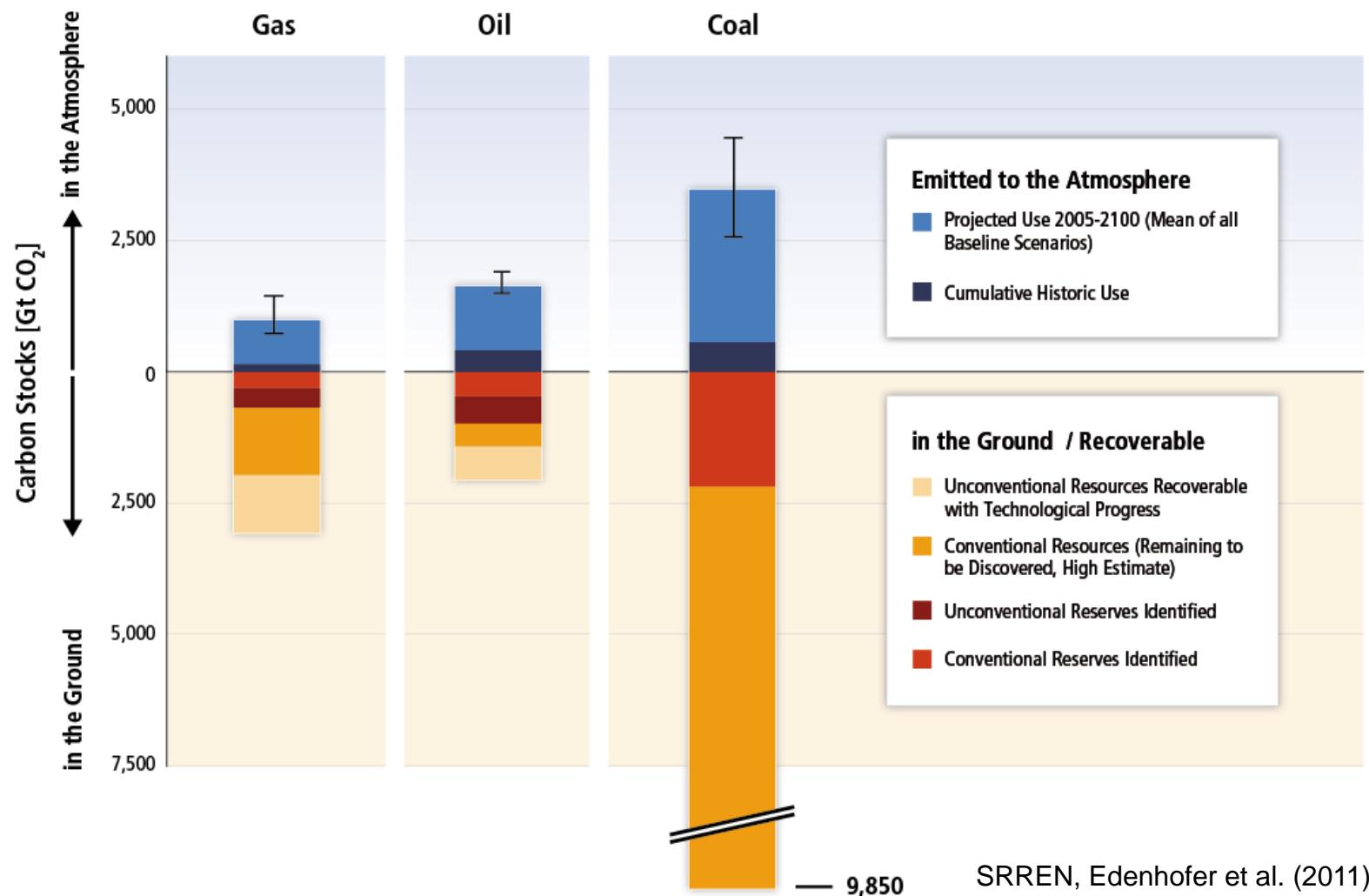


Wir sind nicht auf dem richtigen Weg



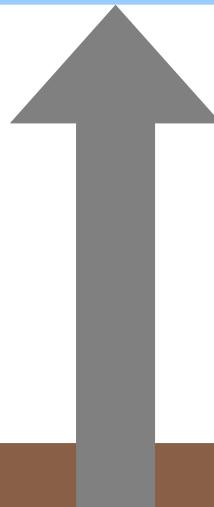
SRREN, Edenhofer et al. (2011)

Knappheit fossiler Rohstoffe kann Klimawandel nicht verhindern



Die Atmosphäre als globales Gemeinschaftsgut („Global Common“)

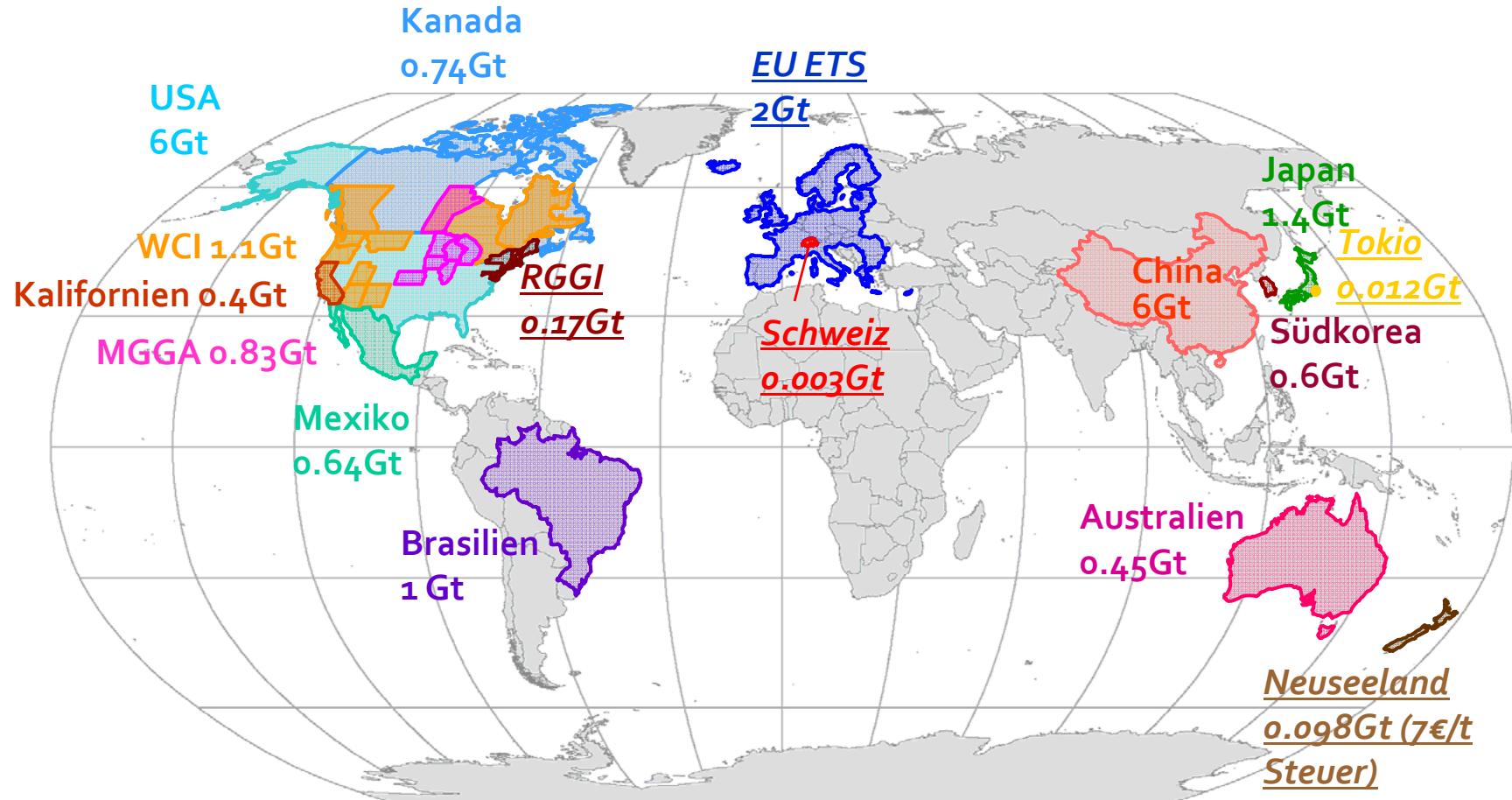
Atmosphäre: Begrenzte Senke
~ 230 GtC



Ressourcenextraktion
> 12.000 GtC

Regionale Emissionshandelssysteme

Kursiv: bereits bestehend



Flachland 2010

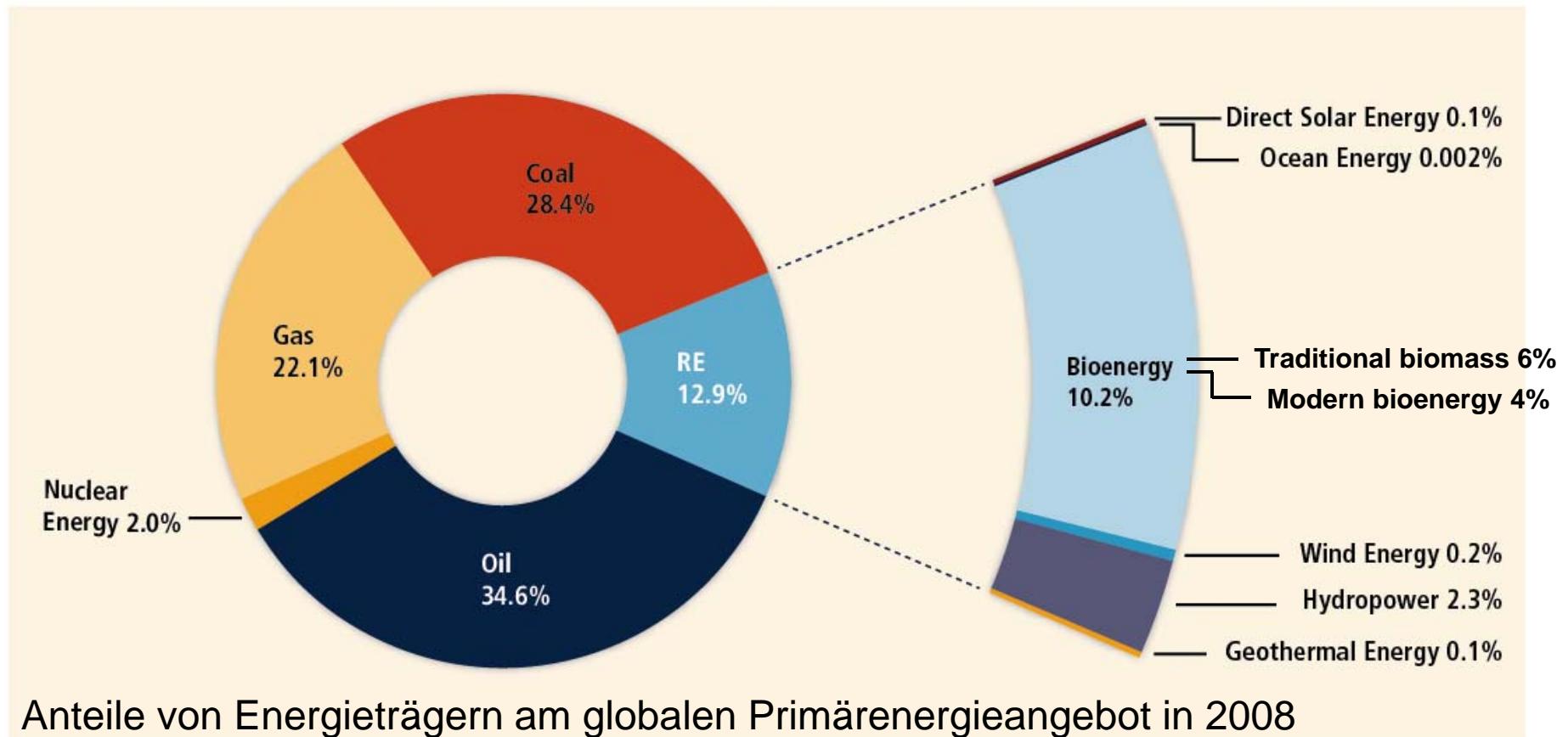
Der Europäische Emissionshandel (ETS)

- Aktuelle Probleme des ETS
 - niedriger Preis verhindert Anreizwirkung für Investitionen in klimafreundliche Technologien
- Gründe für den Preisverfall:
 - Wirtschaftskrise
 - Überangebot an Zertifikaten durch CDM
 - komplementäre Politiken, z.B. Förderung der Erneuerbaren
- Lösungsansätze:
 - Herausnahme von Zertifikaten (set aside)
 - langfristige Ankündigung eines Mindest- und eines Höchstpreises
 - langfristige Ankündigung einer Absenkung der CO₂-Obergrenze bei kurzfristiger Flexibilität einer „Klimazentralbank“.

Langfristige Herausforderungen für den Europäischen Emissionshandel (ETS)

- Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe
 - Integration aller Sektoren mit geringen Transaktionskosten in den Emissionshandel
 - Sicherung der statischen und dynamischen Effizienz
- Die künftige Rolle des CDM:
 - Seine Abschaffung sollte ins Auge gefasst werden.
- Linking sollte vorangetrieben werden:
 - Die EU sollte ihr down-stream System nicht als best-practice verkaufen.
 - Institutionelle Harmonisierung sollte schon jetzt angestrebt werden:
 - Festlegung der Emissionsobergrenze („Cap“)
 - Auktionierung
 - Hybridsysteme

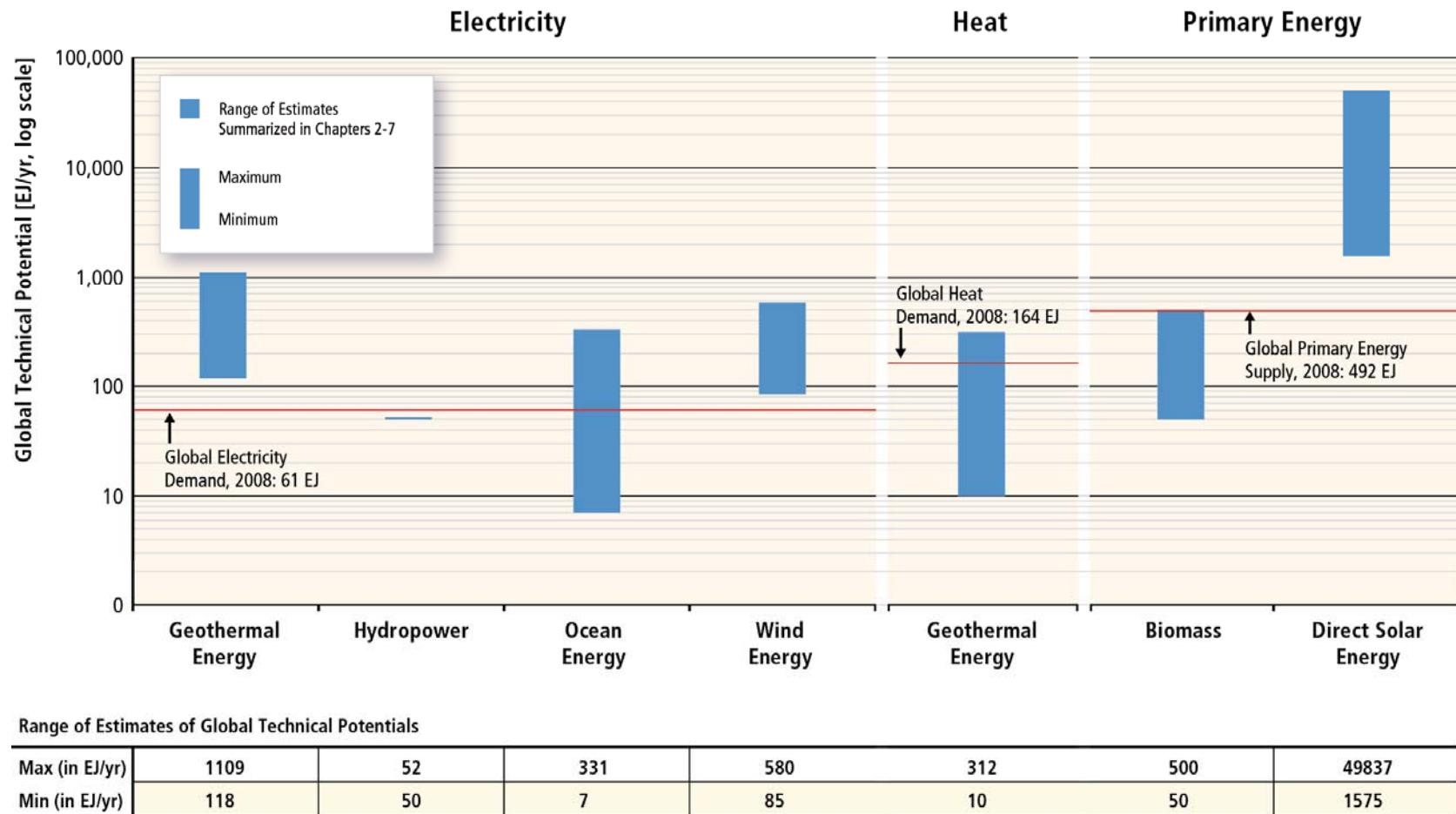
Das gegenwärtige globale Energiesystem ist durch die fossilen Energieträger dominiert



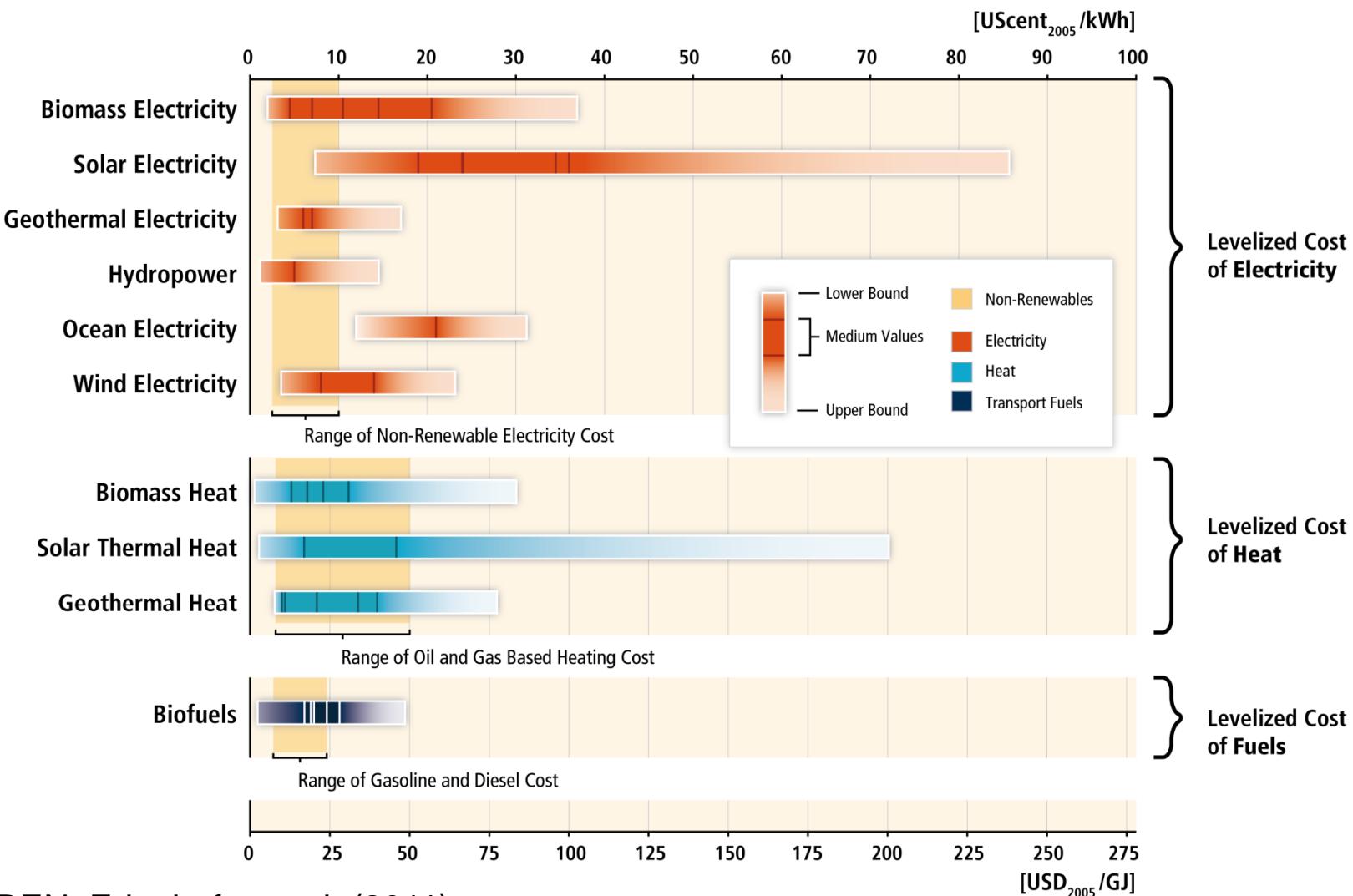
IPCC SRREN (2011)

- In allen 164 Szenarien werden die Erneuerbaren weiter ausgebaut.

Das technische Potenzial der Erneuerbaren Energien

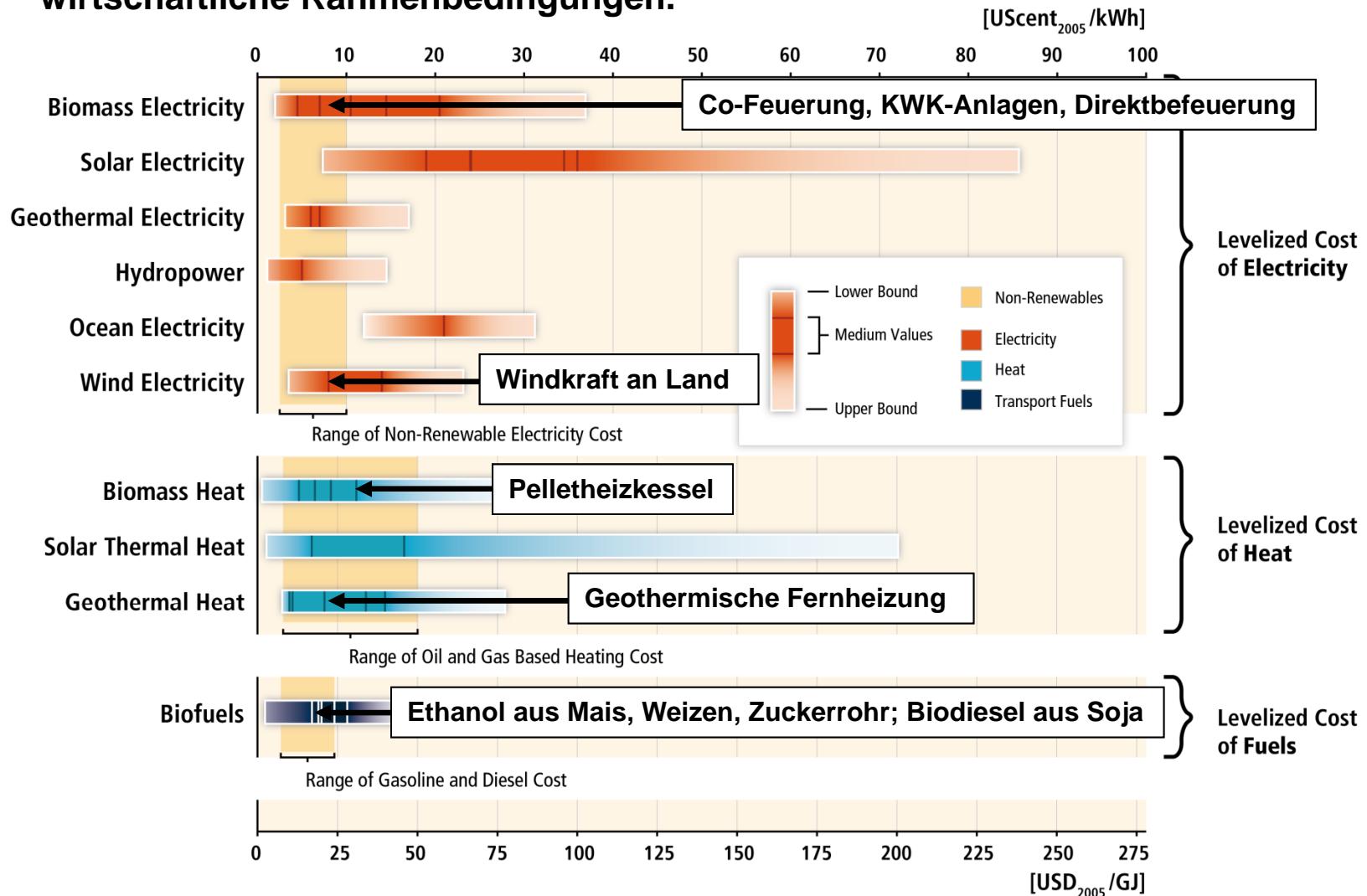


Die Kosten der Erneuerbaren sind meist noch höher als die der Nicht-Erneuerbaren, aber...



...manche EE-Technologien sind bereits wettbewerbsfähig

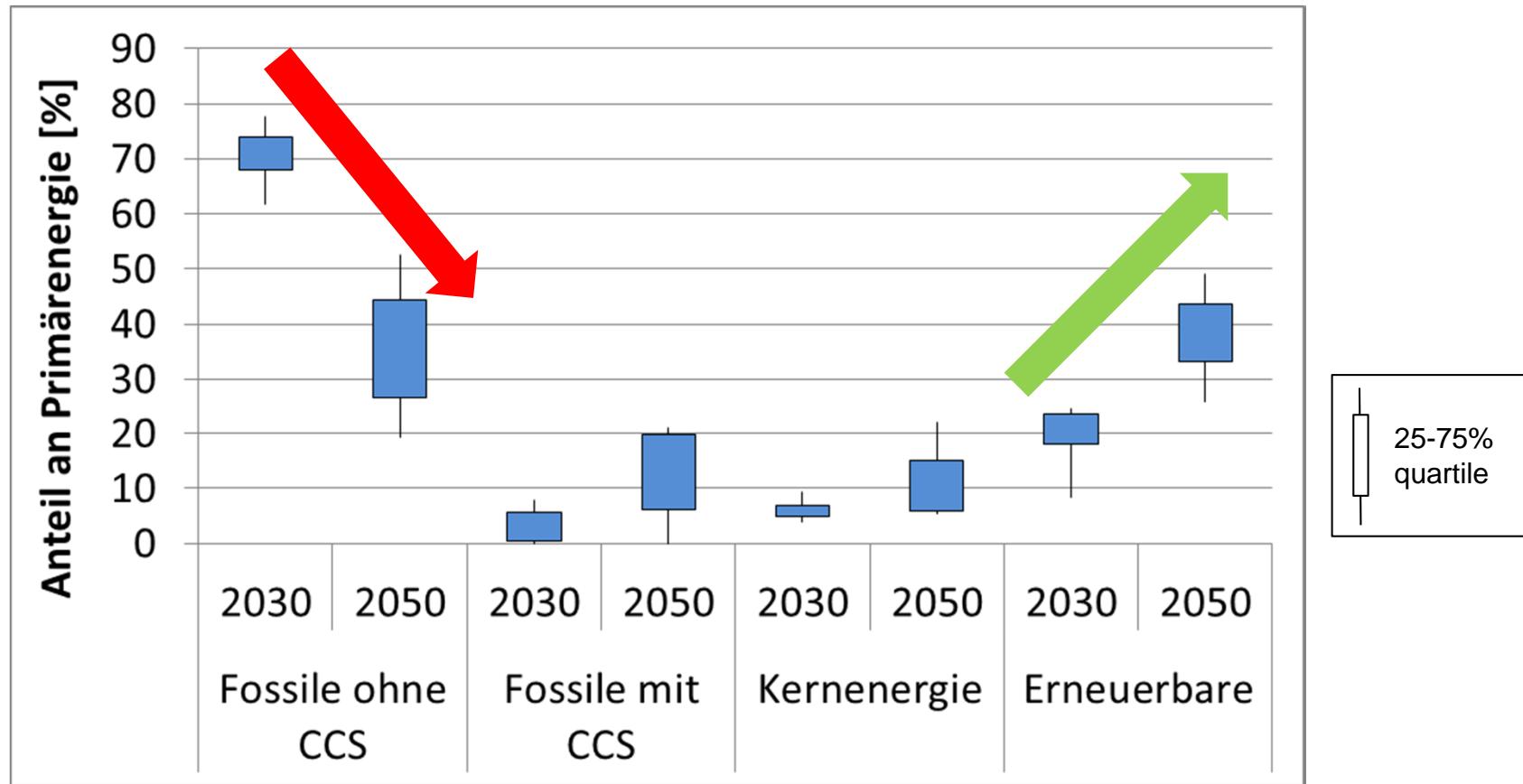
Der linke Rand der Kostenbandbreite repräsentiert günstige geographische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen.



Die aufgeführten Beispiele sollten nicht als allgemein gültige Rangordnung von Technologien bewertet werden, da die tatsächlichen Erzeugungskosten höchst kontext-spezifisch sind.

Europa: steigende Bedeutung der Erneuerbaren Energien

Modellvergleich zur EU Energy Roadmap mit 12 Modellen; 80% THG Minderung

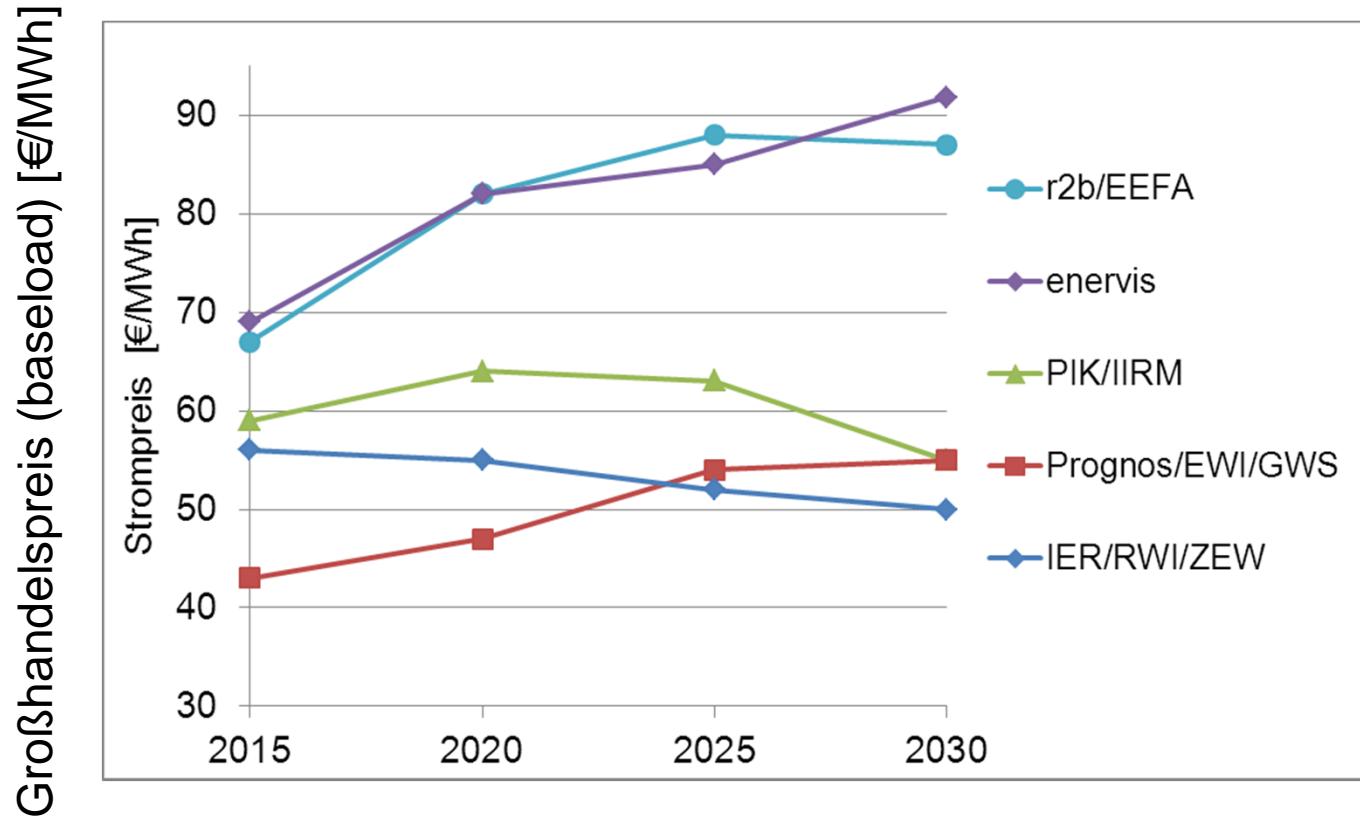


(Knopf et al., 2013; EMF28 Modellvergleich)

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 (>300km): Import / Export zwischen Ländern
- **Energiespeicherung**
→ Stromspeicherung, wenn viel Erneuerbare Energie generiert wird und Stromeinspeisung, wenn wenig generiert wird

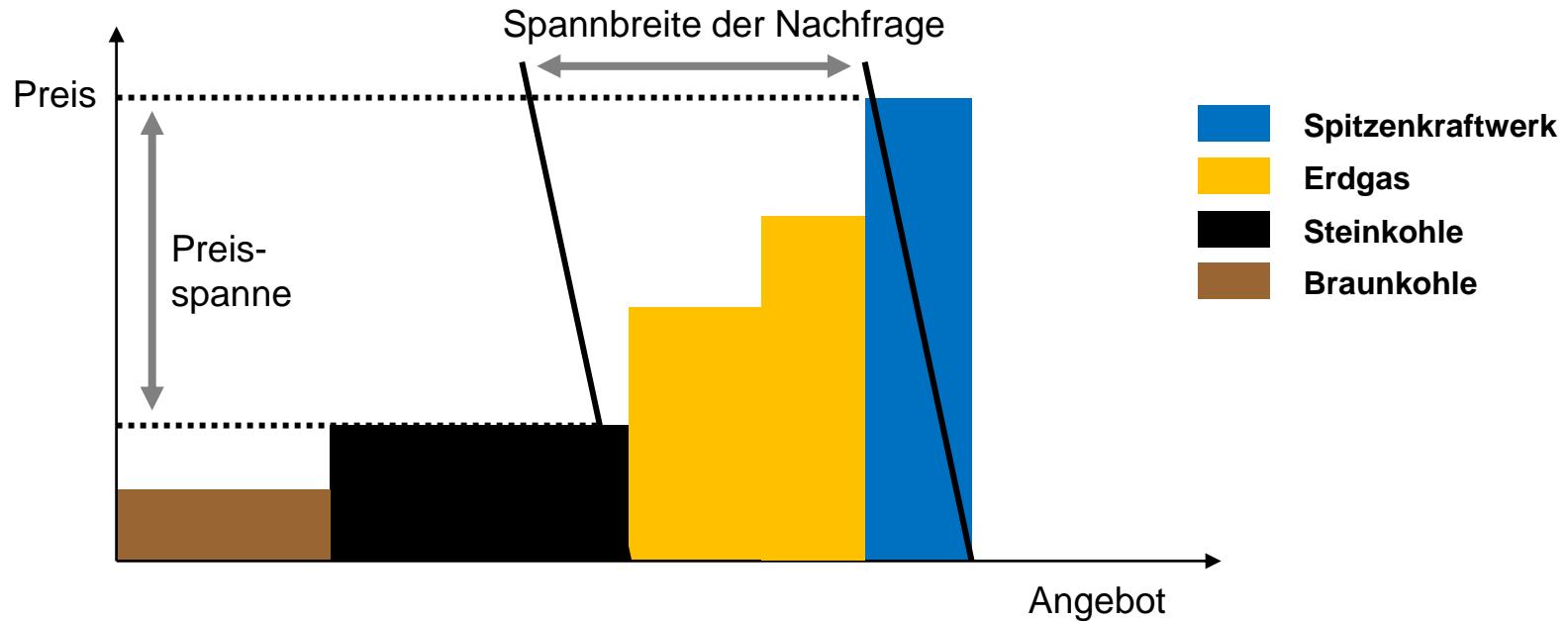
Unsicherheit über den zukünftigen Strompreis



Knopf et al., 2012

- Unsicherheit aufgrund von externen Treibern (z.B. Gaspreis)
- Unsicherheit über das zukünftige Marktdesign für Erneuerbare

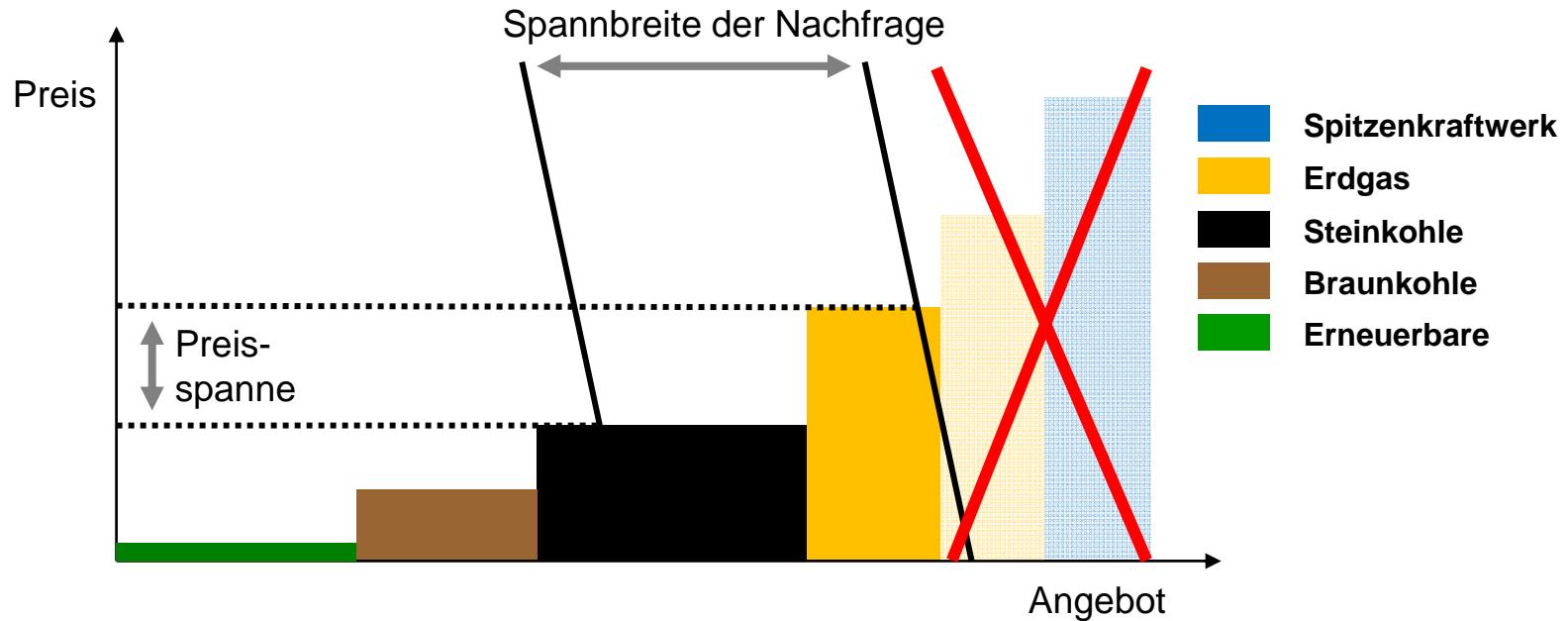
Systemintegration der Erneuerbaren Energien



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

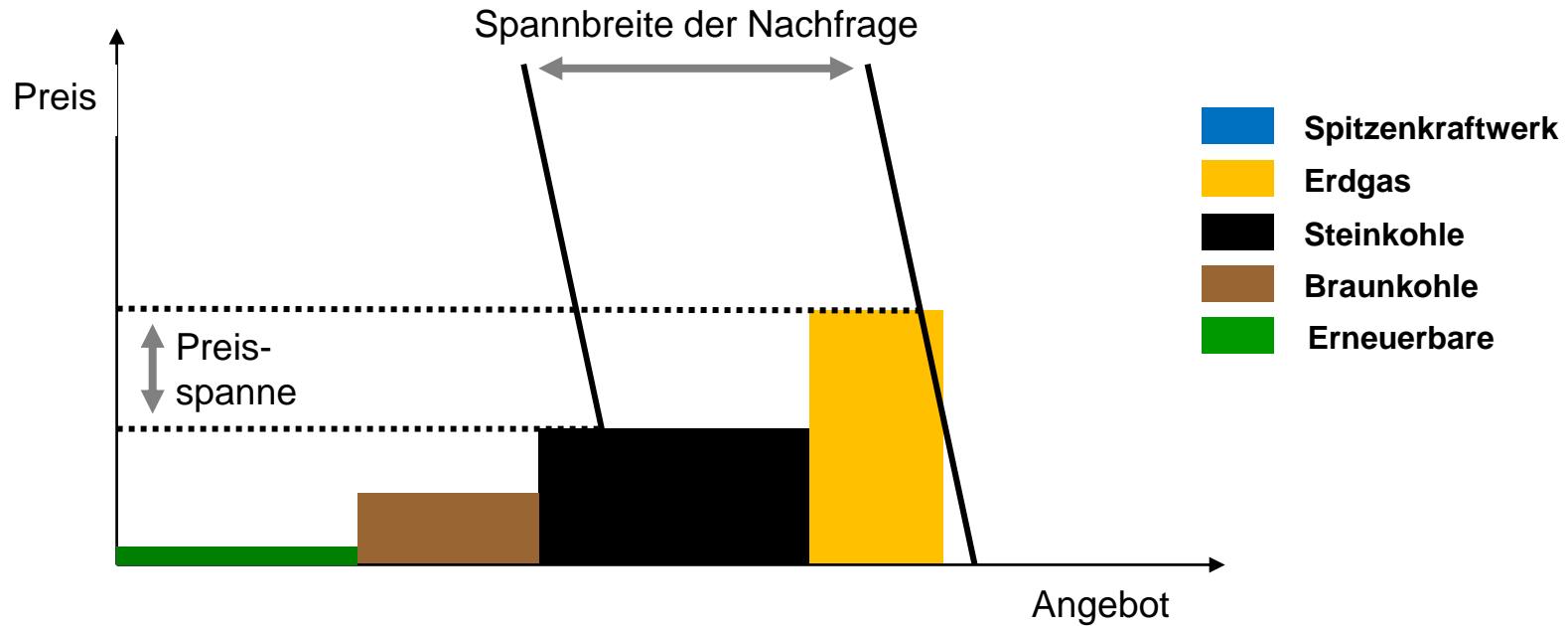
Systemintegration der Erneuerbaren Energien



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

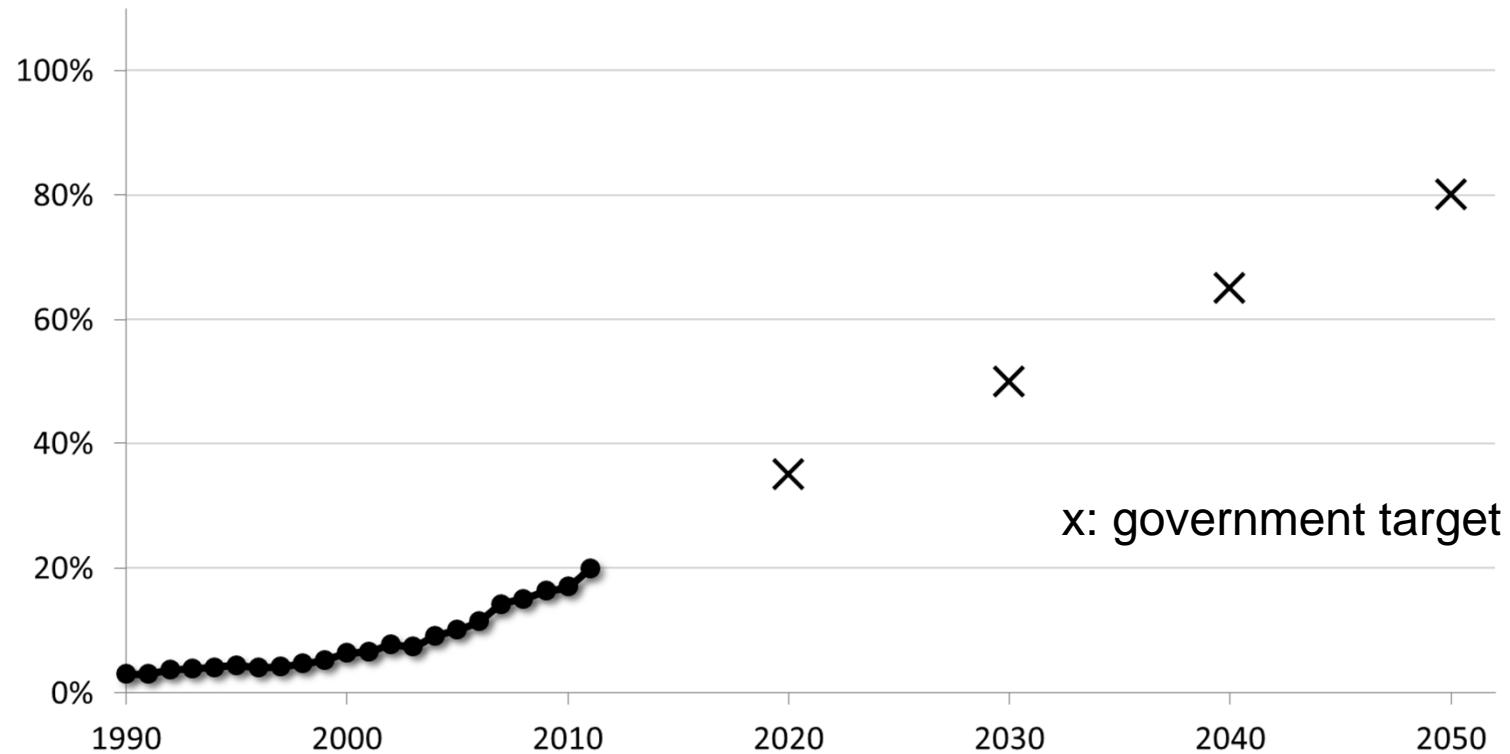
Systemintegration der Erneuerbaren Energien



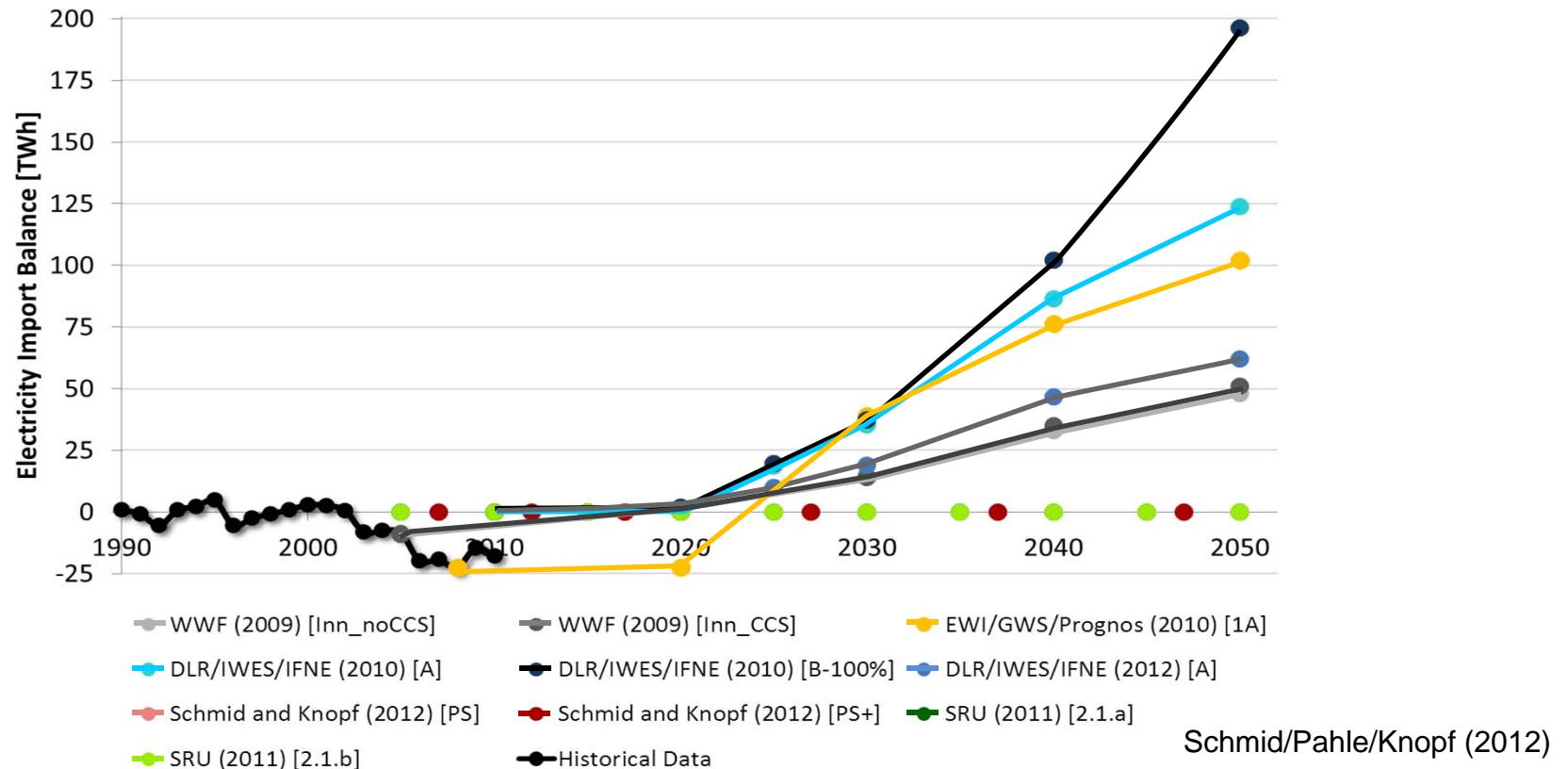
Fluktuationen sind bedeutend bei hohem Anteil der Erneuerbaren

- “Linksverschiebung” des konventionellen Angebotes, wenn das Angebot der Erneuerbaren niedrig ist
- nicht genügend Angebot, wenn gleichzeitig die Nachfrage hoch ist
- Verlässlichkeit / Versorgungssicherheit ist gefährdet

Die Energiewende in Deutschland: Steigender Anteil der Erneuerbaren bei der Stromerzeugung



Stromimporte



- Erhöhung der EU-Importe erfordert Ausbau der Interkonnektoren und wahrscheinlich ein gemeinsames Förderschema für Erneuerbare Energien
- Importe müssen mit den Nachbarländern koordiniert werden

EEG: Probleme und Lösungsansätze

- **Aktuelle Probleme**
 - steigende EEG-Umlage ist kein Zeichen für Versagen des EEG!
 - Herausforderung: Förderung am „Markt vorbei“, EEG-Einspeisevergütung ist wahrscheinlich nicht kosteneffizient, das Ausbauziel für die EE könnte mit geringeren Kosten erreicht werden
 - Einspeisevorrang systemisch gesehen (inkl. Netz) suboptimal
 - Solarenergie: Markt für Anlagen zu dynamisch, „Windhundrennen“ auf Restkapazitäten
 - Windenergie: Standortwahl nach Referenzertrags-Ansatz bedarf der Diskussion, nicht effizient!
- **Kurzfristige Lösungsansätze**
 - adaptive Fördersätze
 - Auslauf der Förderung für Solarenergie bei Erreichung von 52 GW
 - Modifikation des Einspeisevorrangs und der Netzanschlußpflicht

Kriterien für ein nachhaltiges Fördersystem

1. Festlegung eines Mengenziels für Erneuerbare:

- technologiespezifisch: breites Portfolio wird angestrebt
- technologieunspezifisch: „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:

- Haben die EE-Technologien Marktreife erlangt oder benötigen sie weiterhin einen abgeschotteten Nischenmarkt?
- Wie ist der nationale Ausbau in einen EU-weiten Ausbau einzubinden?

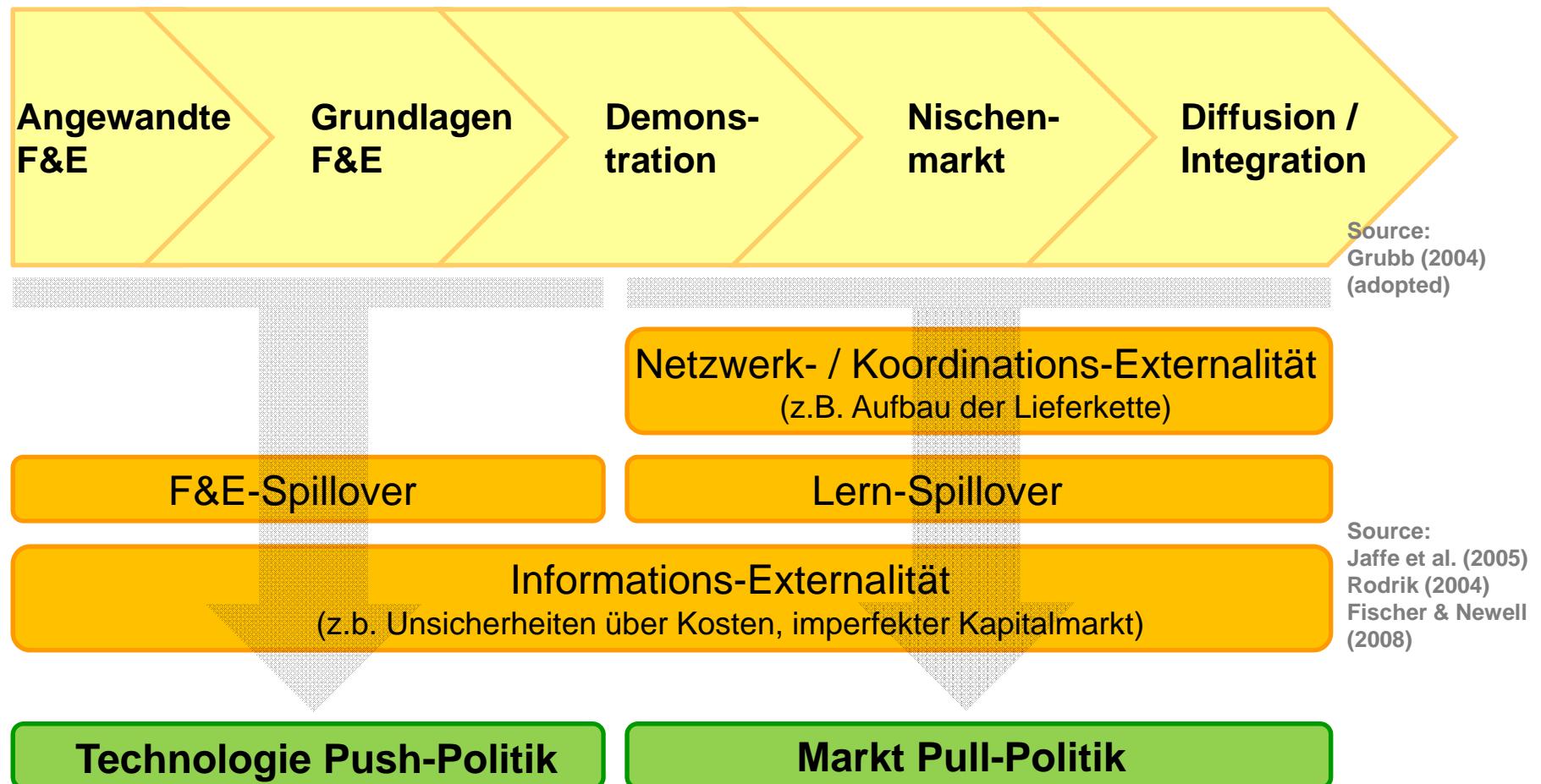
Lösungsansätze für ein Fördersystem

„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**: *Prämie für Grünstromeinspeisung*

Diese Instrumente müssen mit den Kriterien für Förderinstrumente bewertet werden.

Externalitäten und Politikinstrumente entlang der Innovationskette



- Externalitäten: Empirische Evidenz und Relevanz?
- Implikationen für EE-Förderschemata (EEG, Quoten, Auktionierung)?

Lösungsvorschläge für ein mögliches Kapazitätsproblem

- **Nachfragesteuerung**
→ Nachfrage sollte preiselastischer werden, u.a. durch Smart Grid
- **Europäische Marktintegration nutzen**
→ Energieautarkie ist kein sinnvolles Konzept
- **Kapazitätsmechanismus**
 - **Festlegung des Bedarfs**
→ hängt entscheidend vom Ausbaupfad der EE ab, mit Engpässen wird zwischen 2018 und 2020 gerechnet; die Prognosen schwanken zwischen 8 und 55 GW (Zahlen des Bundeskartellamtes, FAZ vom 20. Juli 2012)
 - **Option A: Strategische Reserve**
→ Vorhaltung von Kraftwerken als „Reserve“ für Spitzenlastzeiten
→ Einsatz der Kraftwerke bei festgelegter Preisgrenze
 - **Option B: Versorgungssicherheitsverträge / Kapazitätsmarkt**
→ Kapazitätsprämie über Auktionierung für alle Anlagen
→ damit verbundene Verpflichtung zur „Kappung“ der Spitzenpreise durch finanziellen Ausgleich (Call-Option)

Neue Herausforderung für die Klima- und Energiepolitik

Reform des
Emissionshandels



Förderung der
Erneuerbaren



Integrationsoptionen
für Erneuerbare