

# Klimawandel Quo Vadis? Aktueller Wissensstand zwischen IPCC 2007 und 2014

WEGC Jubiläums-Festakt  
Graz, 27.6.2011

***Prof. Dr. Hermann Held***

*Leitung Forschungsstelle  
'Nachhaltige Umweltentwicklung'  
Universität Hamburg – KlimaCampus Hamburg*



*Email: [hermann.held@zmaw.de](mailto:hermann.held@zmaw.de)*

# Klimawandel Quo Vadis? Aktueller Wissensstand zwischen IPCC 2007 und 2014

WEGC Jubiläums-Festakt  
Graz, 27.6.2011

***Prof. Dr. Hermann Held***

*auch Gast am*

*Potsdam Institut für Klimafolgenforschung  
(PIK)*



POTSDAM INSTITUTE FOR  
CLIMATE IMPACT RESEARCH

*Email: [hermann.held@pik-potsdam.de](mailto:hermann.held@pik-potsdam.de)*

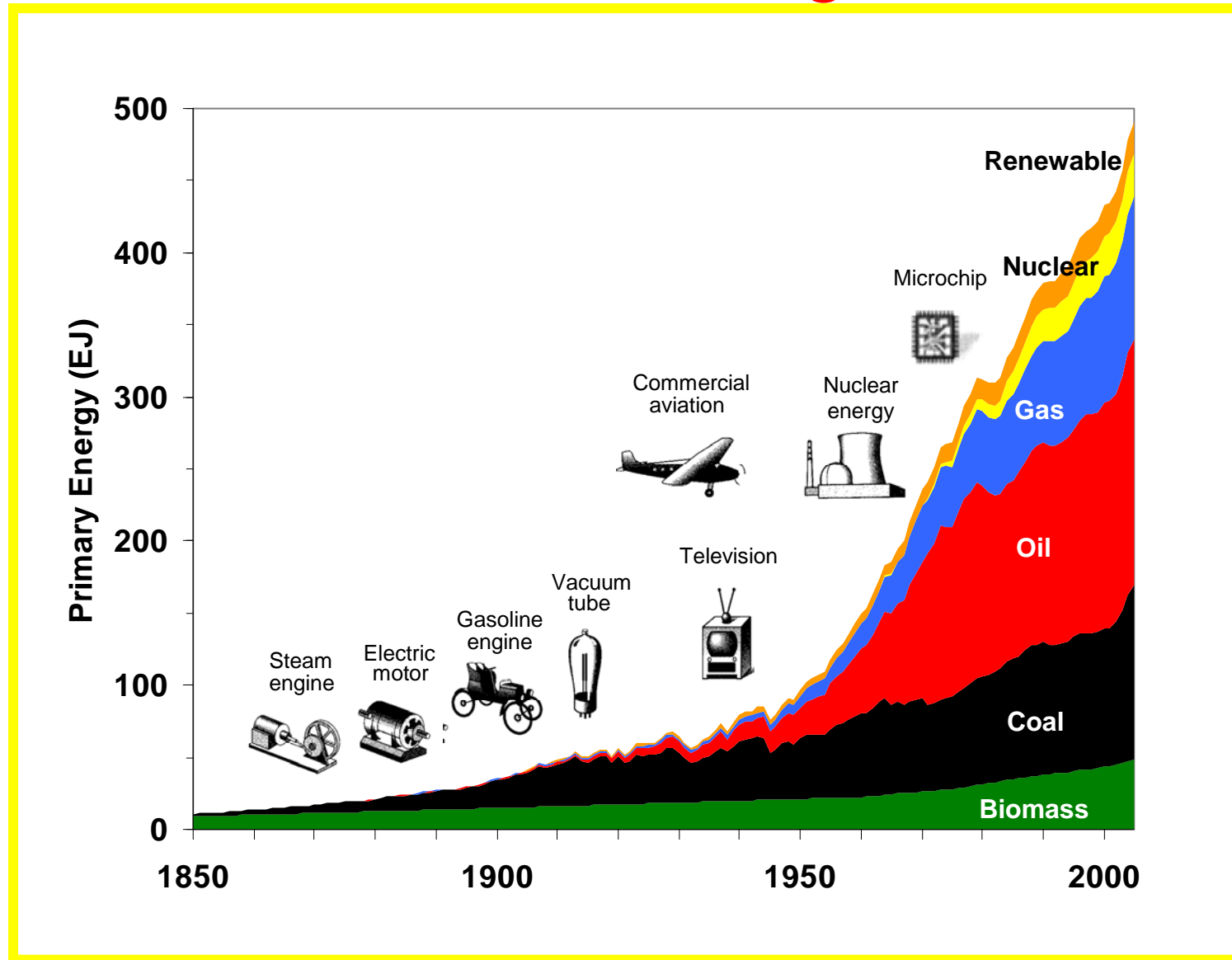
# **Gliederung entlang IPCC**

- **Ursachen die Klimawandels**
- **Folgen des Klimawandels**
- **Möglichkeiten zur Begrenzung des Klimawandels**

# Themenschwerpunkte

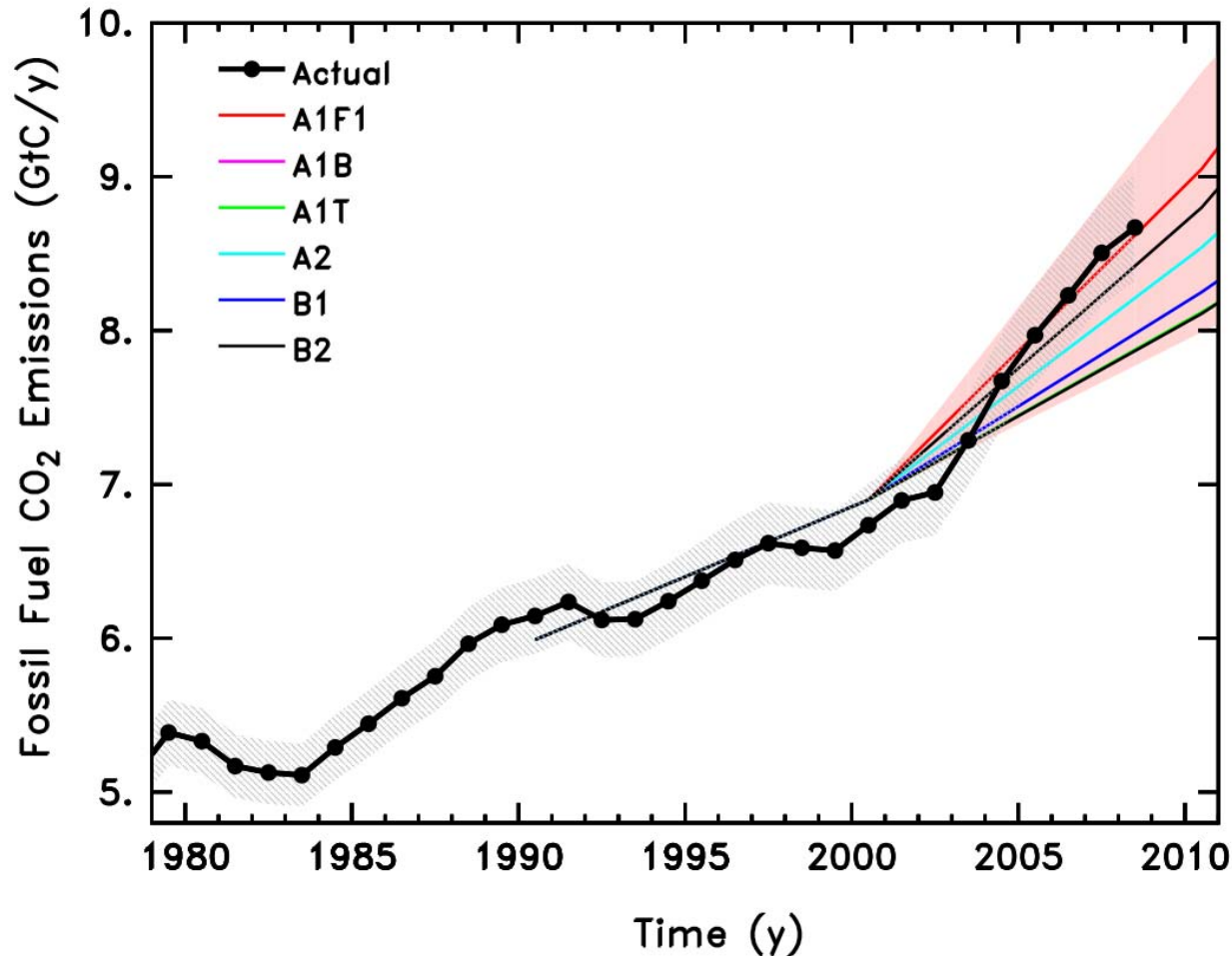
- **Klimaschutzziele  $\Rightarrow$  Erlaubte Emissionen?**
- **Sturmereignis-Projektionen**
- **Kippelemente im Klimasystem**
- **Meeresspiegelprojektionen**
- **Implizierte Kosten von Klimaschutzzielen**
- **Potentiale der Erneuerbaren Energiequellen**
- ***Klimapolitik & die neue virtuelle Klimaabteilung des Europäischen Instituts für Innovation & Technologie***

# Wohlstand & Welt-Energieverbrauch



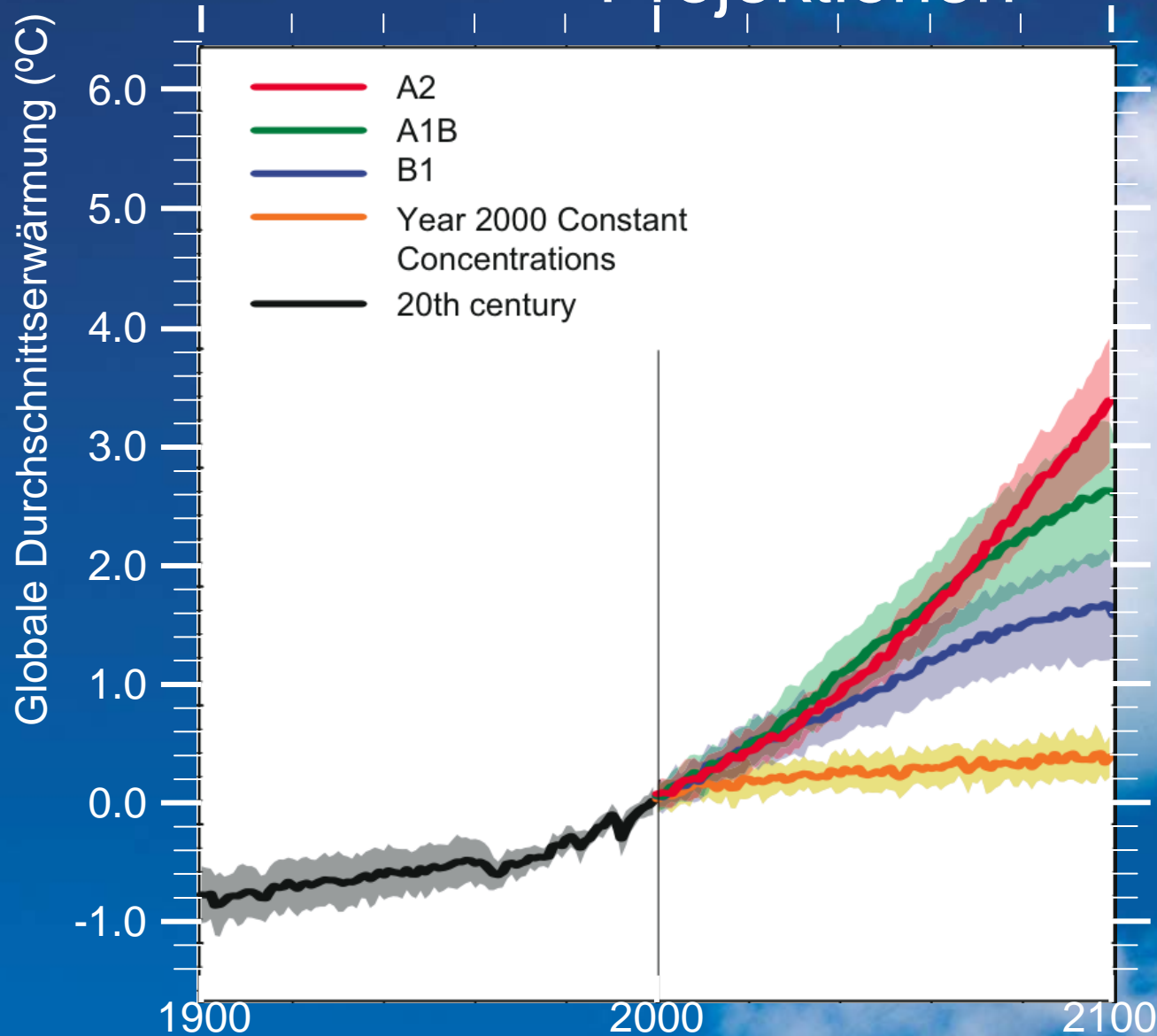
(Nakicenovic 2009)

# Die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen übersteigen derzeit das emissionsstärkste der SRES-Marker-Szenarien



Kopenhagen-Diagnose: Figure 1: Globale CO<sub>2</sub>-Emissionen von fossilen Brennstoffen

# Künftige Temperaturverläufe je nach Klimapolitik 'Projektionen'



# Wetter-Extremereignisse 2007



Überschwemmungen in England



Waldbrände in Südeuropa



Überschwemmungen in Südost-Asien



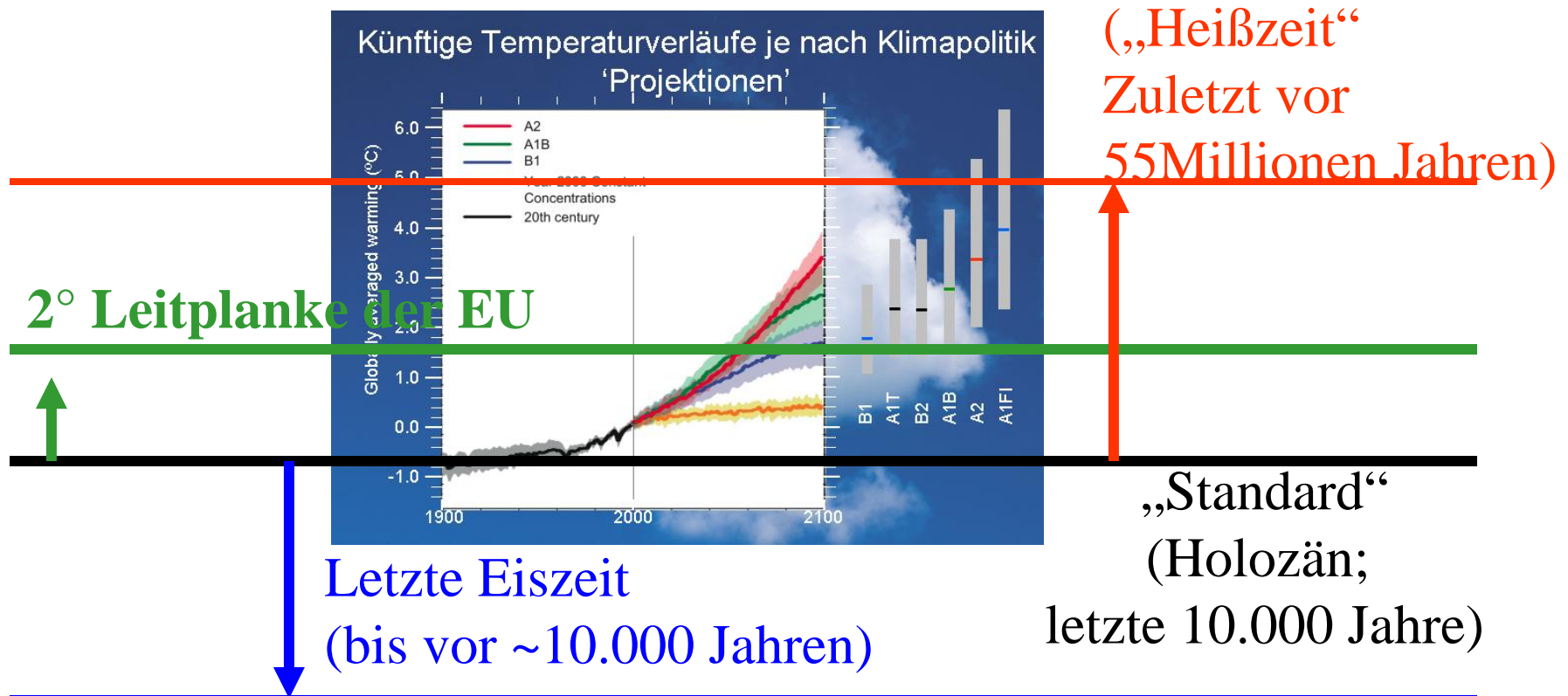
Orkan Kyrill



Taifun Sepan



# Historische Dimension der Temperaturänderungen



## Erweiterung SRES→RCP-Szenarien (stärker auf Klimapolitik abgestimmt)

Assessment mit Hilfe voll gekoppelter  
Kohlenstoffkreislauf-Klima-Modelle

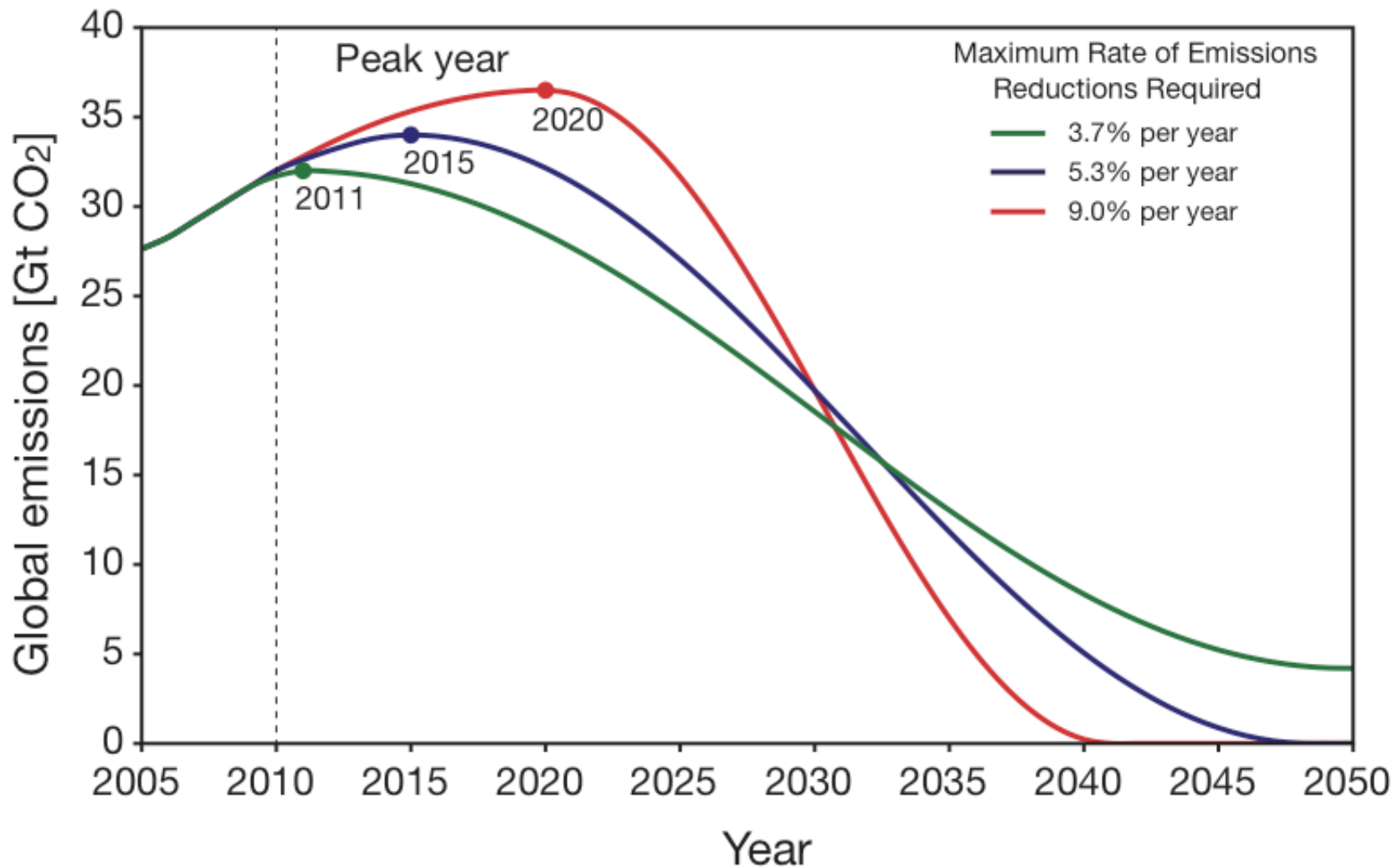
- Vergleichbare Resultate in Roeckner et al., 2010
- Die Rückwirkung der Erwärmung auf den Kohlenstoffkreislauf senkt die Menge der erlaubten Emissionen um 1GtC/Jahr /°C .

# Gibt es einen einfachen Zusammenhang Emission→Maximale Erwärmung ?

Der Budget-Ansatz:

- Im wesentlichen lässt sich die Emissions-Information auf die **zeitkumulierten Emissionen reduzieren**, um daraus die künftige **Maximaltemperatur** zu prognostizieren.
- Meinshausen et al., 2009: 2000-2049 dürfen **1000GtCO<sub>2</sub>** emittiert werden, um das 2°-Ziel zu erreichen.

## Emissionspfade mit einer 75%igen Chance, die globale Erwärmung auf 2°C zu begrenzen



Kopenhagen-Diagnose Abb.22

- Bei instantan gleichen Pro-Kopf-Emissions-Rechten hätte danach die EU ihr Budget bereits in ca. **10 Jahren** aufgezehrt.

# Bisherige Schäden durch anthropogenen Klimawandel?

Meta-Studie Bower, 2011:

- 22 Studien (Sturm, Feuer, Hagel, Überschwemmungen)
- Zunahme der monetären Schäden
- Nach Bereinigung um demographische Entwicklung & capital at risk:  
*kein signifikanter Trend in den Verlusten*
- Könnte auch an erfolgter Anpassung liegen.

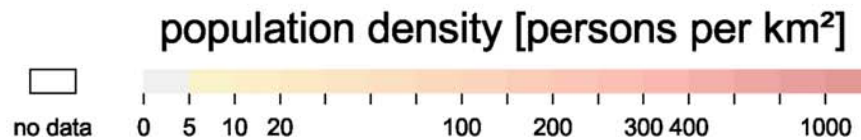
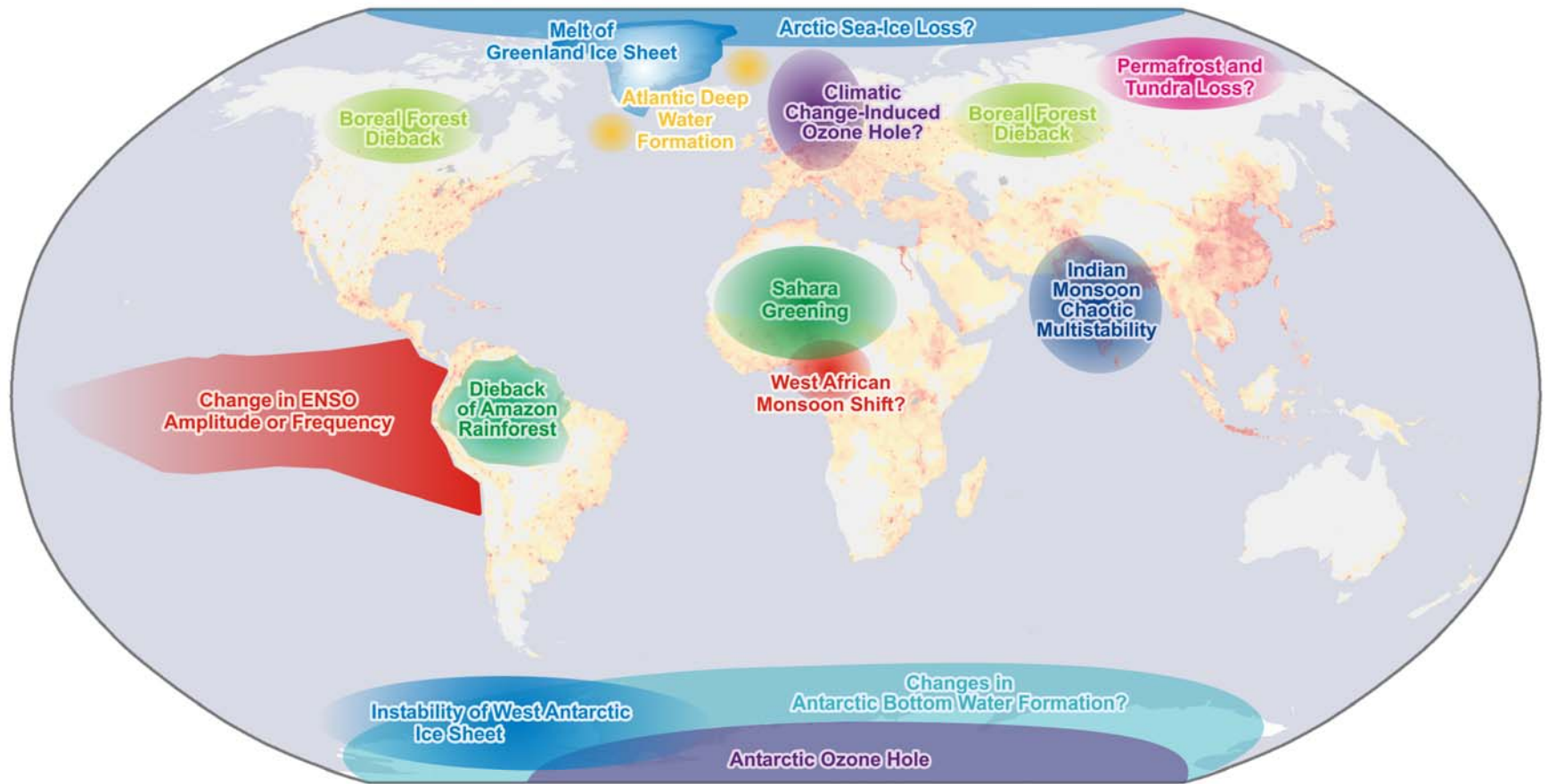
# Künftige Schäden durch Klimawandel?

## Sturmschäden

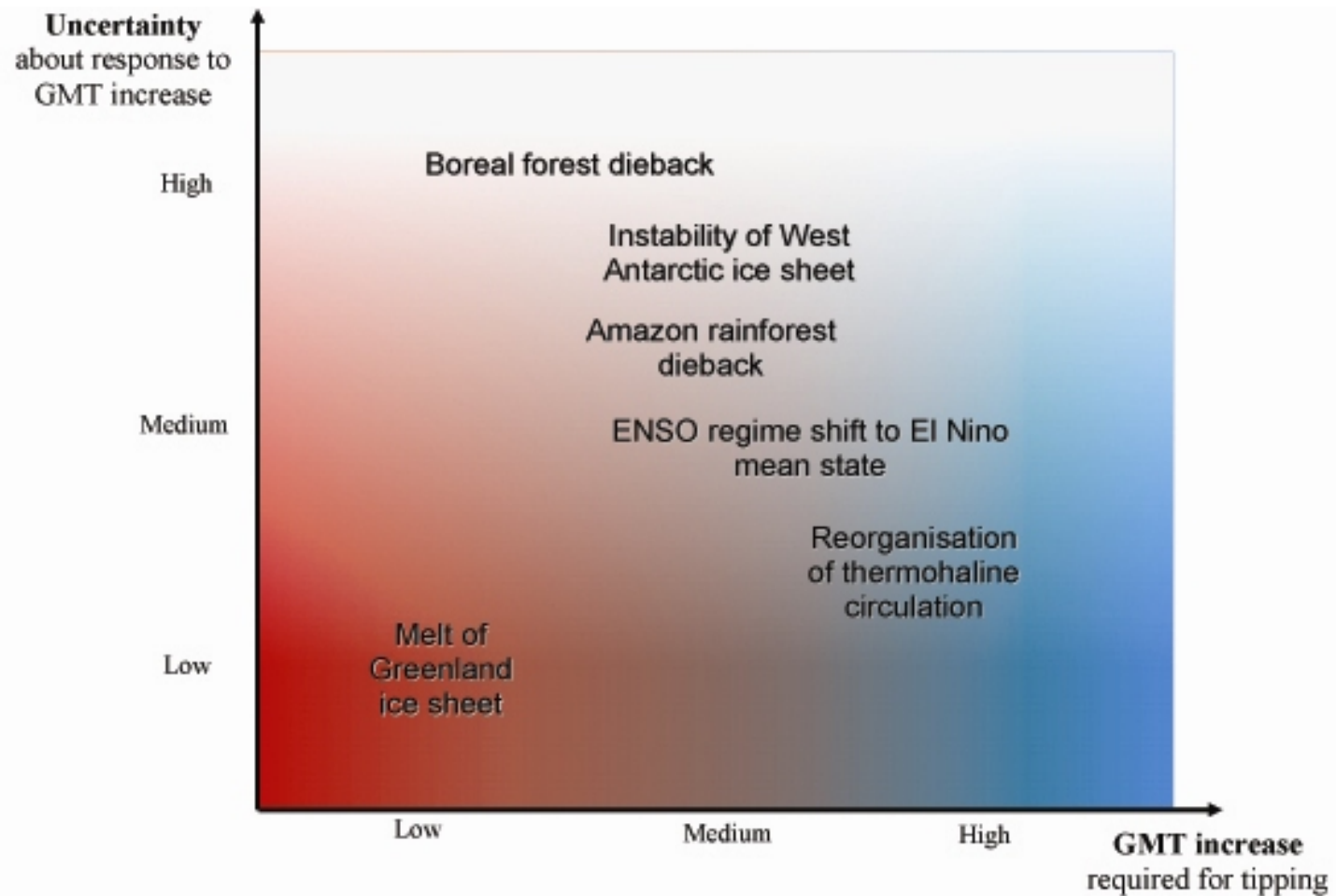
(2/3 der versicherten Schäden in Deutschland)

- A2-Szenario (Schwierz et al., 2010):
  - EU-weit +44% in 110 Jahren
  - Deutschlandweit: +114%
- A1B-Szenario (etwas emissionsärmer):
  - Deutschlandweit ~+25% in 100 Jahren (Donat et al., 2010; multi-GCM/RCM-Ansatz)
    - Für die iberische Halbinsel: Abnahme der Sturmschäden.
  - Deutschlandweit: GDV-Studie :
    - +~50%, basierend auf ECHAM5 & räumlich disaggr. Schadensdaten (Held et al., in Vorbereitung) & 3-Methodenansatz

# Übersicht zu möglichen Kippelementen



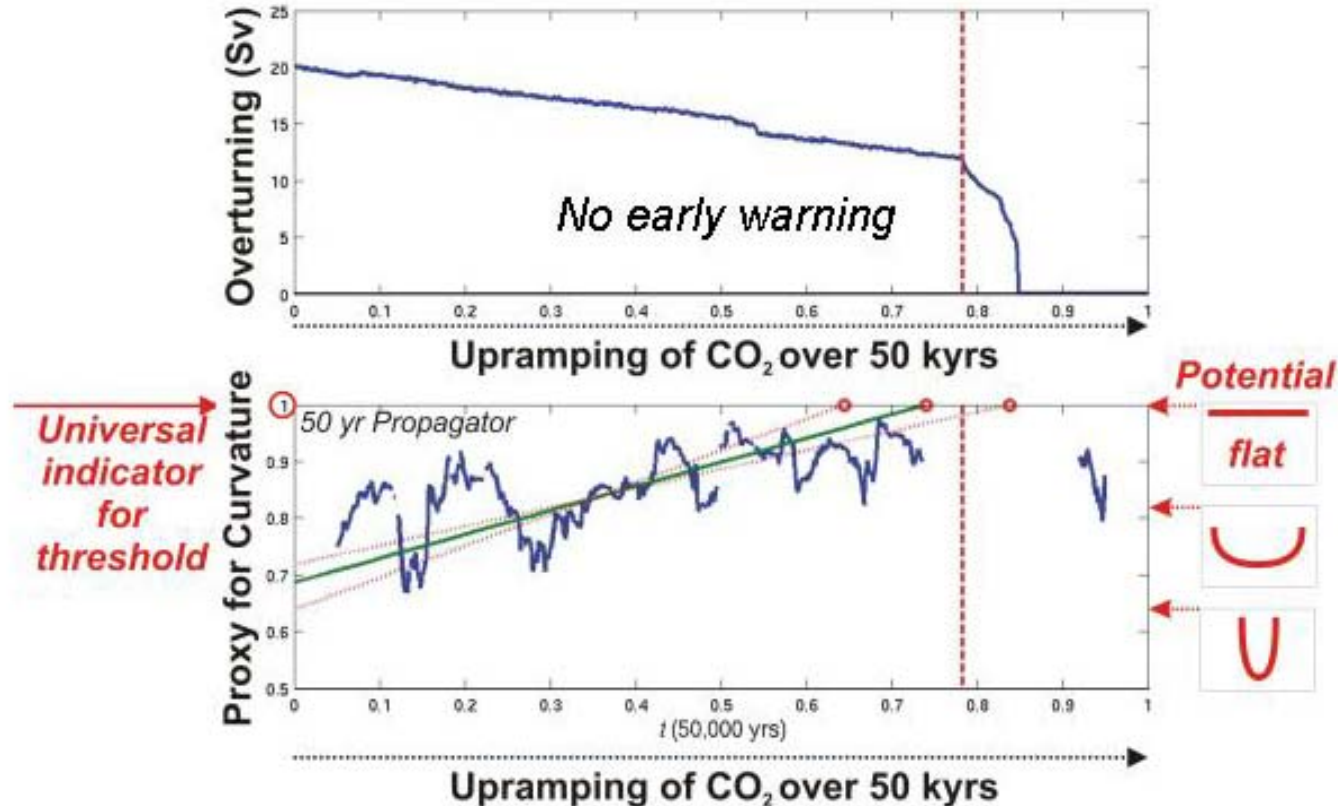
(Lenton, Held, Kriegler, Hall, Lucht, Rahmstorf, Schellnhuber, PNAS 2008)  
Neu-Evaluierung einer Teilmenge durch Levermann et al., 2011



*Kriegler, Hall, Dawson, Held, Schellnhuber 2009*

# Frühwarnsysteme für abrupte Übergänge?

## Originalsignal



*Rekonstruierte Flachheit des stabilisierenden Potentials*

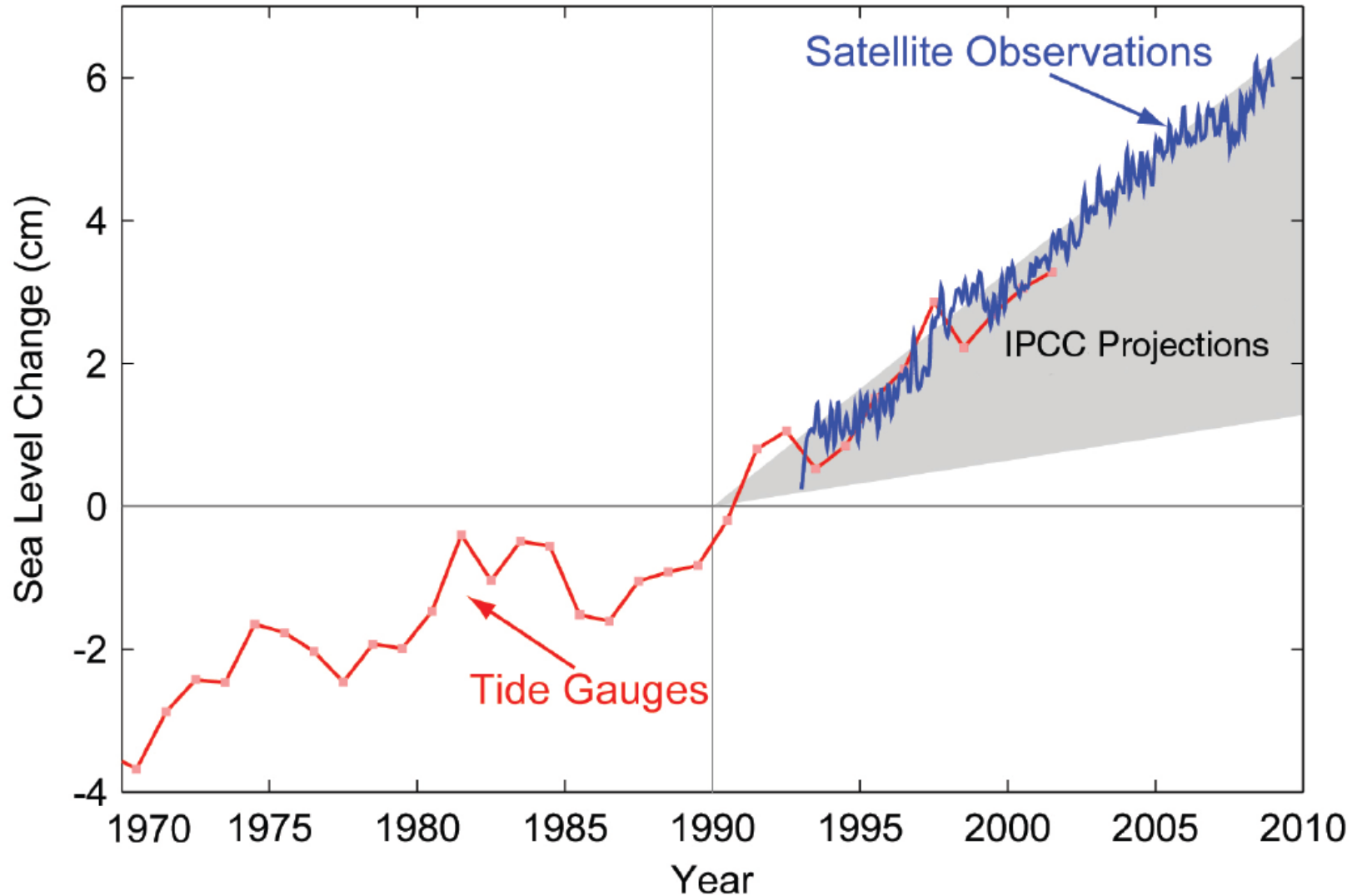
*(Held & Kleinen, GRL, 2004)*

# Gezeigt für Paläo- Rekonstruktionsdaten

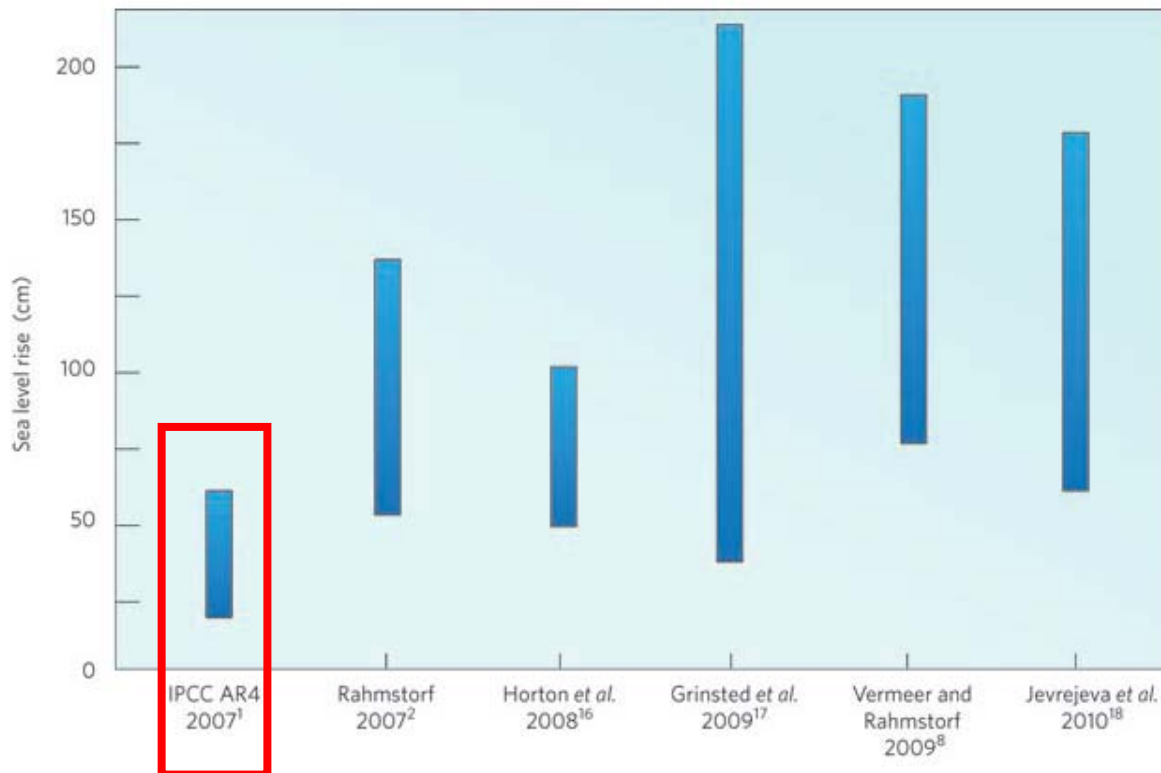
*Dakos, Scheffer, Van Nes,  
Brovkin, Petoukhov,  
Held, PNAS 2008*

*Scheffer, Bascompte, Brock,  
Brovkin, Carpenter, Dakos,  
Held, van Nes, Rietkerk  
& Sugihara, Nature, 2009*

# Meeresspiegel-Anstieg beinahe schneller als erwartet



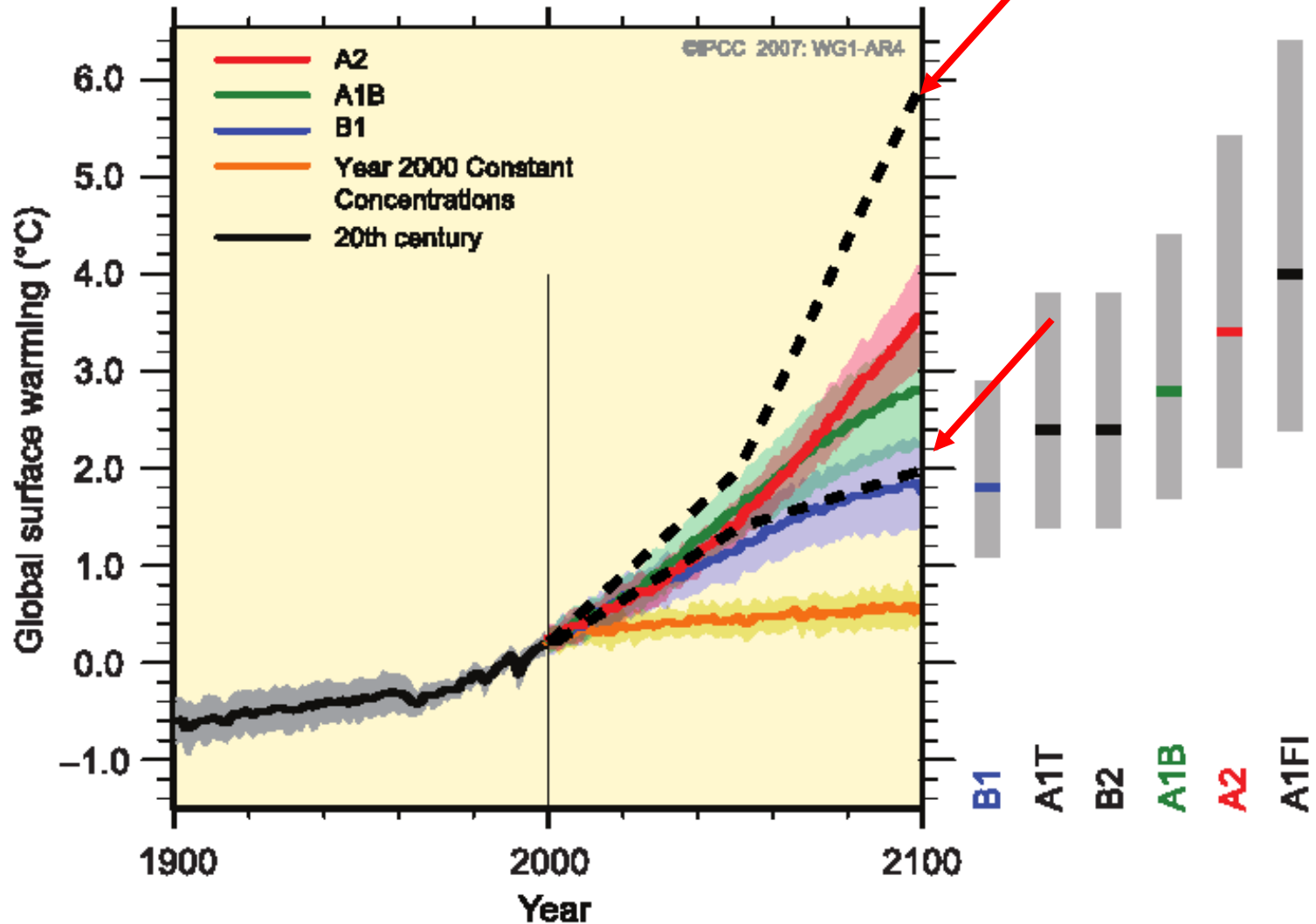
# Rahmstorf, Nature Reports (2010): Vergleich diverser semi-empirischer Modelle mit dem letzten IPCC-Bericht



**Figure 1** Range of rises. Estimates for twenty-first century sea level rise from semi-empirical models<sup>2,8,16-18</sup> as compared to the IPCC Fourth Assessment Report (AR4)<sup>1</sup>. For exact definitions of the time periods and emissions scenarios considered, see the original references.

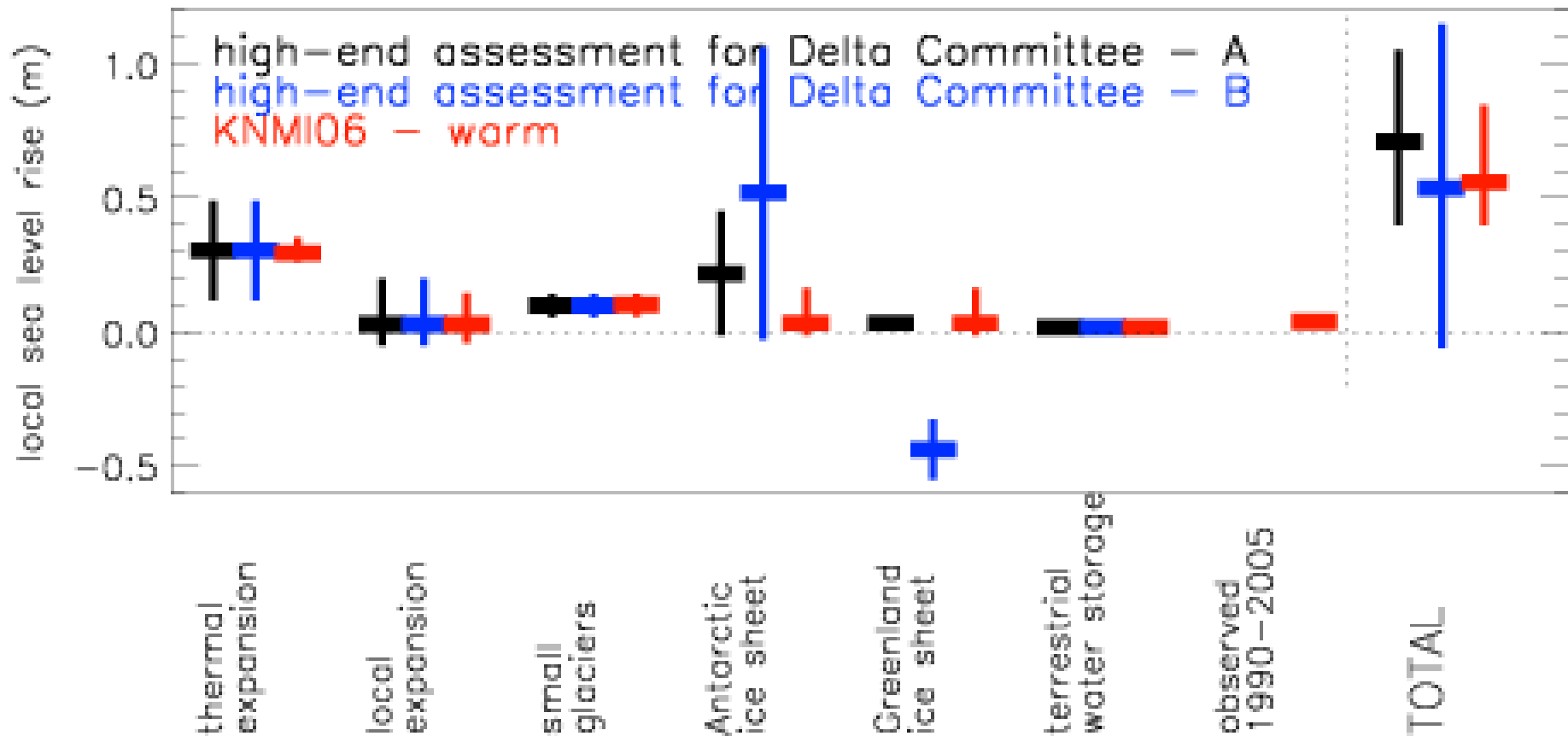
# Delta-Studie der NL Regierung

2°-6°-Temperatur-Szenario & offener gegenüber diskutierten Abschmelzmechanismen als IPCC

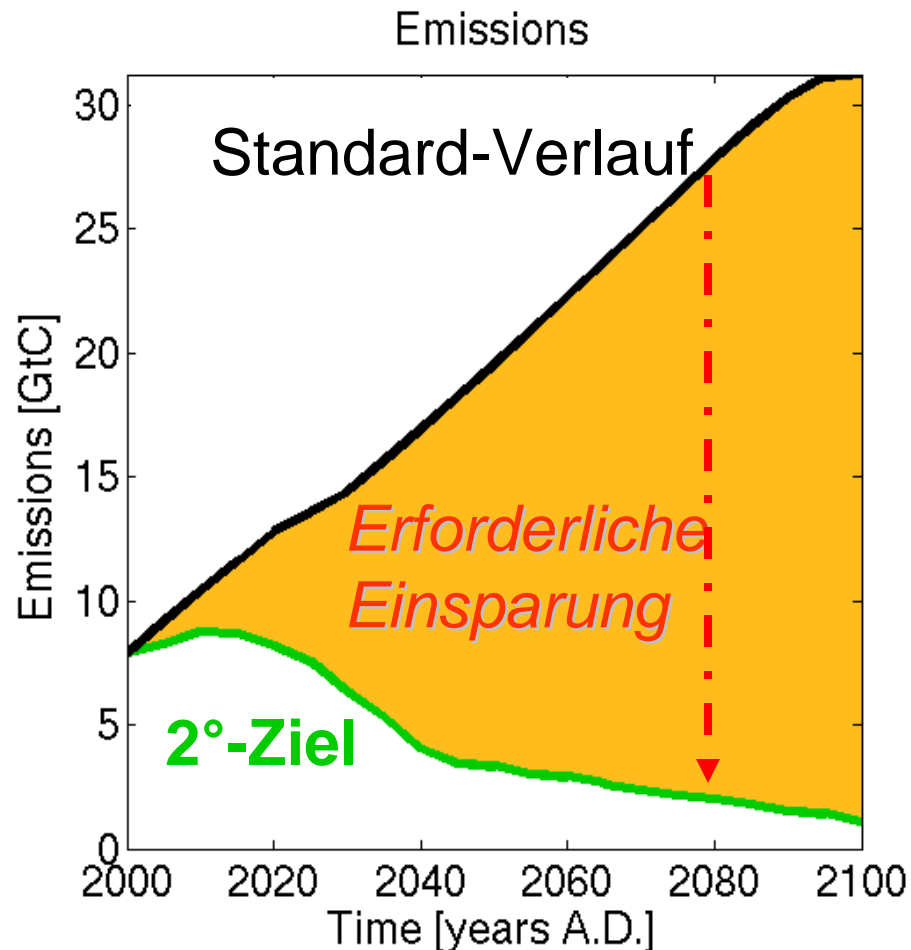


# Delta-Studie der NL Regierung

## Meeresspiegelanstieg – NL Küste



# CO<sub>2</sub>-Ausstoß mit und ohne 2°C-Ziel



*Einflussreiche  
Klima-  
Ökonomen:*

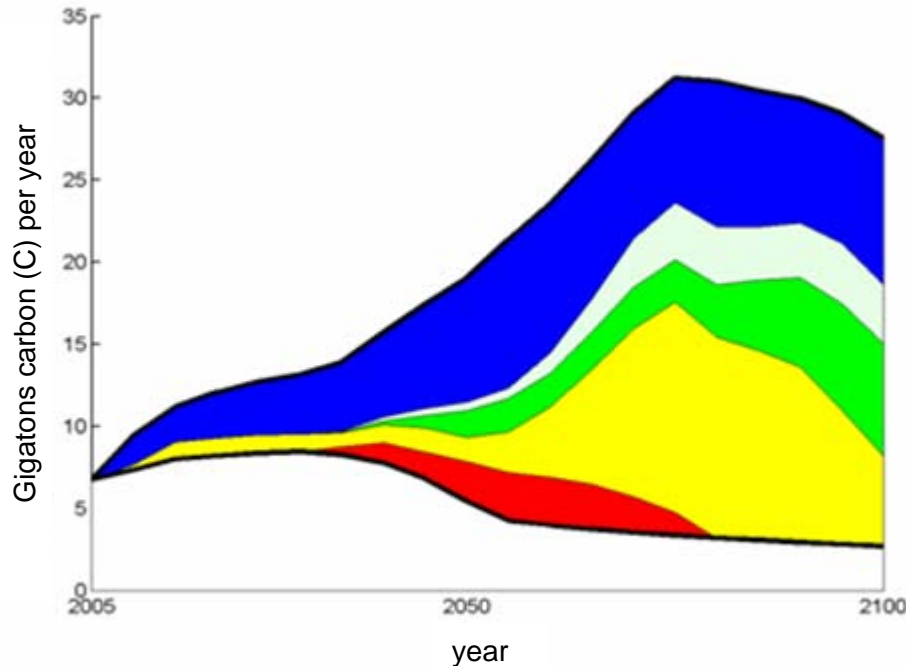
„Emissions-  
Einsparung  
erst Mitte des  
Jahrhunderts!“

## Ökonomenstreit: Wie sollten 'optimale Emissionspfade' errechnet werden?

<p><i>Klima- ökonomische Methode</i></p>	<p><b>Kosten-Nutzen- Analyse (z.B. Nordhaus)</b></p>	<p><b>Hybrid (Kosten- Risiko-Analyse; Schmidt et al., 2010)</b></p>	<p><b>Kosten- Effektivitäts- Analyse (z.B. Edenhofer)</b></p>
<p><i>Prinzip</i></p>	<p>Verrechnung heutiger Kosten der Umstellung des Energiesystems mit künftigen vermiedenen Schäden</p>	<p>Verrechnung heutiger Kosten der Umstellung des Energiesystems mit Wahrscheinlichkeit der Nichterreichung des Klimaziels</p>	<p>Kosten des politischen Klimaziels</p>
<p><i>Konzeptionelle Schwierigkeiten</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monetäre Schäden schwer anzugeben</li> <li>• Wie ist Zukunft abzuwerten?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie ist Zukunft abzuwerten?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernen unter Unsicherheit nicht handhabbar</li> </ul>

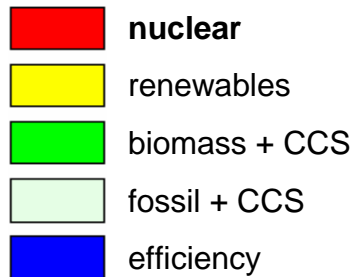
# 450ppm - Auffüllen der Vermeidungslücke

*Ein Mix  
aller  
Optionen  
macht  
rein  
volkswirt-  
schaftlich  
Sinn.*



*From  
REMIND-G  
(0D-Model)*

Energy-induced emissions

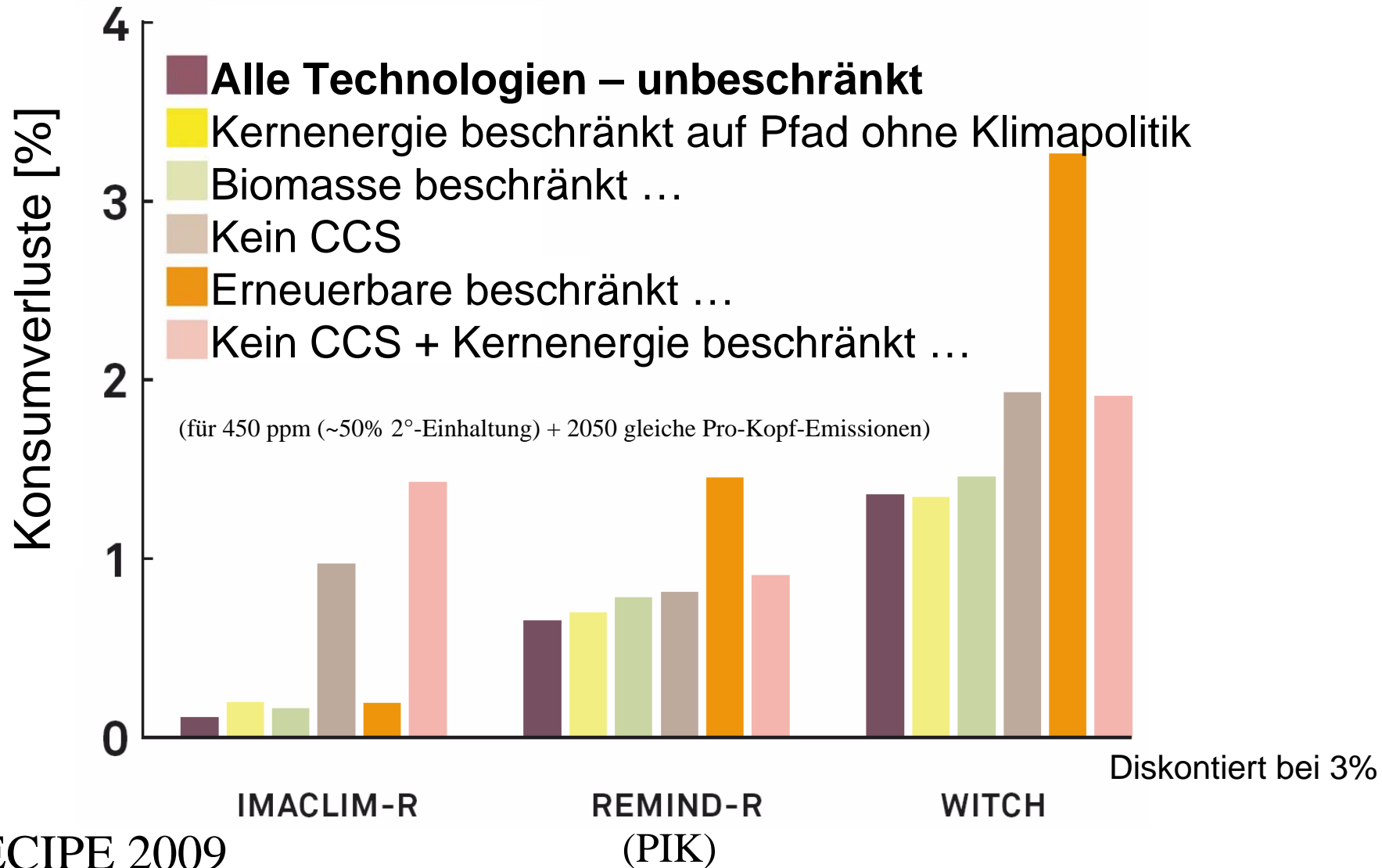


Bruckner, Edenhofer,  
Held et al., 2009

Coal/Oil/Nat.Gas cheap, pure time preference rate 1%

# 'Geringe Kosten' des Klimaziels 450ppm

## 3 Energie-Ökonomie-Modelle im Vergleich – Weltperspektive

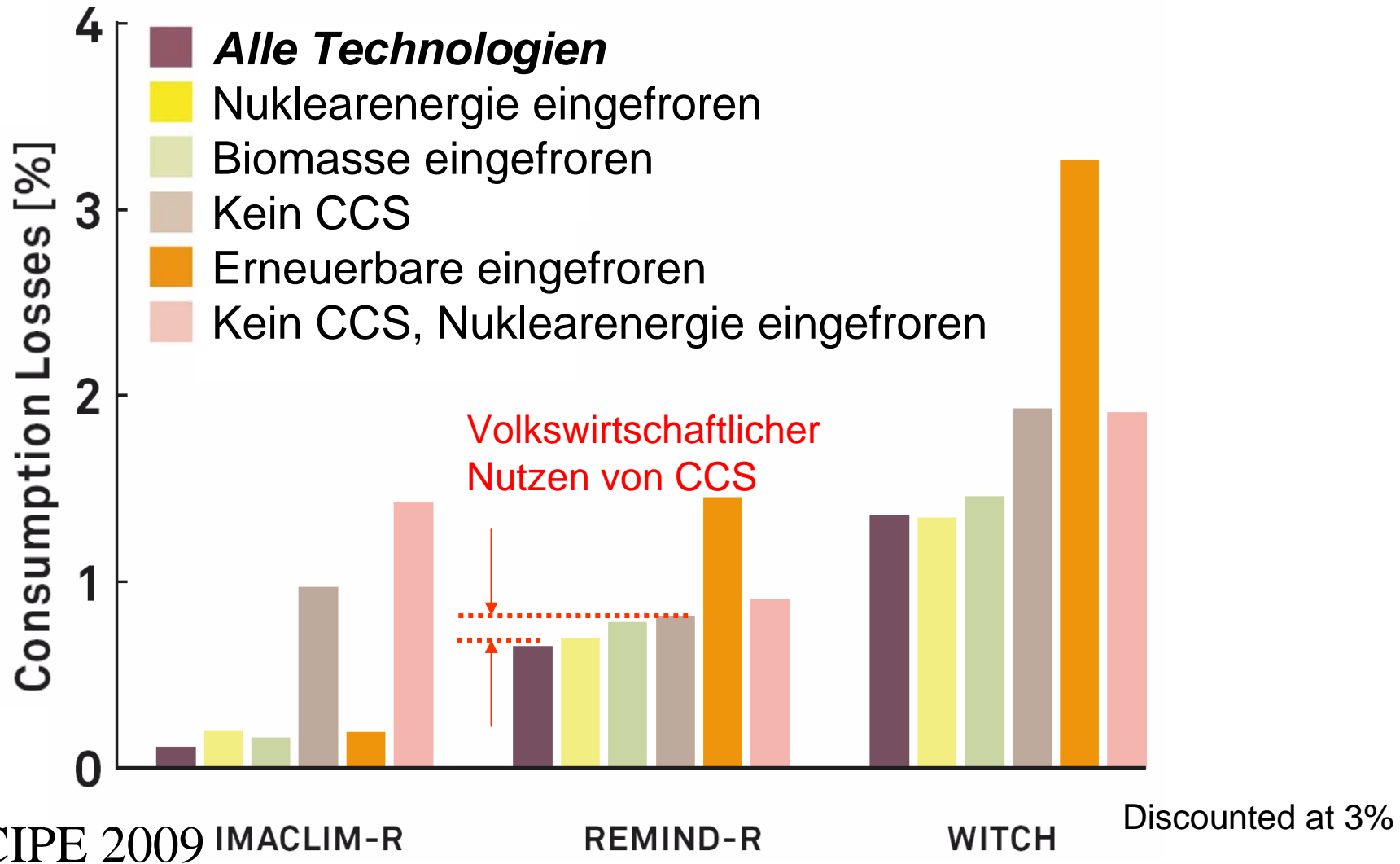


Diese eher geringen Kosten werden realisiert, ua wenn die jährlichen Investitionen in die Erneuerbaren von

- 0.1...0.2% BSP gesteigert werden auf
- 0.5...1% BSP.

# Vermeidungskosten & Mehrwert einzelner Technologien

(für 450 ppm (~50% 2°-Einhaltung) + 2050 gleiche Pro-Kopf-Emissionen)

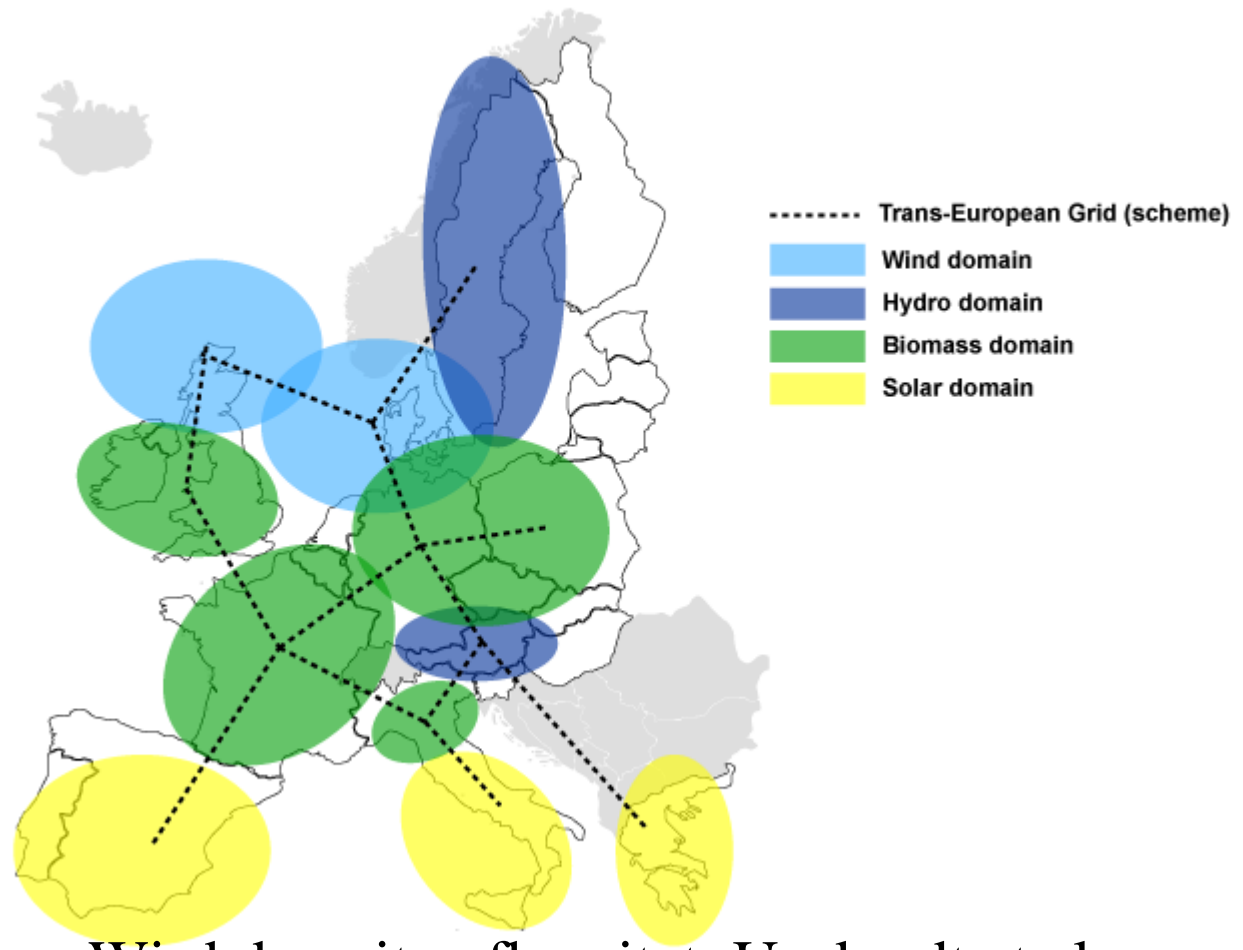


⇒ Verzicht/Einfrieren am leichtesten  
auf/von..

1. Kernenergie,
2. CCS,
3. Erneuerbare

# Hierbei stillschweigende Annahme „Kupferplatte Europa“ – eine künftige Modellregion?

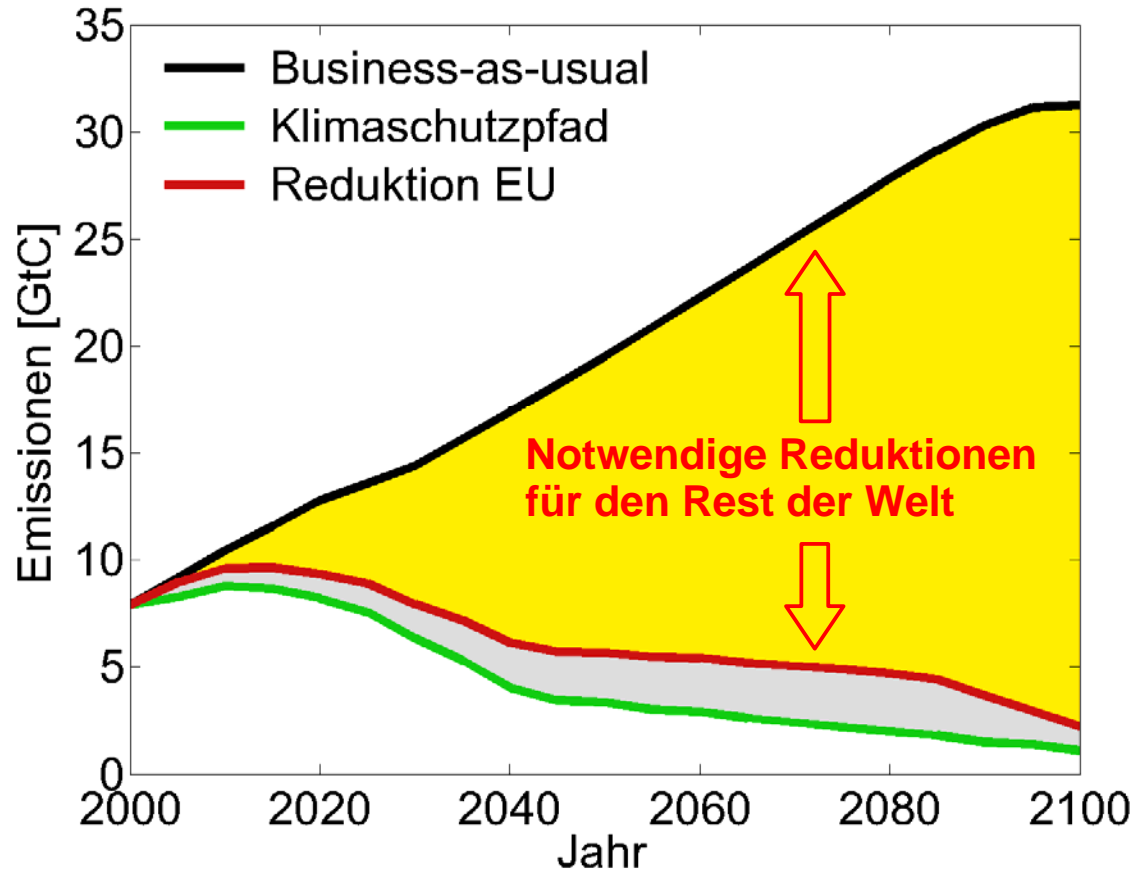
- Potentiale verschiedener erneuerbarer Energien werden in ein **Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Netz** integriert.
- **Ausgleichseffekte** bei der variablen Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen werden realisiert.
- Wasserkraft sowie Biomasse mit ihrer Speicherfähigkeit werden für **großräumige Backup**-Aufgaben erschlossen.



Wird derzeit aufbereitet: Ueckerdt et al.

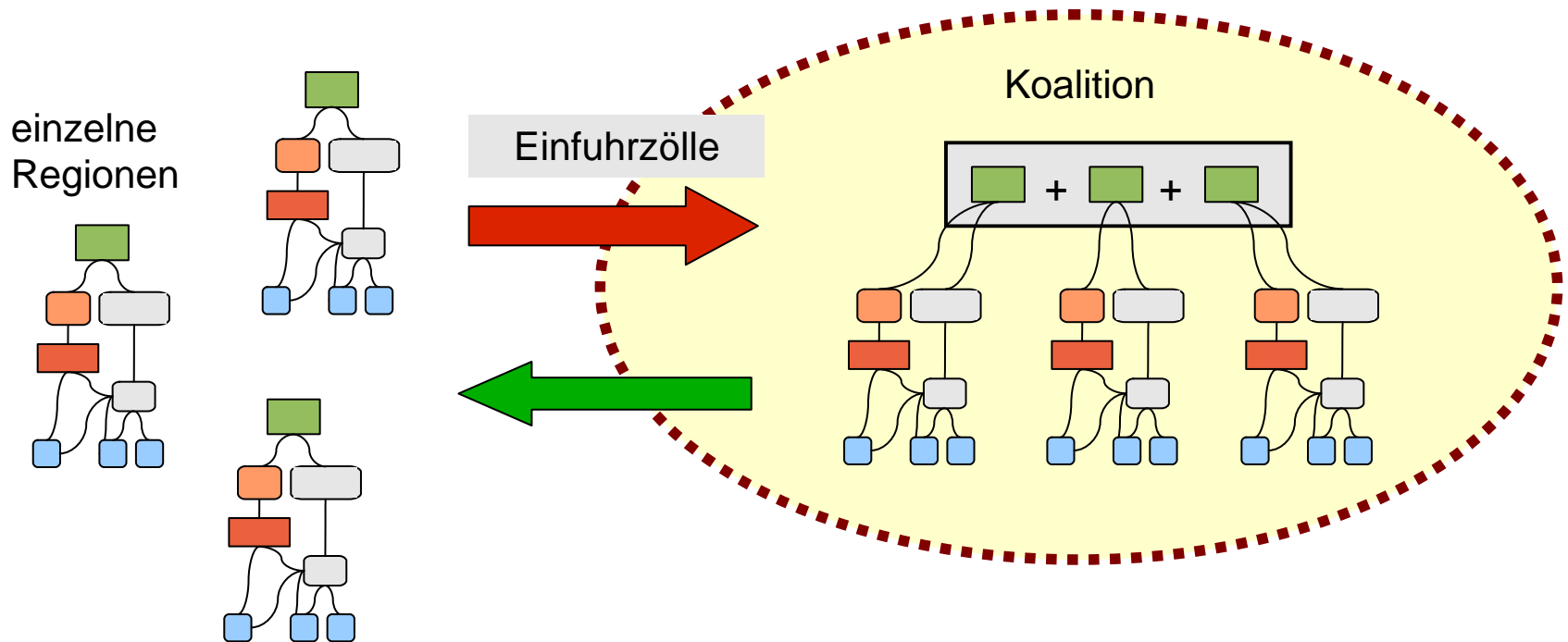
# Emissions-Vermeidung:

Der europäische Beitrag ist bescheiden, aber...



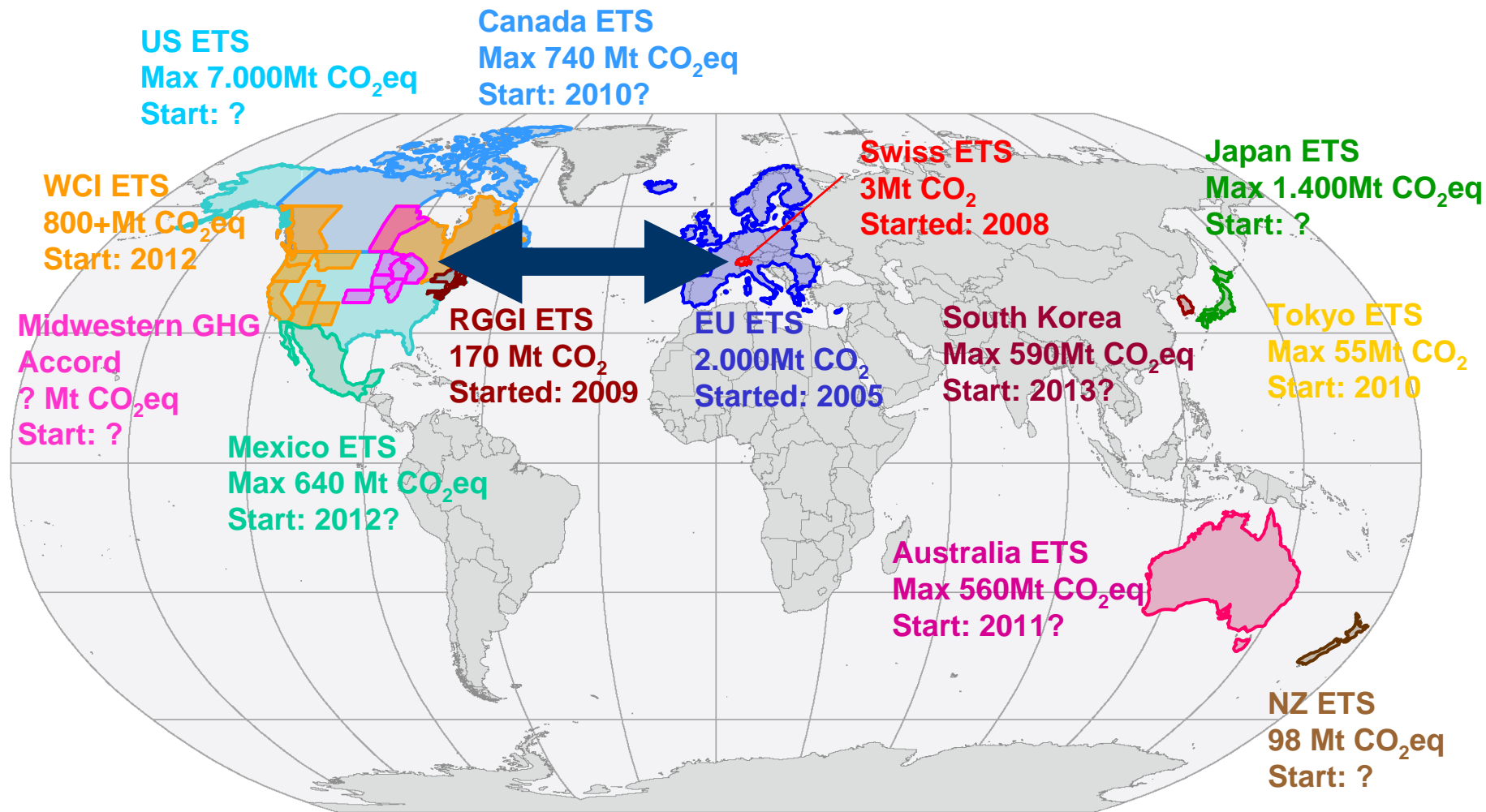
Lüken et al.

# Koalitionen und Klimaschutz: Möglicher Prozess parallel zu globalen Verhandlungen

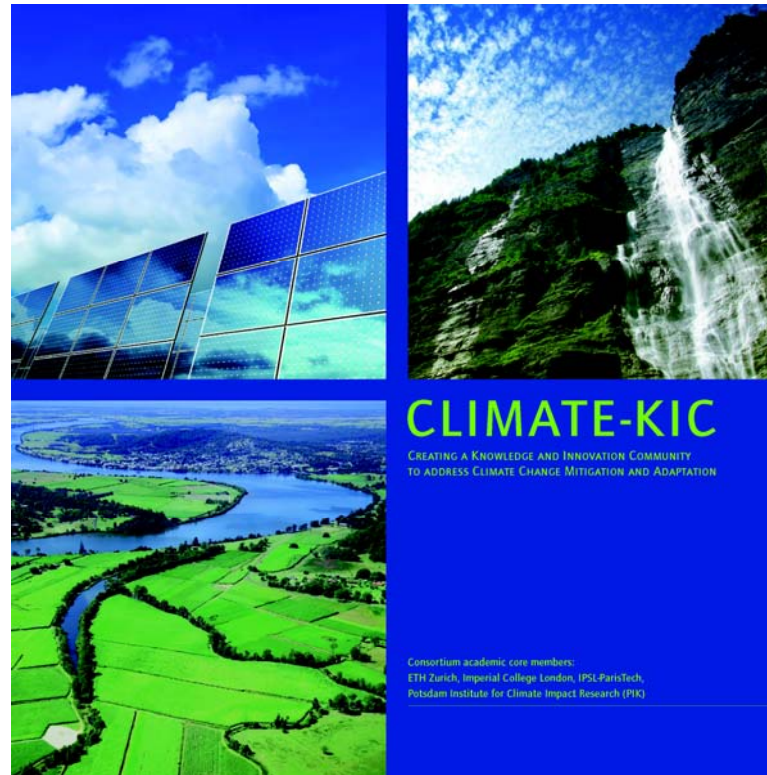


- Koalition erhebt  
Einfuhrzölle  
– Handelsprotokoll

# 'Plan B': Verknüpfung Regionaler CO<sub>2</sub>-Handelssysteme



# Europäisches Institut für Innovation & Technologie (EIT) 3 Virtuelle Abteilungen (KICs)

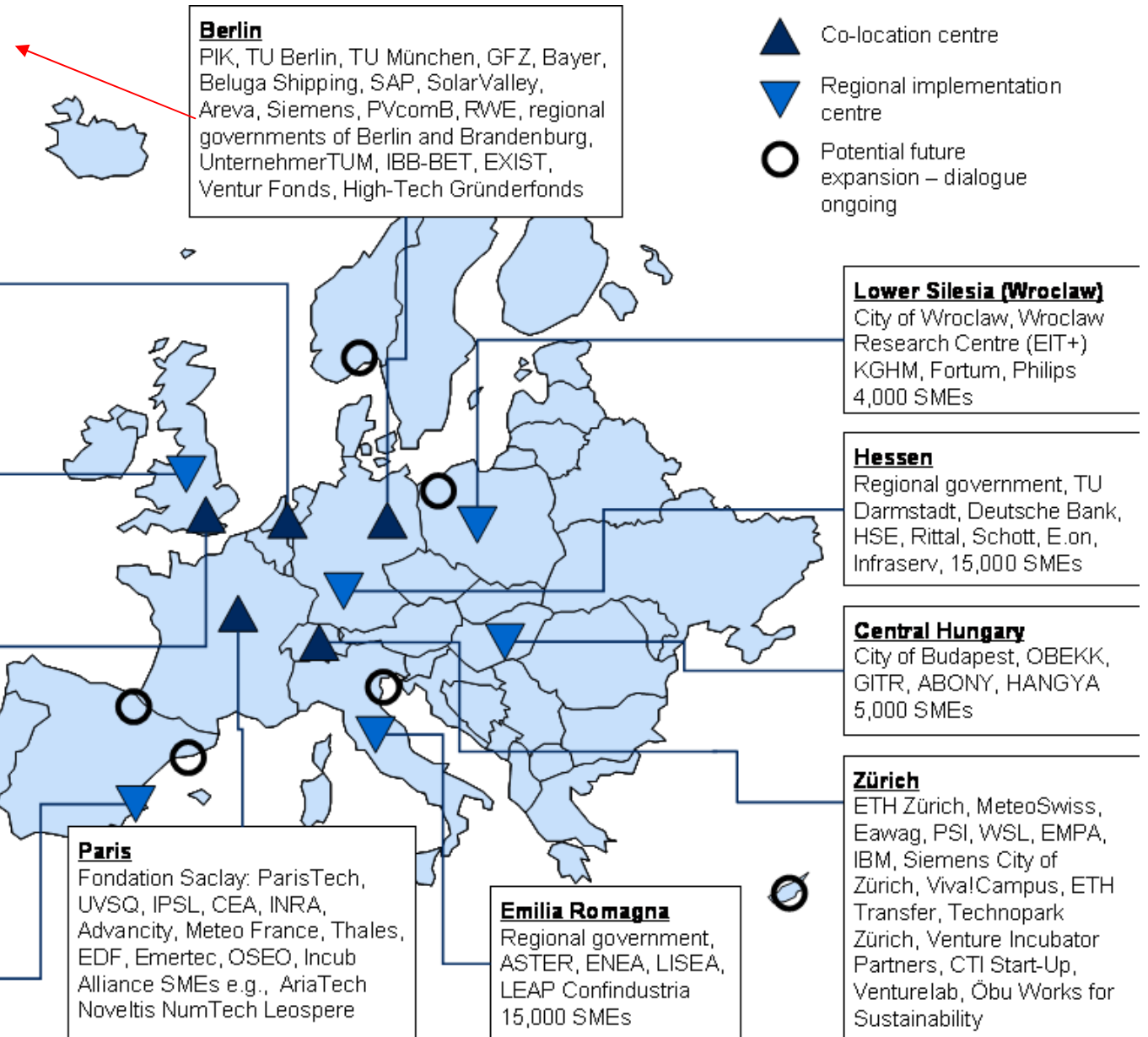


Innovationsförderung  
zu  
Vermeidung  
& Anpassung

August 2009: 120M€ beantragt für 4 Jahre

Dezember 2009: Mitteilung der grundsätzlichen Förderung

# Seit Sep 2009: Inkl. U Hamburg



# Zusammenfassung

- Der Einhaltung des 2°-Ziels entspricht eine erlaubte Gesamt-Emission von 1000GtCO<sub>2</sub> 2000-2049.
- Sturmschäden in Mittel- und Nord-Europa werden volkswirtschaftlich moderat mit +25%...+100% abgeschätzt.
- Meeresspiegelanstieg am oberen Rand der AR4-Projektionen.
  - Schutz der NL Küste sollte mit einem Faktor 2 gegenüber globalen AR4-Projektionen beaufschlagt werden (2. Delta-Studie).
- Ein ~2°C-Ziel technisch und wirtschaftlich erreichbar (nur ~0.5...2% Verlust an Weltsozialprodukt):
  - Dazu *heute* massive Umlenkung von Investitionen zugunsten Erneuerbarer Energien (bis zu 1% Weltsozialprodukt).
  - Plan B zu COP: Schrittweiser Aufbau durch Koalitionsbildung prinzipiell möglich