



Klimapolitik beginnt auch mit der regionalen Energiewende

Hartmut Graßl

Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg

**Vortrag im Rahmen des 8. Regionalen Klimagipfels
Cusanus-Gymnasium Wittlich,
21. November 2008**





Gliederung

- Beobachteter Klimawandel
- Gegenwärtige Emissionen
- Klimaänderungen für Szenarien
- Regionalisierung der Klimaänderungen für Deutschland
- Leitplanken für Klimaschutzszenarien
- Erneuerbare Energiequellen
- Beispiel: Biomasse





Was sagen die Beobachtungen seit 1900?

- mittlere globale Erwärmung seit 1900 ca. 0.8°C
- Zunahme der Niederschläge in hohen nördlichen Breiten
- Abnahme der Niederschläge in fast allen Gebieten der Subtropen
- Schrumpfung des Gebietes mit Meereis in der Arktis
 - 3 % / Jahrzehnt im Spätwinter
 - 7 % / Jahrzehnt im Spätsommer
- Abschmelzen der Gebirgsgletscher
- globaler mittlerer Meeresspiegelanstieg um ca. 20 cm





Die beobachteten Emissionen

CO₂ im Jahre 2004:

2,80 Gigatonnen Kohlenstoff (GtC) aus Kraftwerken

1,75 GtC aus dem Verkehr

1,00 GtC Gebäude

2,50 GtC Industrie

0,90 GtC Land- und Forstwirtschaft (unsicher)

8,95 GtC

dazu kommen ca.

4,00 GtC-Äquivalent durch Methan ($\pm 30\%$ Fehler)

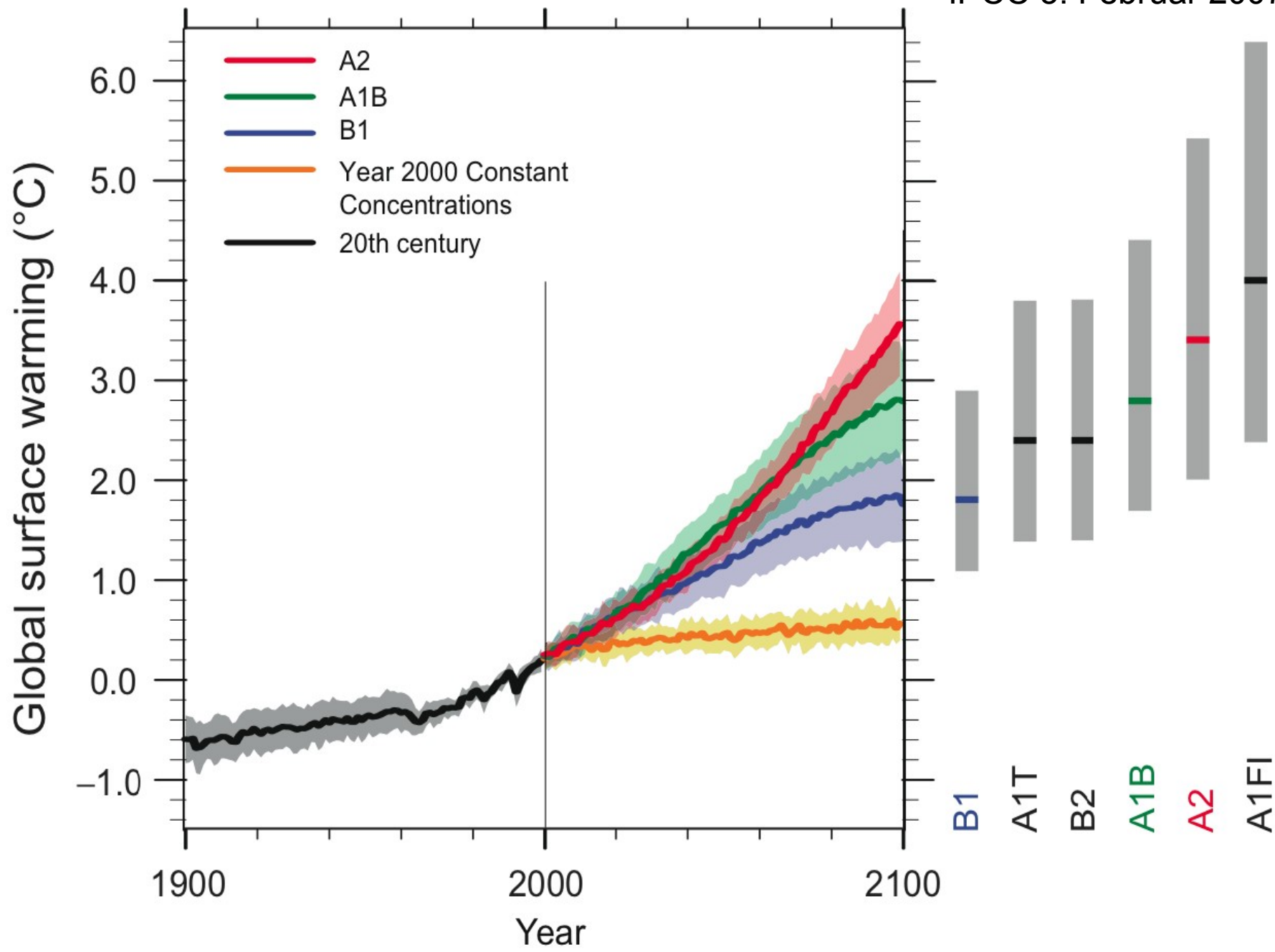
1,80 GtC-Äquivalent durch Distickstoffoxid ($\pm 30\%$ Fehler)

Zuwachsrate der vergangenen 30 Jahre ca. 2,1% pro Jahr



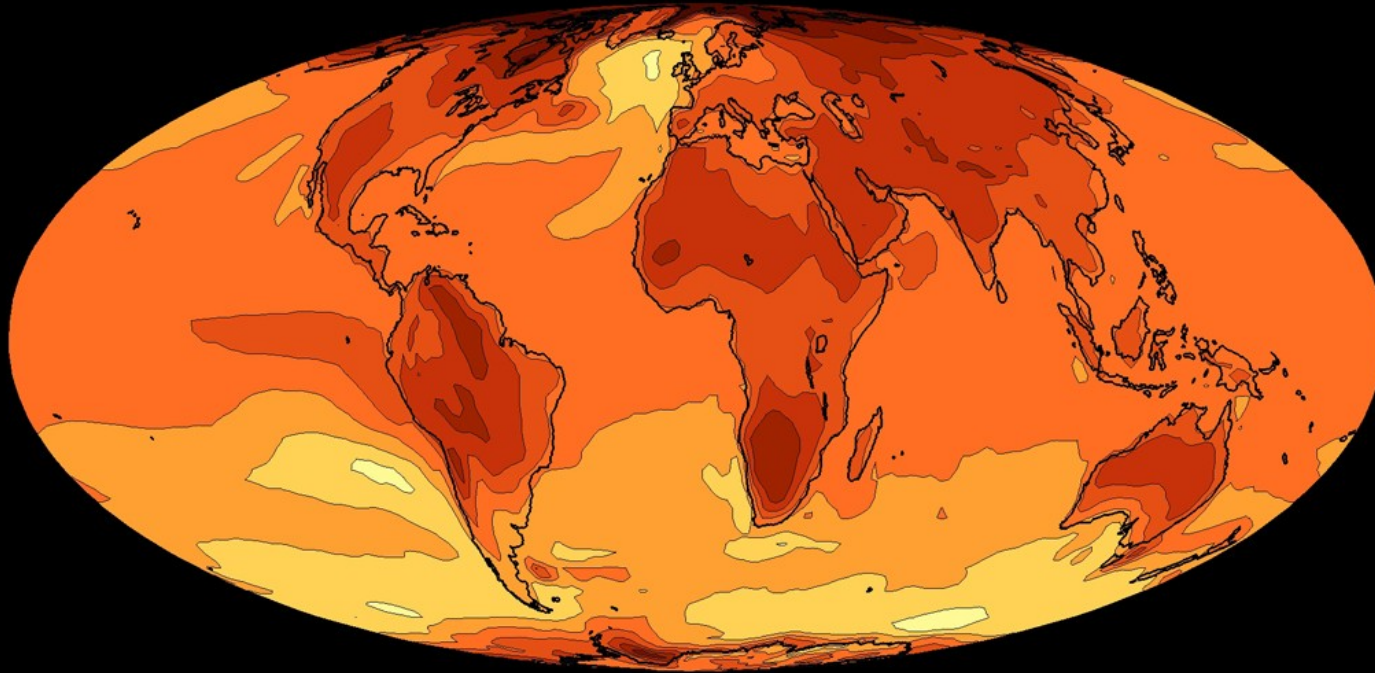
Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming

IPCC 5. Februar 2007



IPCC Szenario A1B

Mittlere Änderung der 2m-Temperatur für 2100 gegenüber 1961-1990 [Grad C]

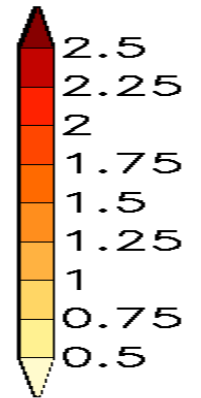
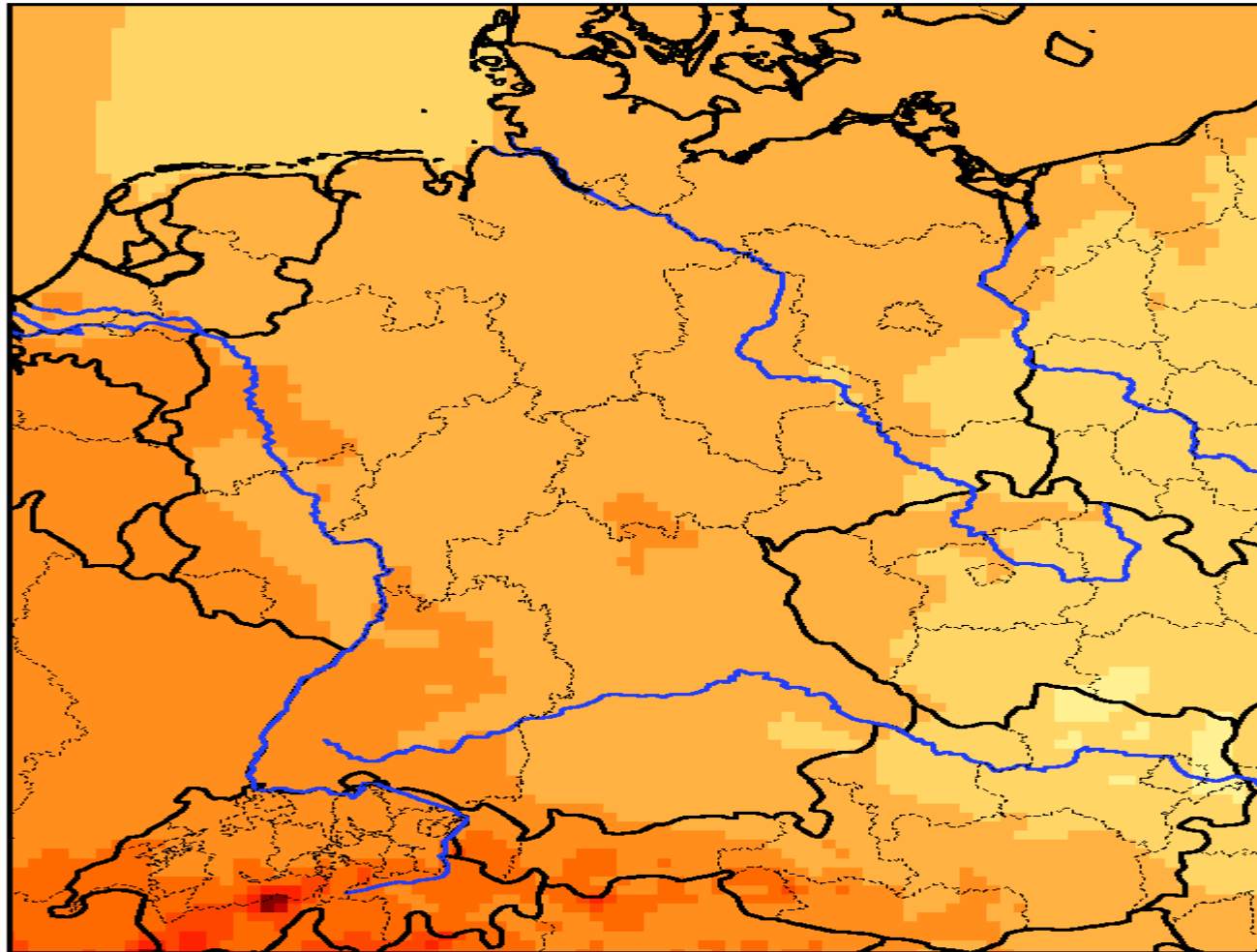


© DKRZ / MPI-M / M&D 2005



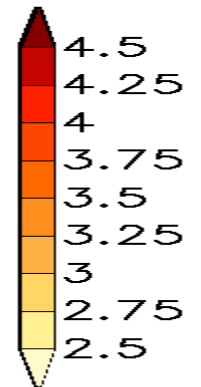
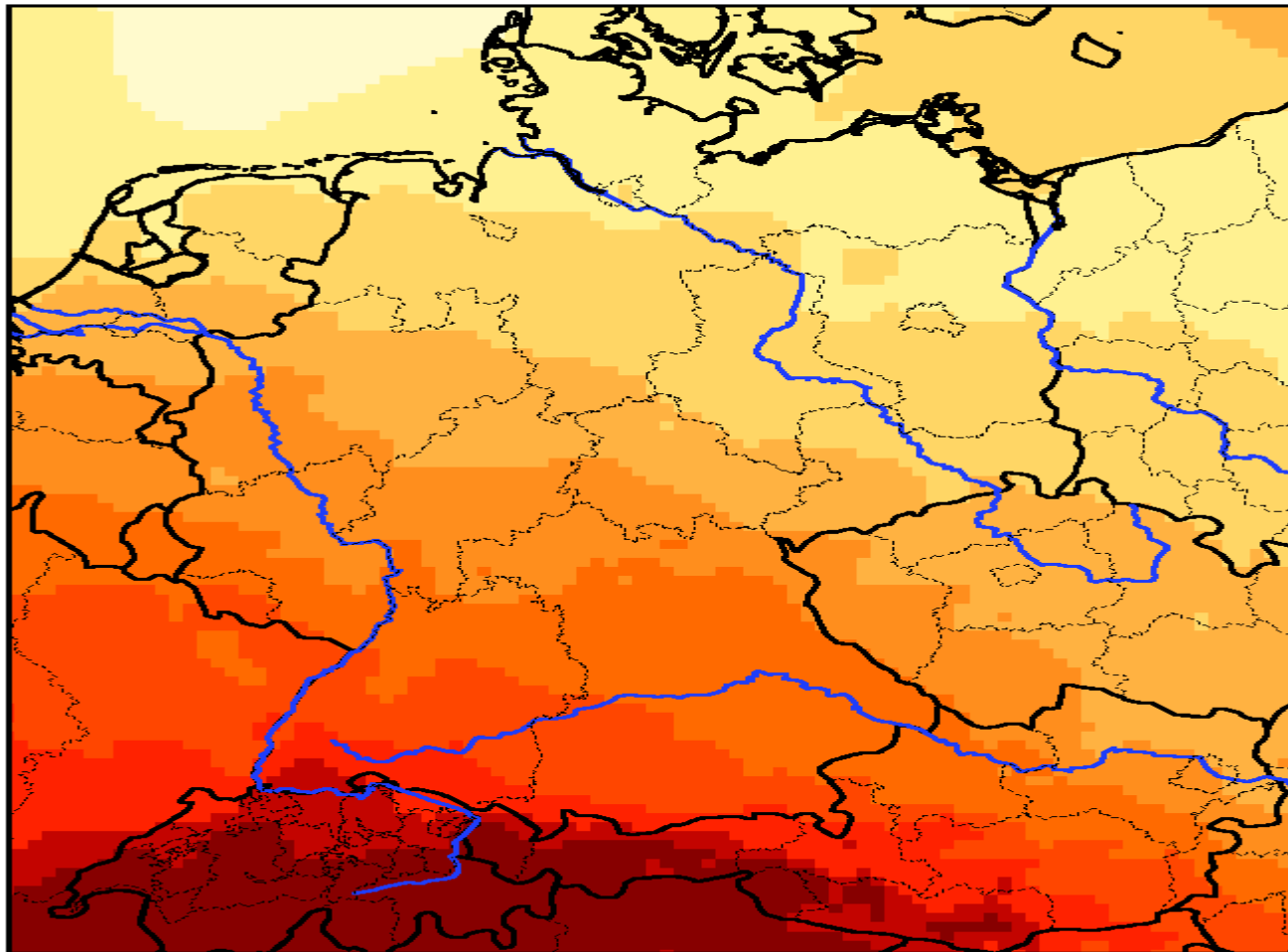


**A1B (2021/2050 — 1961/1990) 9 Punkte Filter
Sommer: 2m Lufttemperatur [°C]**

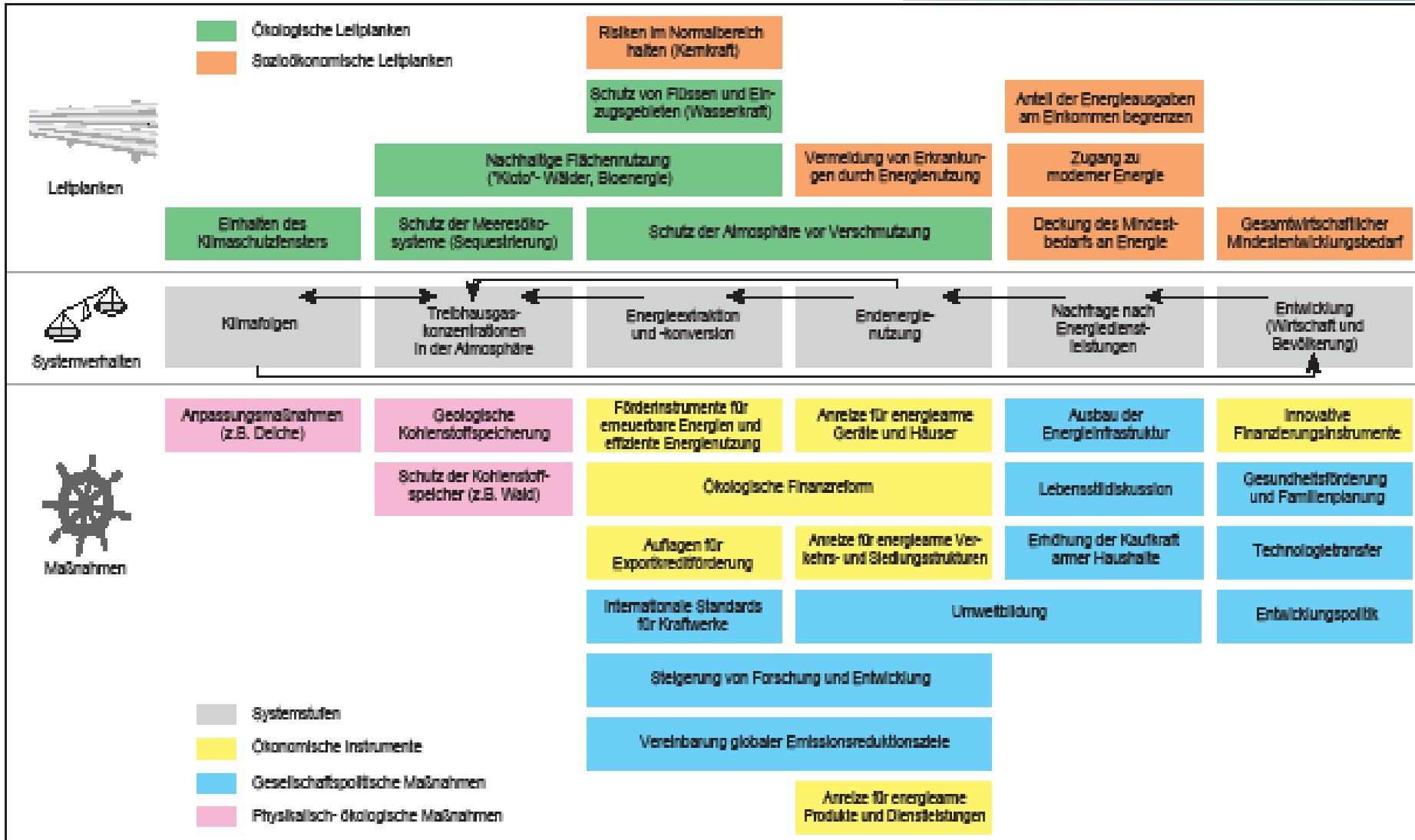




**A1B (2071/2100 – 1961/1990) 9 Punkte Filter
Sommer: 2m Lufttemperatur [°C]**







Quelle: WBGU, 2003a





Ein nachhaltiger Energiepfad (A1T-450) für das 21. Jahrhundert

Leitplanken

- weniger als 20% mittlere globale Erwärmung ≈ 450 ppm CO₂
- 500 kWh elektrische Energie pro Kopf und Jahr
- Einhaltung der Umweltkonventionen der Vereinten Nationen

Weitere Annahmen

- billigste Energieversorgung bei Rechnung über volle Lebensdauer
- Steigerung der Energieproduktivität von 1,0 auf 1,6% pro Jahr
- Kohlenstofflagerung nur in früheren Öl- und Gaslagern mit maximal 300 GtC





Energiequelle	Globaler Mittelwert	Deutschland	Angebotstyp
Sonne	~ 165	~ 110	stark schwankend, nur tagsüber
Wind	~ 3	~ 3	unregelmäßig, Tag und Nacht
Biomasse	~ 0,1	< 0,3	steuerbar (gedüngter Maisacker)
Geothermie	~ 0,1	~ 0,08	kontinuierlich, risikohafte Erkundung
Gezeiten	< 0,1		regelmäßig, jedoch schwankend
Ozeanwellen	< 0,1		unregelmäßig
Energieflussdichte heute	< 0,03	~ 1,5	
Energieflussdichte im Jahre 2050	< 0,06	< 1.5	

Erneuerbare Energiequellen: Globale Mittelwerte der Energieflussdichten an der Erdoberfläche, in Watt pro Quadratmeter (Wm^{-2}), für verschiedene Quellen, gereiht nach Bedeutung; zum Vergleich sind auch aktuelle Werte des Energieversorgungssystems mit angegeben.





Biomassennutzung für die Energieversorgung

Nutzungsarten und bleibende Umweltprobleme:

Holzhackschnitzel	Feinstaub, Photosmog, (N ₂ O), wenig CO ₂ *
Holzpellets	Feinstaub, Photosmog, (N ₂ O), wenig CO ₂ *
Biodiesel	Feinstaub ⁺ , Photosmog ⁺ , (N ₂ O)*, mäßig CO ₂ *
Biogas für Strom mit Abwärmenutzung	Photosmog, (N ₂ O)*, etwas CO ₂
Biogas für Gasversorgung	Photosmog, (N ₂ O)*, etwas CO ₂
Biomass-to-Liquid (Feinstaub)	Photosmog, (N ₂ O)*, etwas CO ₂

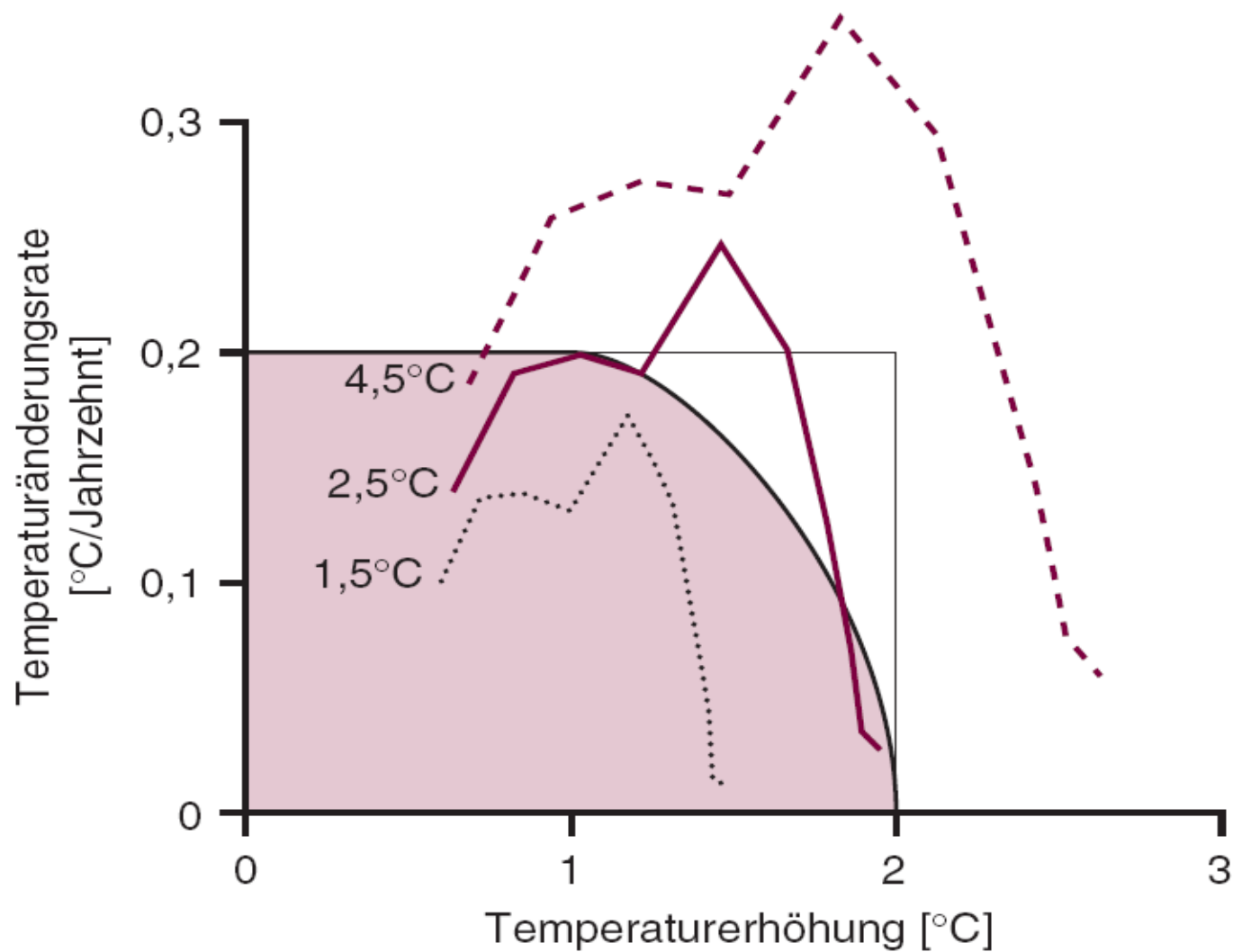
- * Emissionen bei Anlagenbau und Transport
N₂O-Emission steigt mit Düngungsintensität
- + entfällt bei Rußfilterung und Katalysator

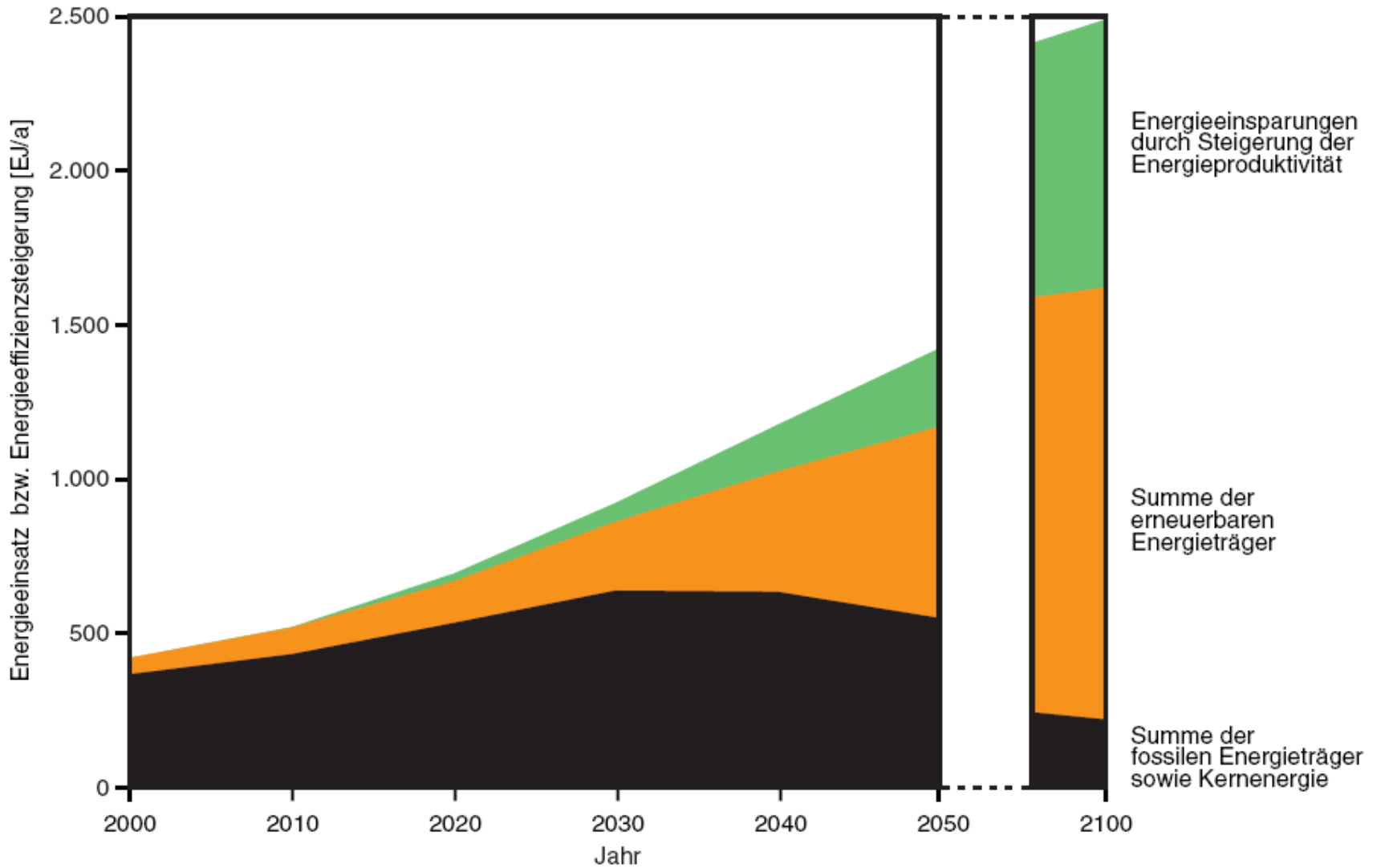




Das A1T-450-Szenario im Klimafenster bei sehr unterschiedlicher Empfindlichkeit des Klimasystems (1,5°C, 2,5°C und 4,5°C Klimasensitivität). Die Klimasensitivität ist die Erwärmung bei Verdopplung des vorindustriellen CO₂-Gehalts der Luft.

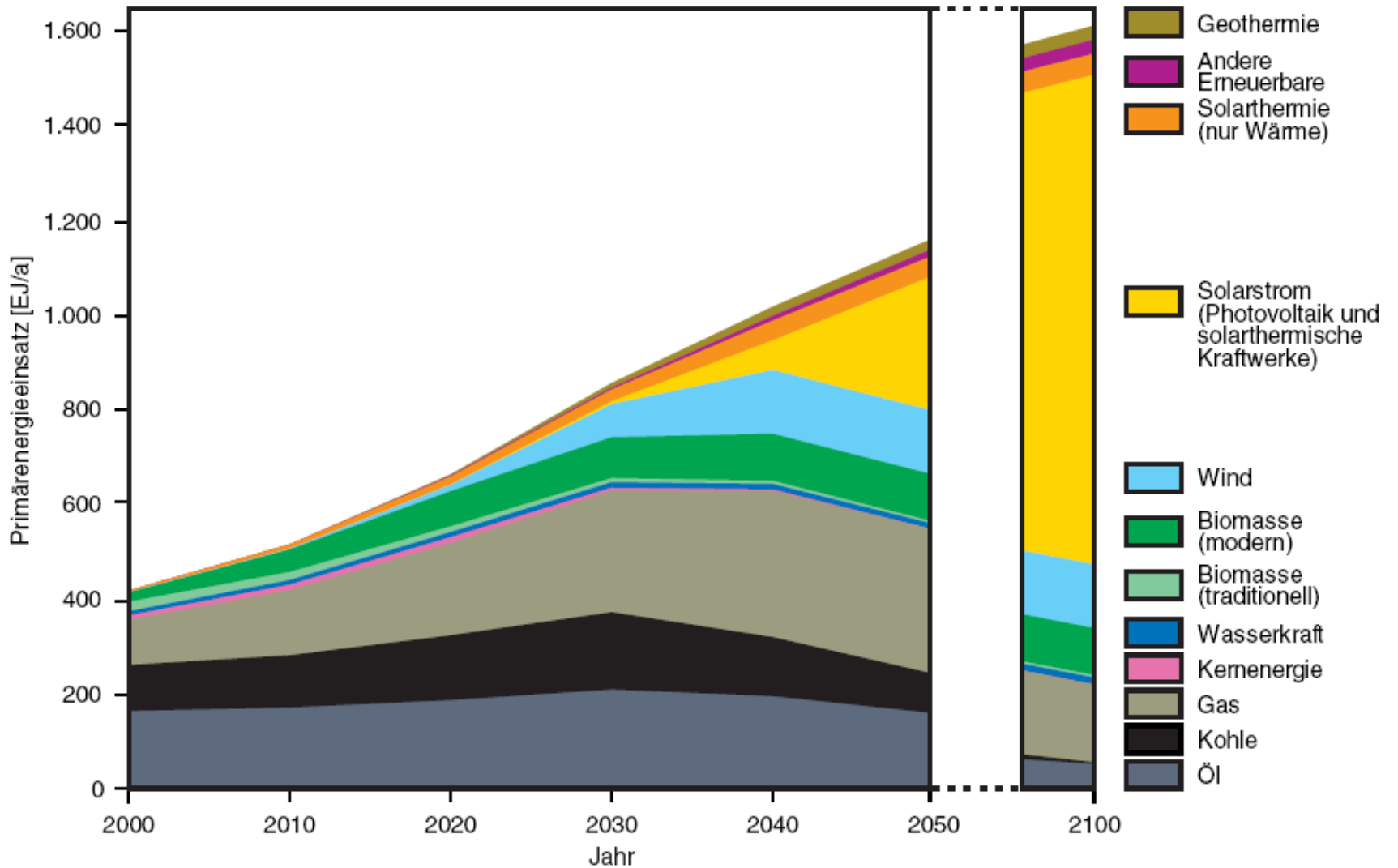
Quelle: WBGU, 1995 unter Verwendung von Daten der IIASA





Quelle: WBGU, 2003



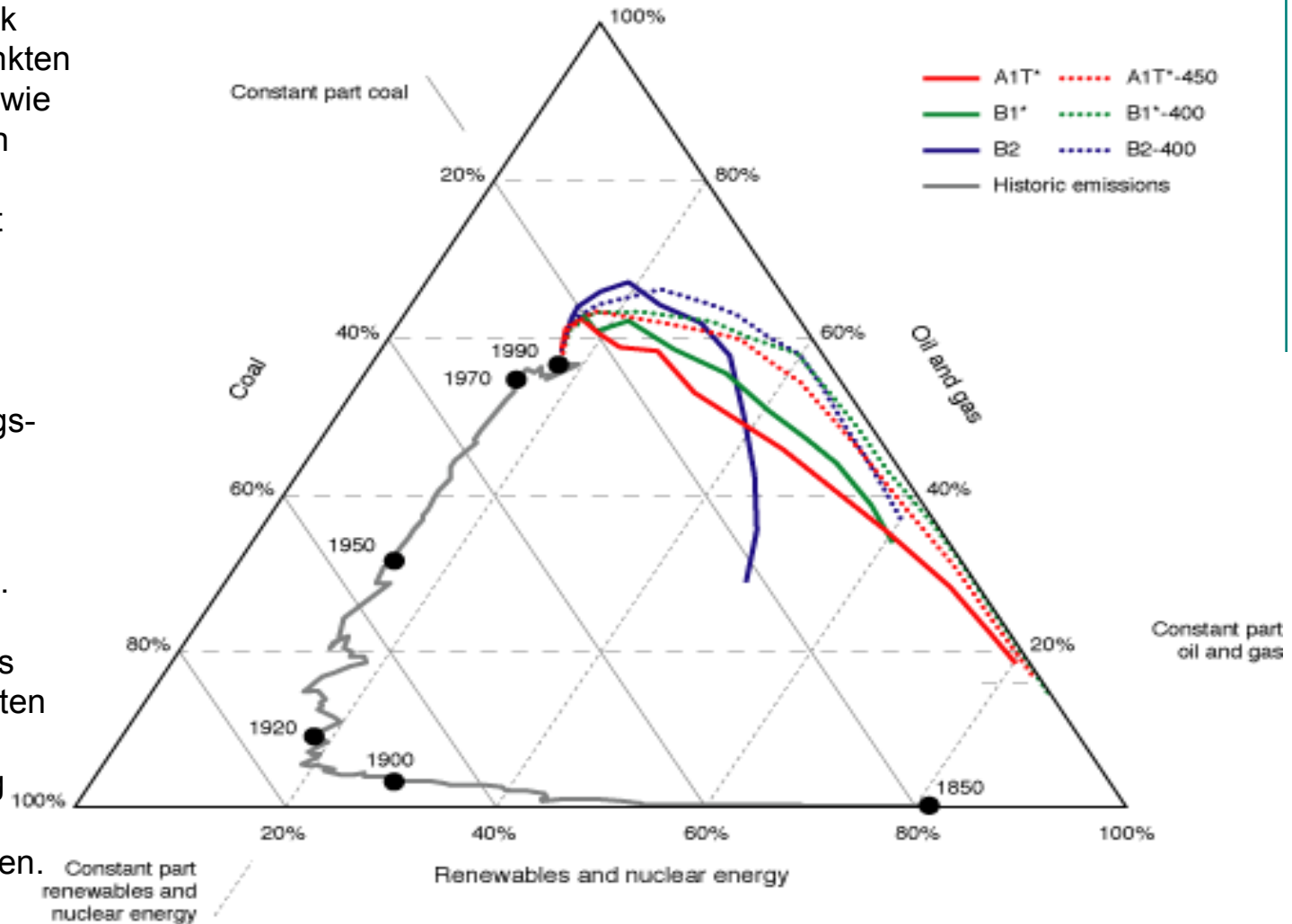


Quelle: WBGU, 2003





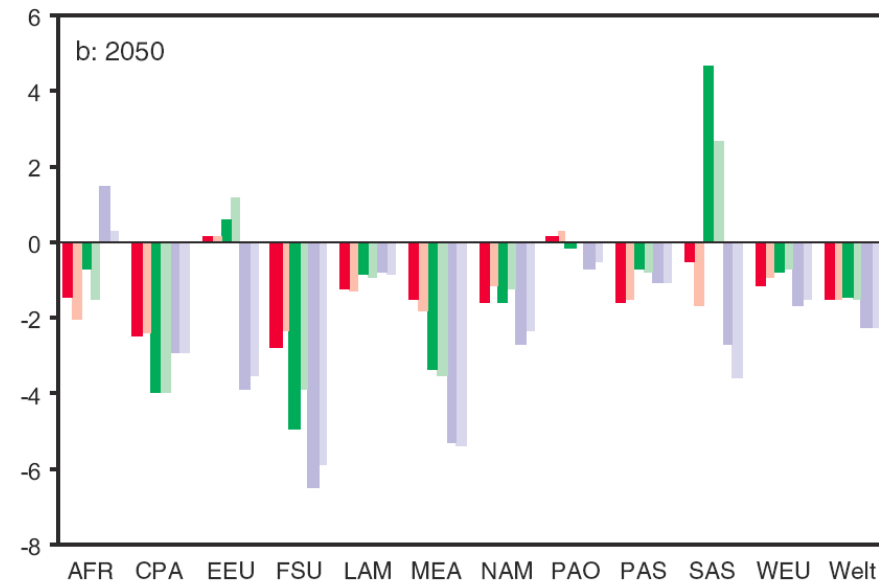
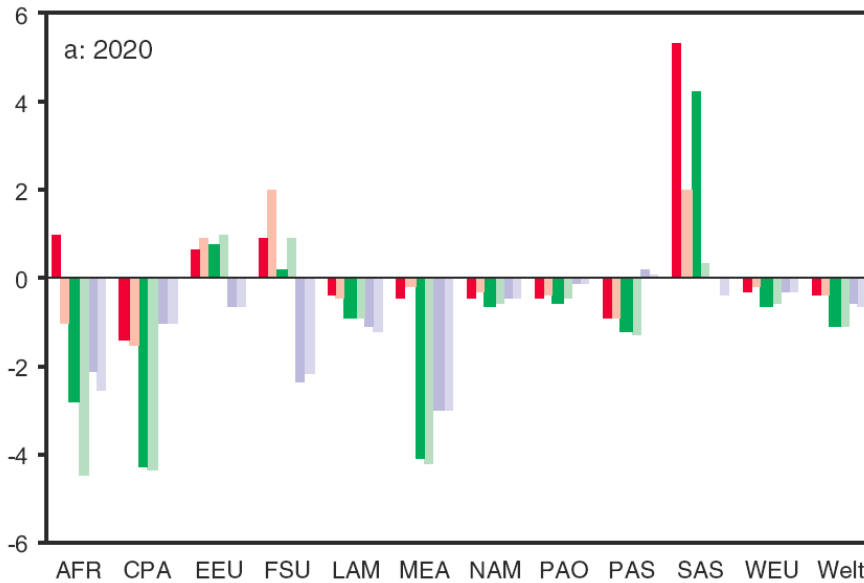
Anteile der Energieträger am globalen Primärenergieverbrauch als zeitliche Trajektorie bis 2100 in einem Dreieck zwischen den Eckpunkten Kohle, Öl und Gas sowie erneuerbare Energien und Kernenergie. Bis zum Jahr 1990 ist die historische Entwicklung gezeigt, anschließend spaltet sich die Trajektorie auf in die Entwicklungspfade der sechs Szenarios (A1T*, A1T*-450, B1*, B1*-400, B2, B2-400). Mit Ausnahme des B2-Referenzszenarios zeigen alle untersuchten Szenarios eine deutliche Entwicklung hin zu kohlenstoff-freien Energiesystemen. Quelle: Nakicenovic und Riahi, 2003a





Klimaschutzkosten in Einheiten des Bruttoinlandsproduktes

Änderung des BIP bezogen auf Referenzszenarios (%)

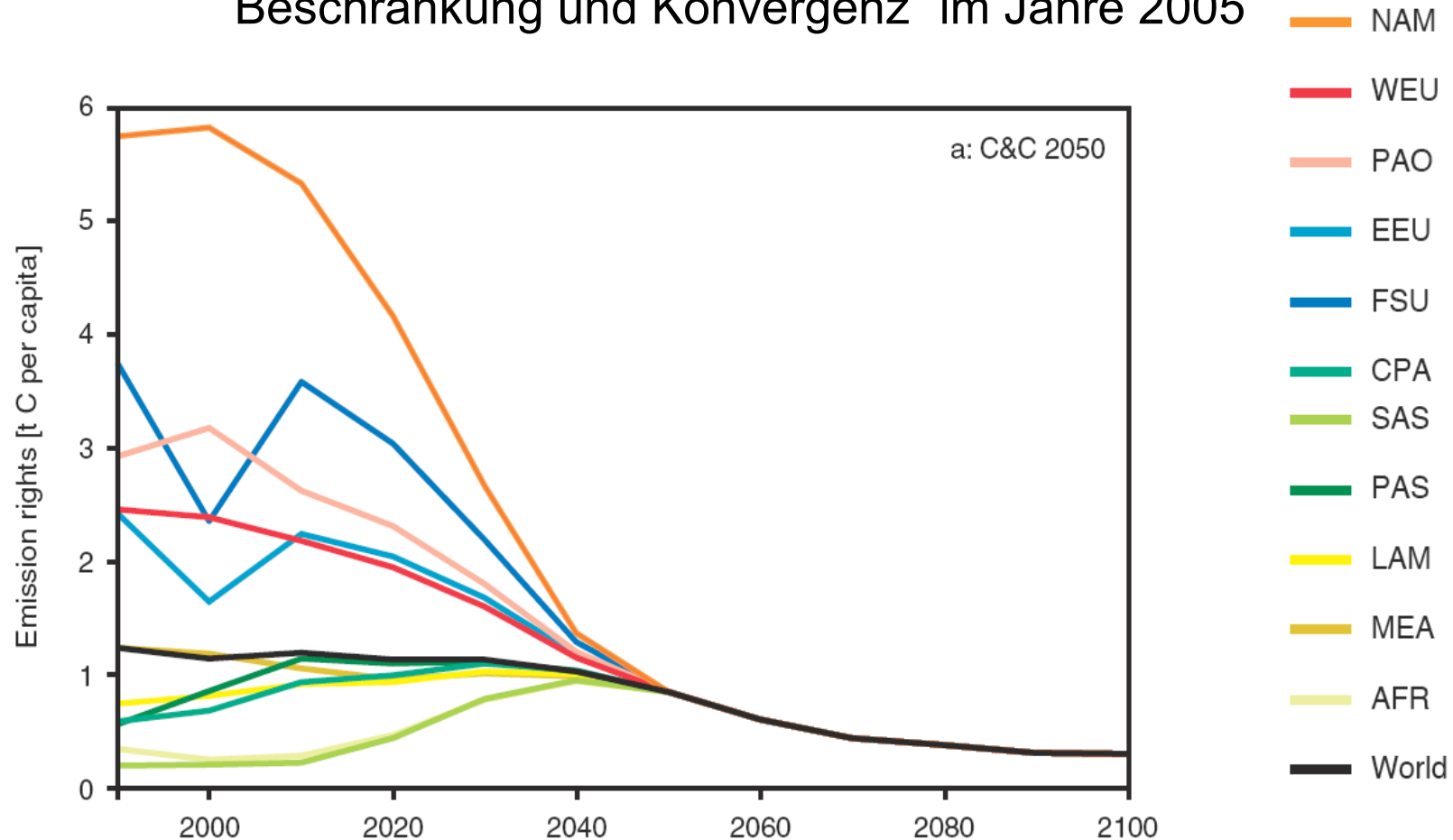


AFR – Afrika südlich der Sahara, CPA – Zentral Asien und China, EEU – Mittel- und Ost-Europa, FSU – Staaten der früheren Sowjetunion, LAM – Latein Amerika und Karibik, MEA – Naher Osten, NAM – Nord Amerika (USA, Kanada), PAO – Pazifik, PAS – anderes pazifisches Asien, SAS – Südasien (mit. Indien), WEU – West Europa (einschl. Türkei).





Zulässige Pro-Kopf-Emissionen bei vorgegebenem Fernziel "Beschränkung und Konvergenz" im Jahre 2005



NAM – Nord Amerika (USA, Kanada), WEU – West Europa (einschl. Türkei), PAO – Pazifische OECD (Japan, NZ, Australien), EEU – Mittel- und Ost-Europa, FSU – Staaten der früheren Sowjetunion, CPA – Zentral Asien und China, SAS – Südasien (mit Indien), PAS – anderes pazifisches Asien, LAM – Latein Amerika und Karibik, MEA – Naher Osten, AFR – Afrika südlich der Sahara





Grenzen der Nutzung von Biomasse für energetische Zwecke

Frage: Wie viel der angebotenen Sonnenenergie wird in Biomasse umgewandelt?

Antwort: In humiden Klimazonen einige Promille,
z.B. etwa $0,2\text{Wm}^{-2}$ in Deutschland bei
 115Wm^{-2} Angebot.

Frage: Wie viel Primär-Energie pro Zeit- und Flächeneinheit benötigen wir in Deutschland?

Antwort: Gegenwärtig $1,3\text{Wm}^{-2}$

Frage: Wie viele Prozent der Oberfläche Deutschlands müssten wir für nur 10% Anteil an der Primär-Energie nützen?

Antwort: 6,5%; oder 13% bei halber Ernte

Fazit: Energie aus Biomasse wird eine Teillösung bleiben





Fazit

- Das zukünftige und wieder nachhaltige Energieversorgungssystem nützt die direkte Energie der Sonne und wird durch von ihr abgeleitete erneuerbare Energieträger ergänzt.
- Je innovativer eine Region bei diesem Transformationsprozess ist, um so besser wird es ihr gehen.
- Wer die direkte Sonne nützt ist kein Störenfried mehr und erhält eine Friedensdividende, weil alle über diesen Energierohstoff verfügen.





**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit!**

