



Globale und regionale Klimaänderungen durch den Menschen im 21. Jahrhundert

Hartmut Graßl

Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg

**Vortrag im Rahmen des
Studium Generale, Samstag-Universität
Universität Freiburg
1. Dezember 2007**





Inhalt

- Der beobachtete Klimawandel
- Die beobachteten Emissionen
- Emissionsszenarien am Beispiel unterschiedlichen Verhaltens der Menschheit im 21. Jahrhundert
- Zugehörige Klimaänderungen
- Leitplanken für eine Klimapolitik
- Ein Energieszenario bei Einhaltung der Leitplanken
- Welche Klimapolitik folgt daraus?





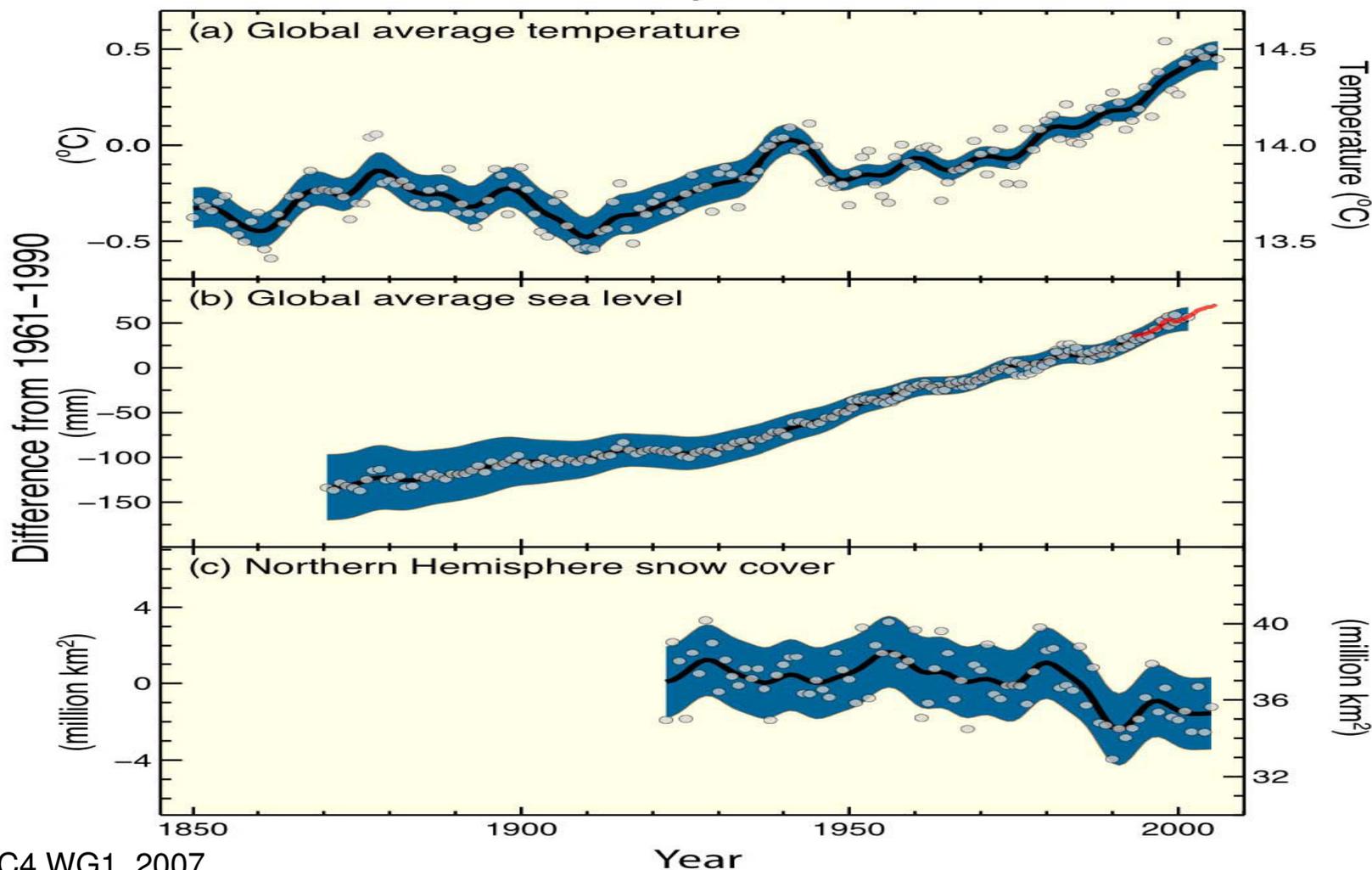
Was sagen die Beobachtungen seit 1900?

- mittlere globale Erwärmung seit 1900 ca. 0.8°C
- Zunahme der Niederschläge in hohen nördlichen Breiten
- Abnahme der Niederschläge in fast allen semi-ariden Gebieten
- 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,
Anstiegsrate seit 1992 = $3,2 \pm 0,5$ mm/a





Changes in Temperature, Sea Level and Northern Hemisphere Snow Cover



IPCC4 WG1, 2007





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.

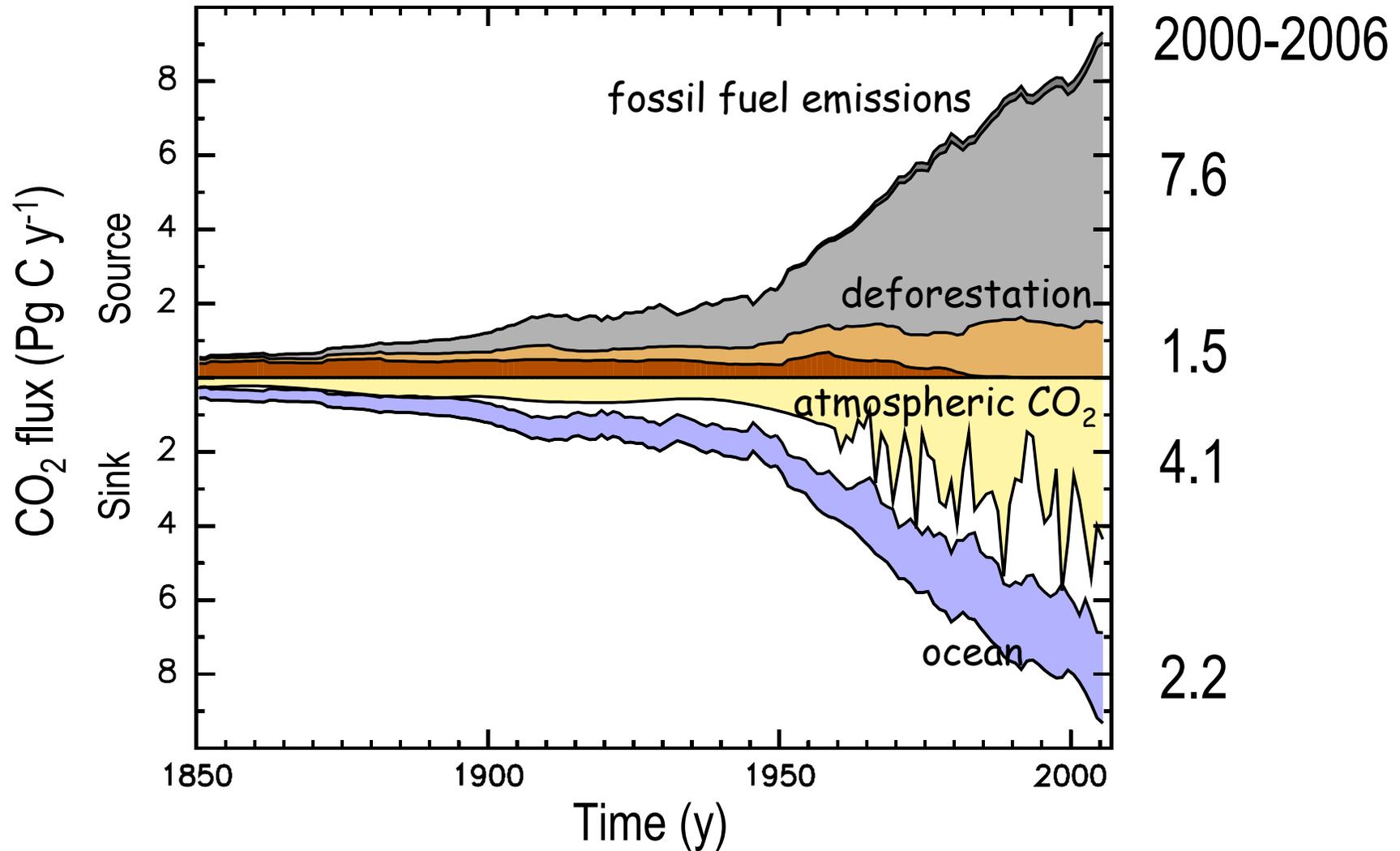
4,00 GtC-Äquivalent durch Methan ($\pm 30\%$ Fehler)

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

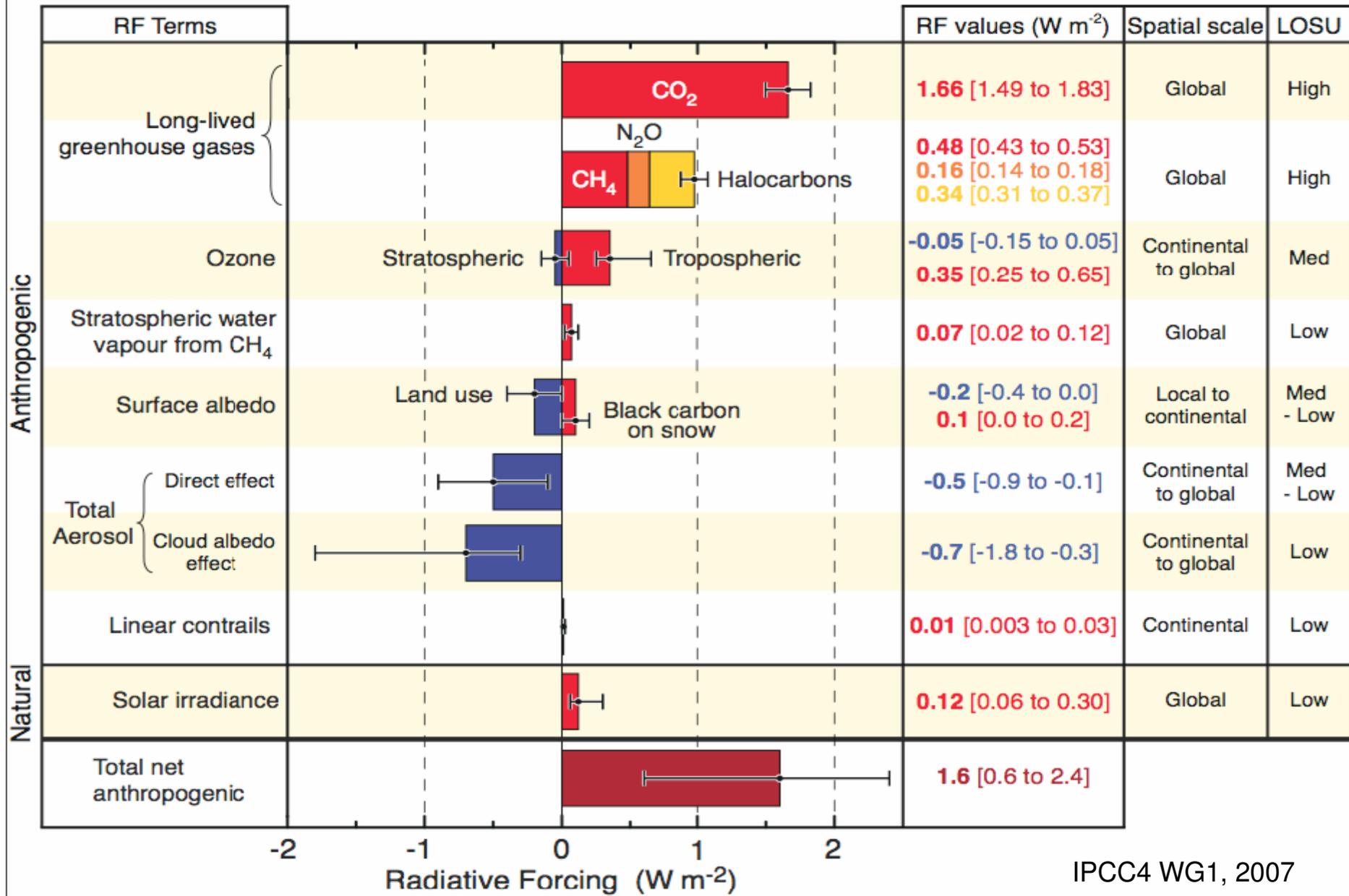
Zuwachsrate der vergangenen 30 Jahre ca. 2,1% pro Jahr



Perturbation of Global Carbon Budget (1850-2006)



Radiative Forcing Components



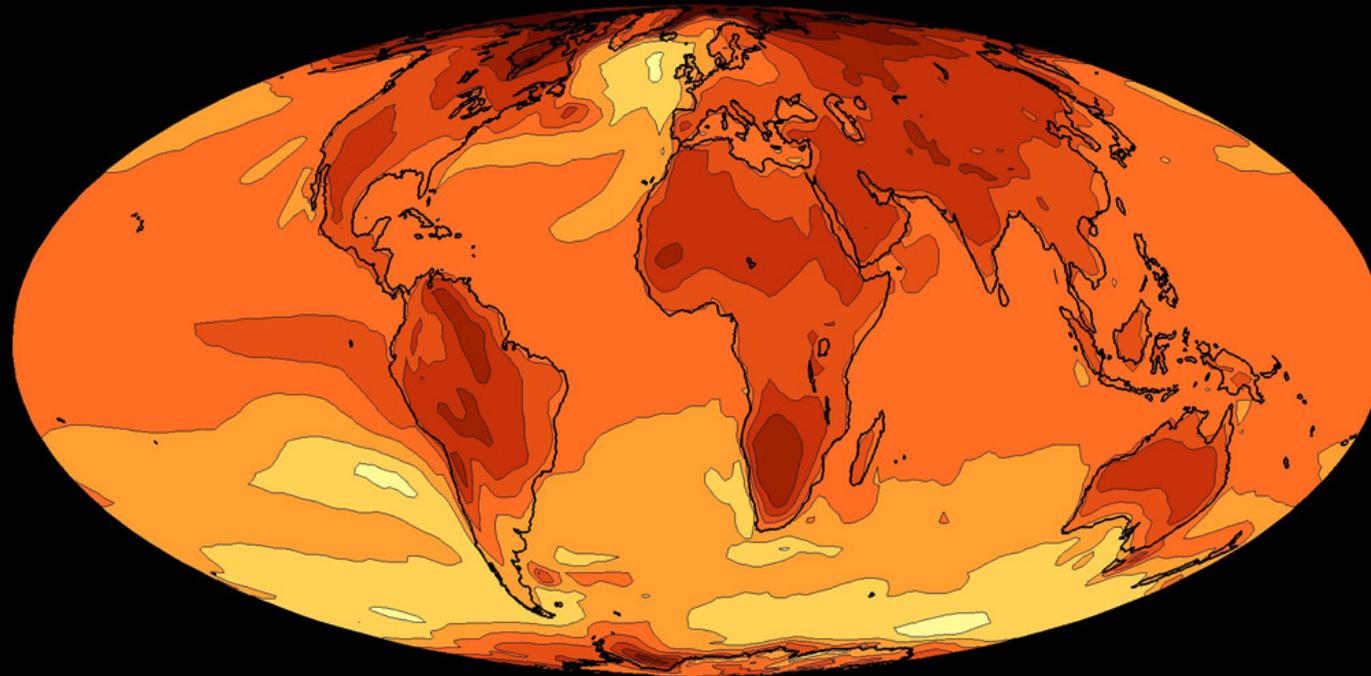
©IPCC 2007: WG1-AR4

IPCC4 WG1, 2007





IPCC Szenario A1B
Mittlere Änderung der 2m-Temperatur für 2100 gegenüber 1961-1990 [Grad C]

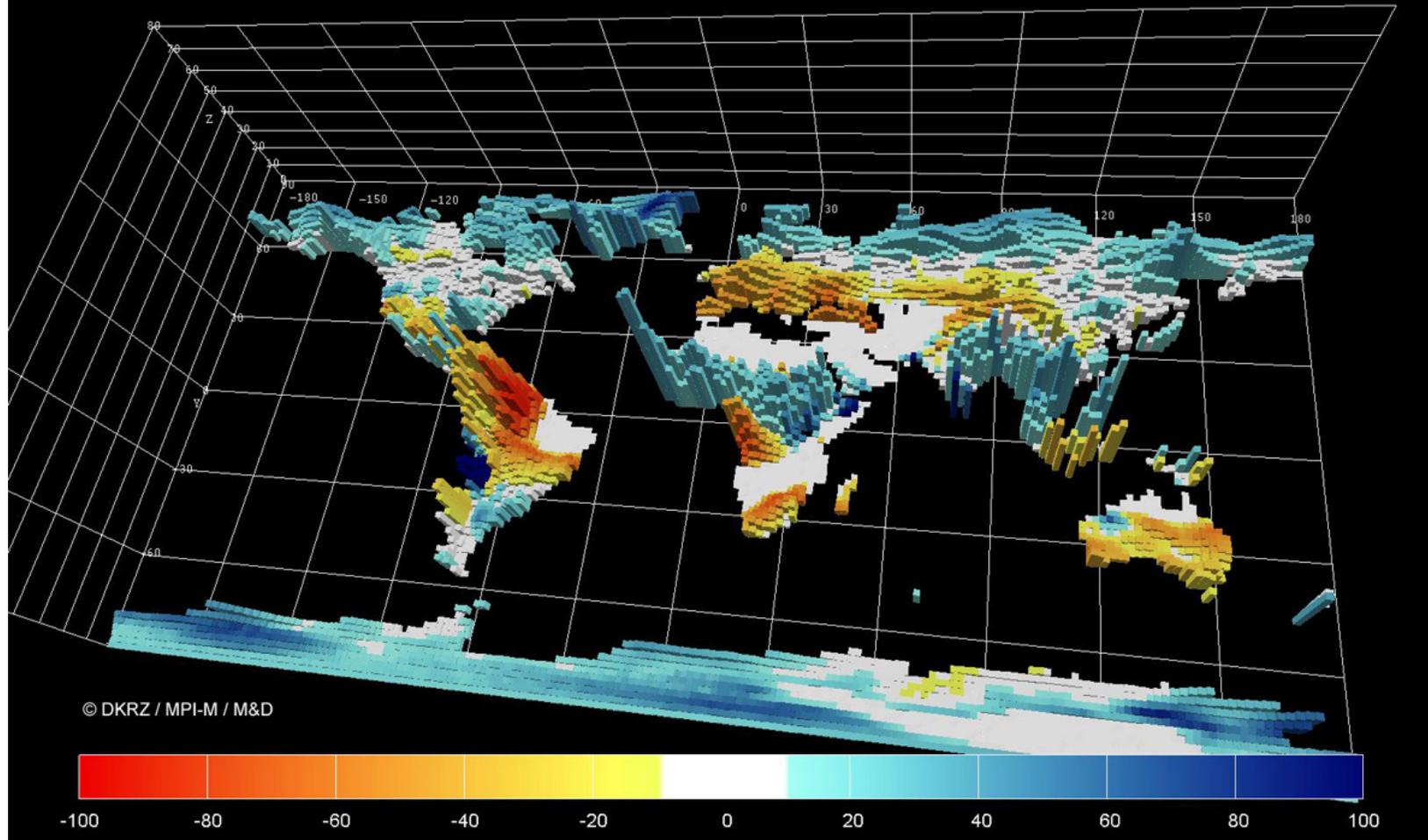


© DKRZ / MPI-M / M&D 2005





Szenario A1B: Änderung der mittleren Niederschläge im August
für 2071-2100 gegenüber 1961-1990
Höhe der Säulen: Betrag der Niederschlagsänderung
Farbe: Prozentuale Änderung der Niederschläge > 3 mm/Monat

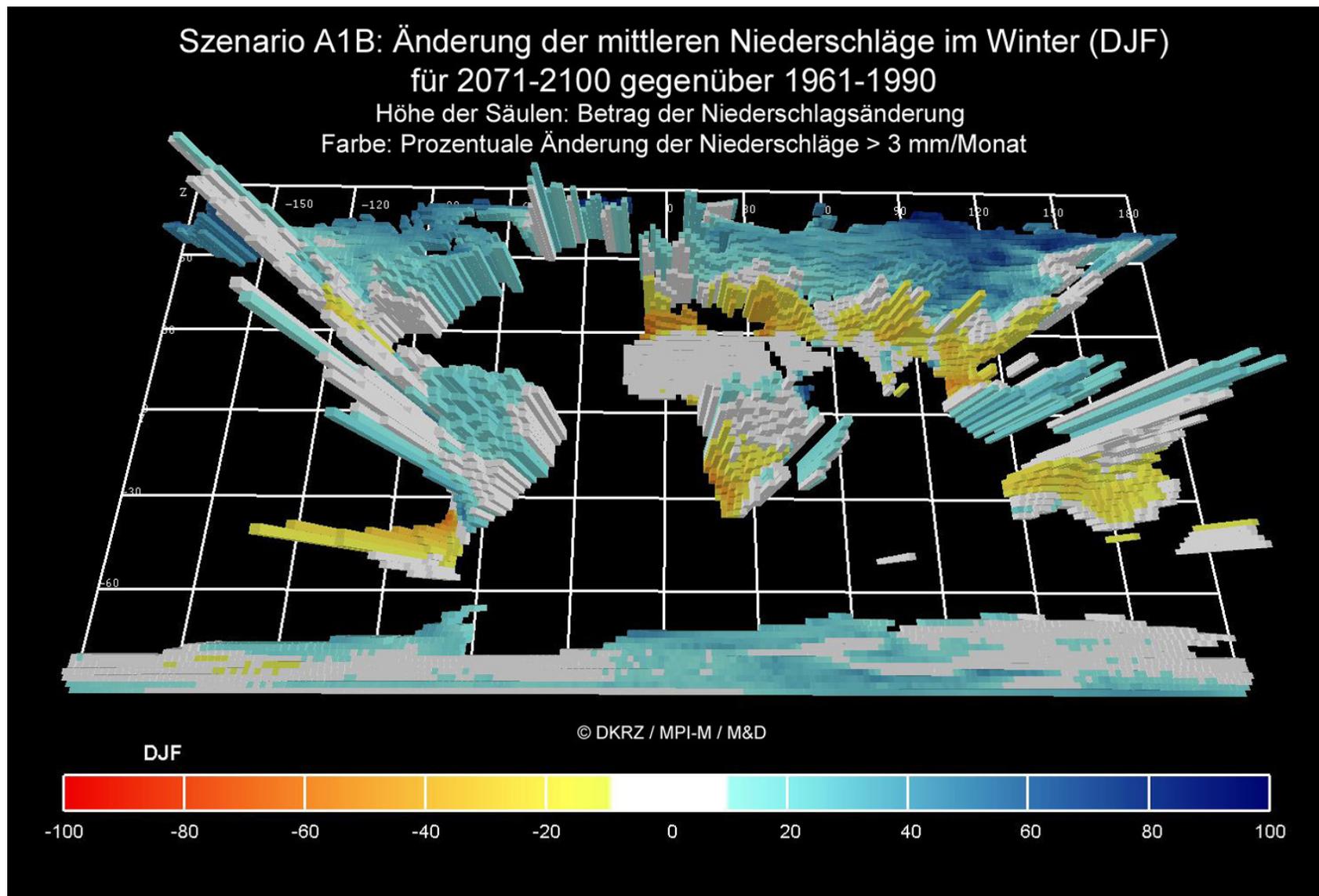




Szenario A1B: Änderung der mittleren Niederschläge im Winter (DJF) für 2071-2100 gegenüber 1961-1990

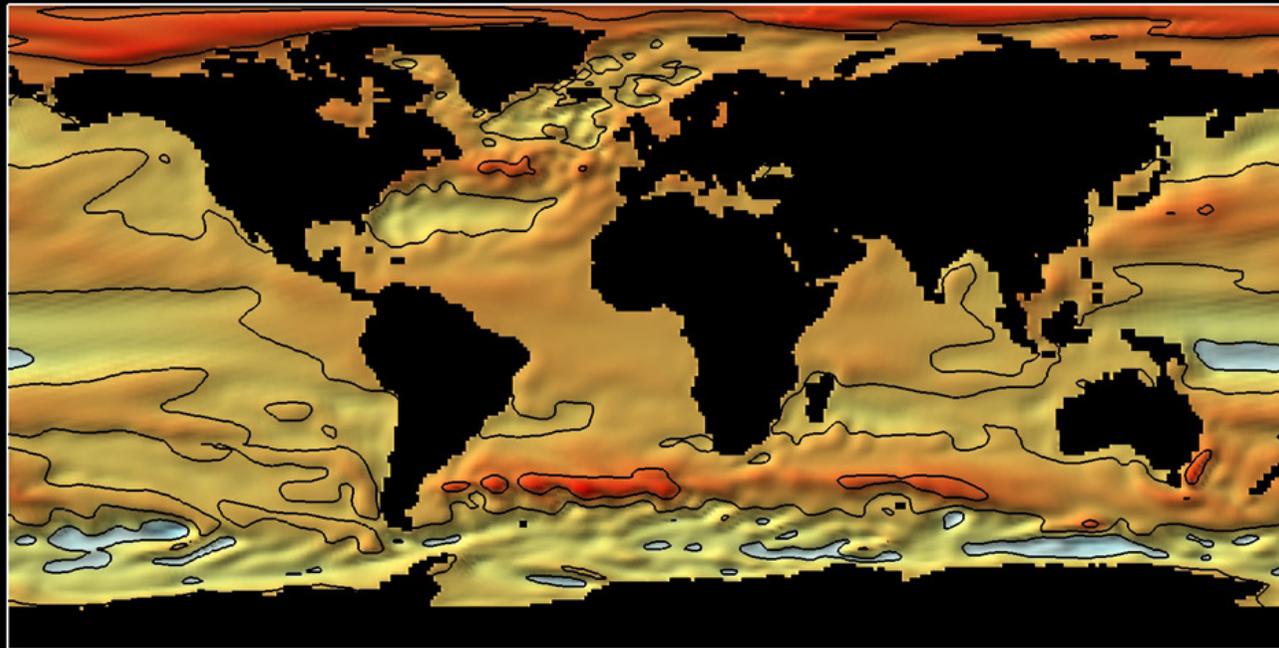
Höhe der Säulen: Betrag der Niederschlagsänderung

Farbe: Prozentuale Änderung der Niederschläge > 3 mm/Monat

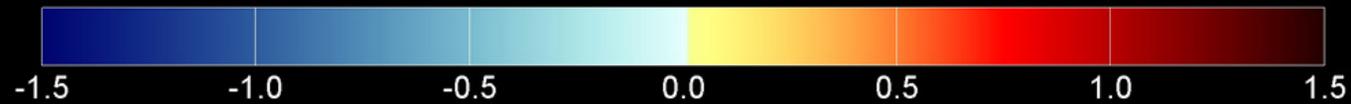




Ausdehnung des Meerwassers Szenario A1B

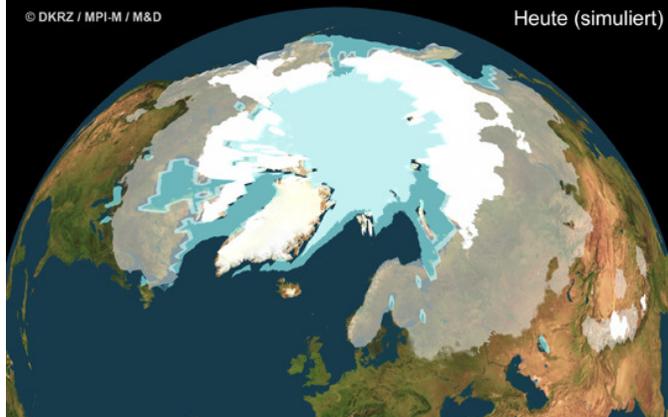


© DKRZ / MPI-M / M&D 2005

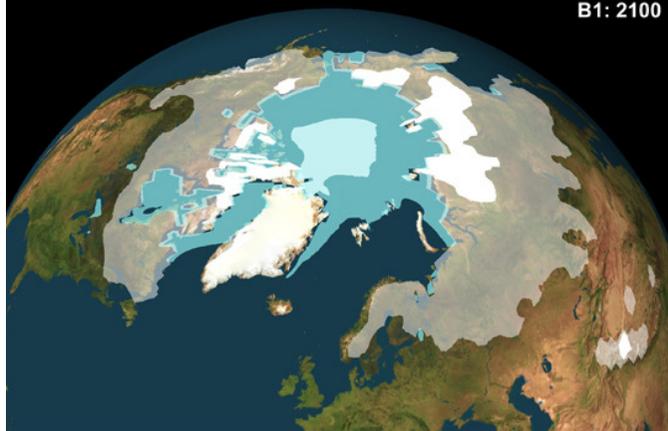




Schrumpfung der Kryosphäre



B1: 2100



A2: 2100

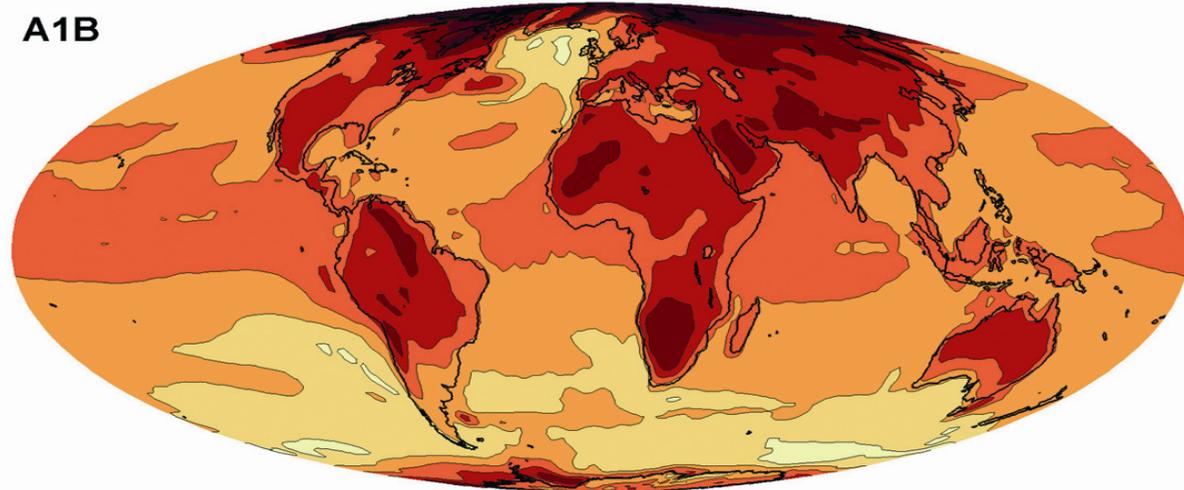


Schnee	Meereis

März
September



A1B



B1

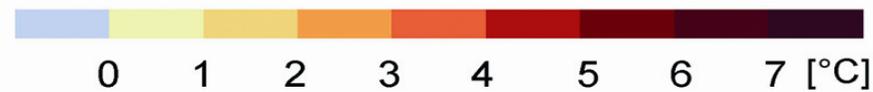
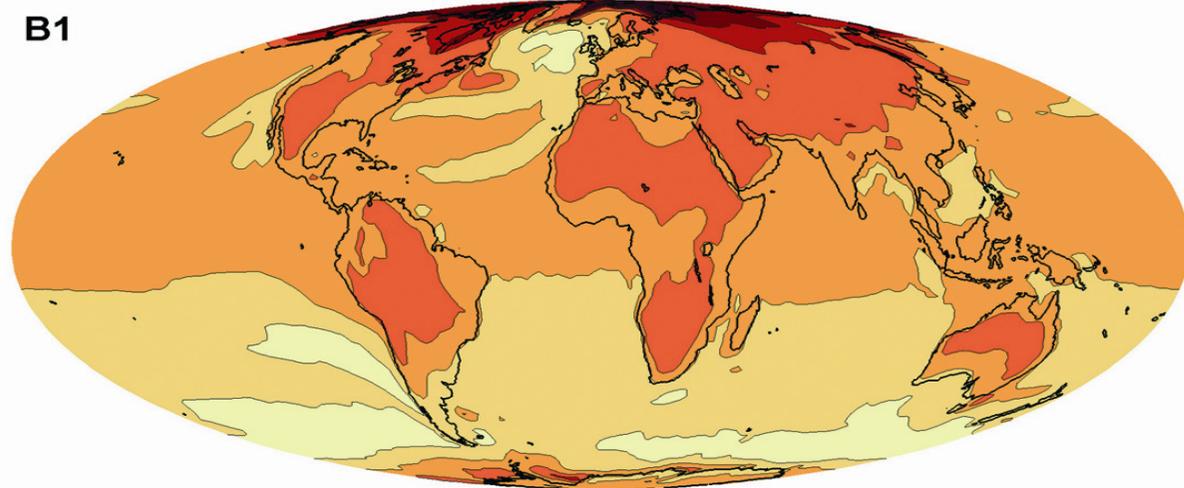


Abb. 8:
Temperaturänderungen
in Erdbodennähe;
gezeigt ist Differenz der
30-Jahresmittel
2071-2100
minus 1961-1990

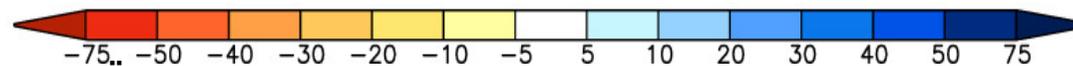
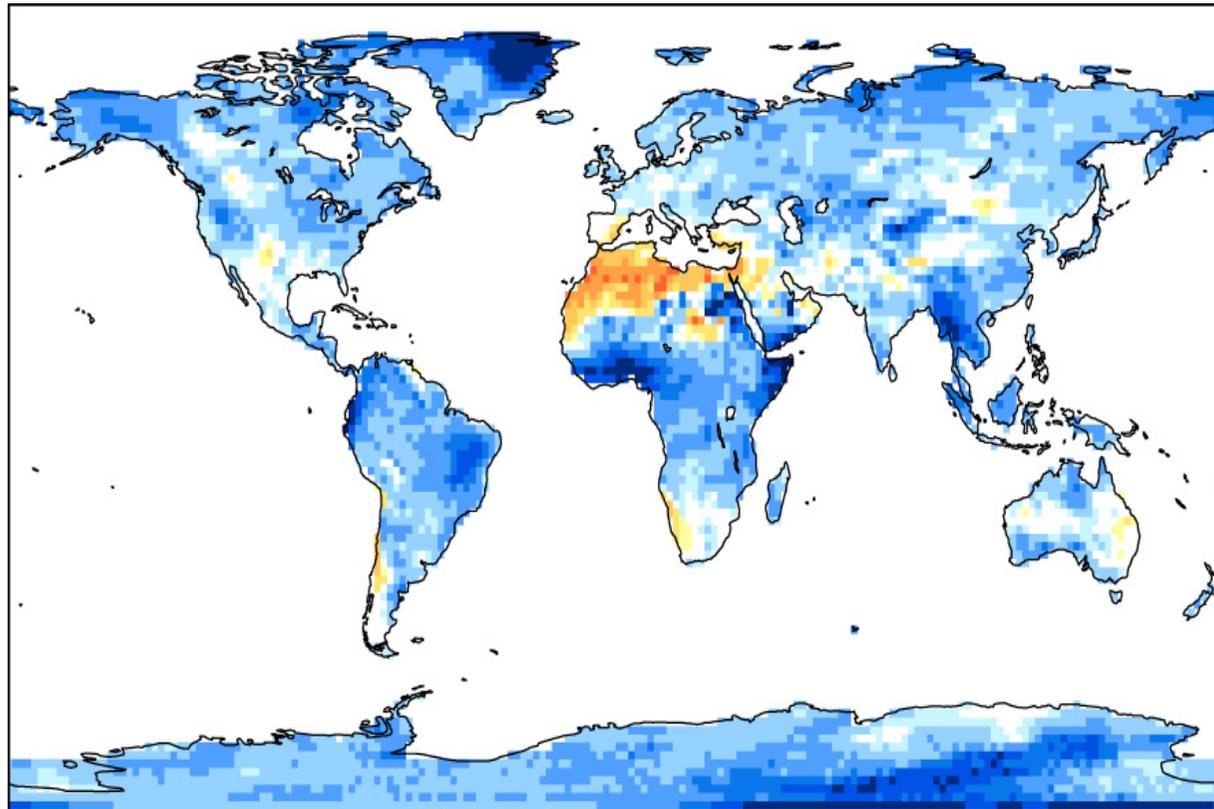


Abb. 16: Prozentuale Änderungen von jährlichen Extremniederschlägen in Szenario A1B; jährlicher Extremniederschlag definiert als maximale Niederschlagsmenge in 5-Tages-Zeitraum innerhalb eines Jahres; dargestellt ist prozentuale Änderung der 30-jährigen Mittelwerte im Zeitraum 2071-2100 bezogen auf Mittelwerte der Jahre 1961-1990

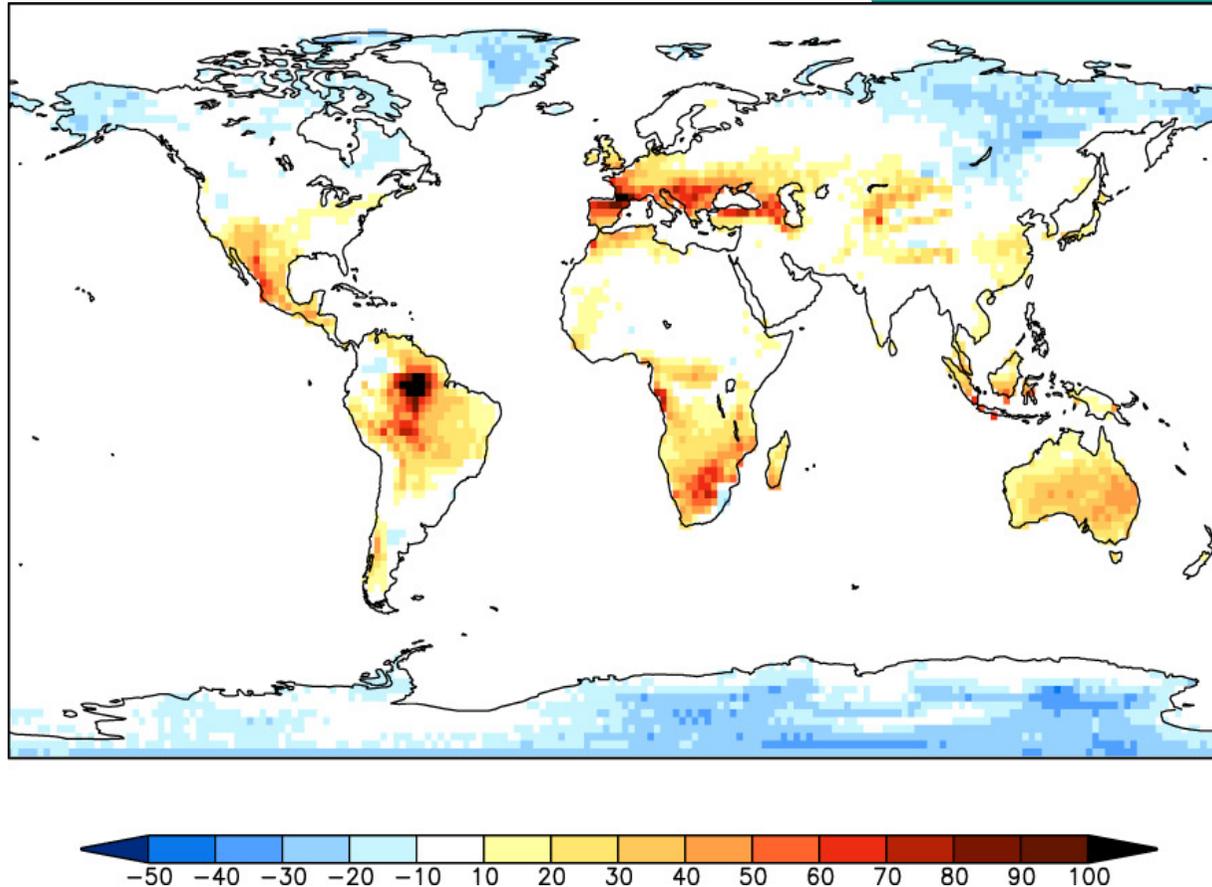
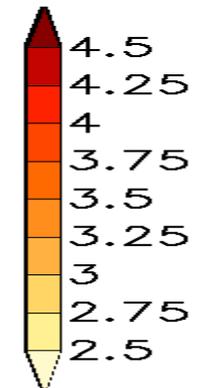
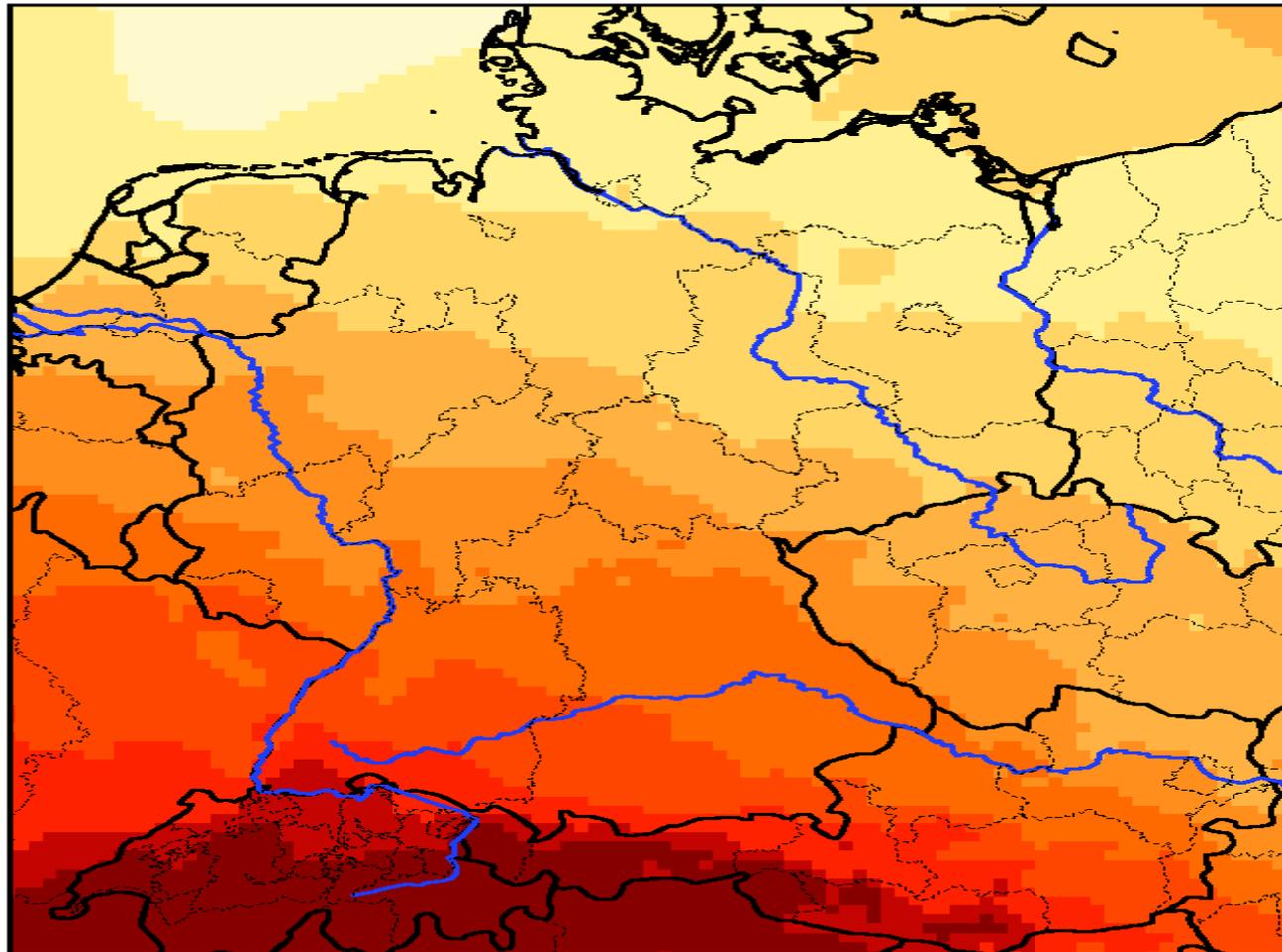


Abb. 17: Prozentuale Änderungen vom maximalen Trockenperioden im Szenario A1B; maximale Trockenperiode definiert als maximale Anzahl von aufeinander folgenden Tagen innerhalb eines Jahres mit täglicher Niederschlagsmenge unterhalb eines Schwellwertes von 1mm; dargestellt ist prozentuale Änderung der 30-jährigen Mittelwerte im Zeitraum 2071-2100 bezogen auf Mittelwerte der Jahre 1961-1990

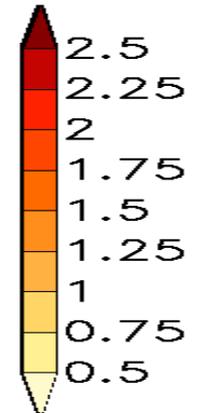
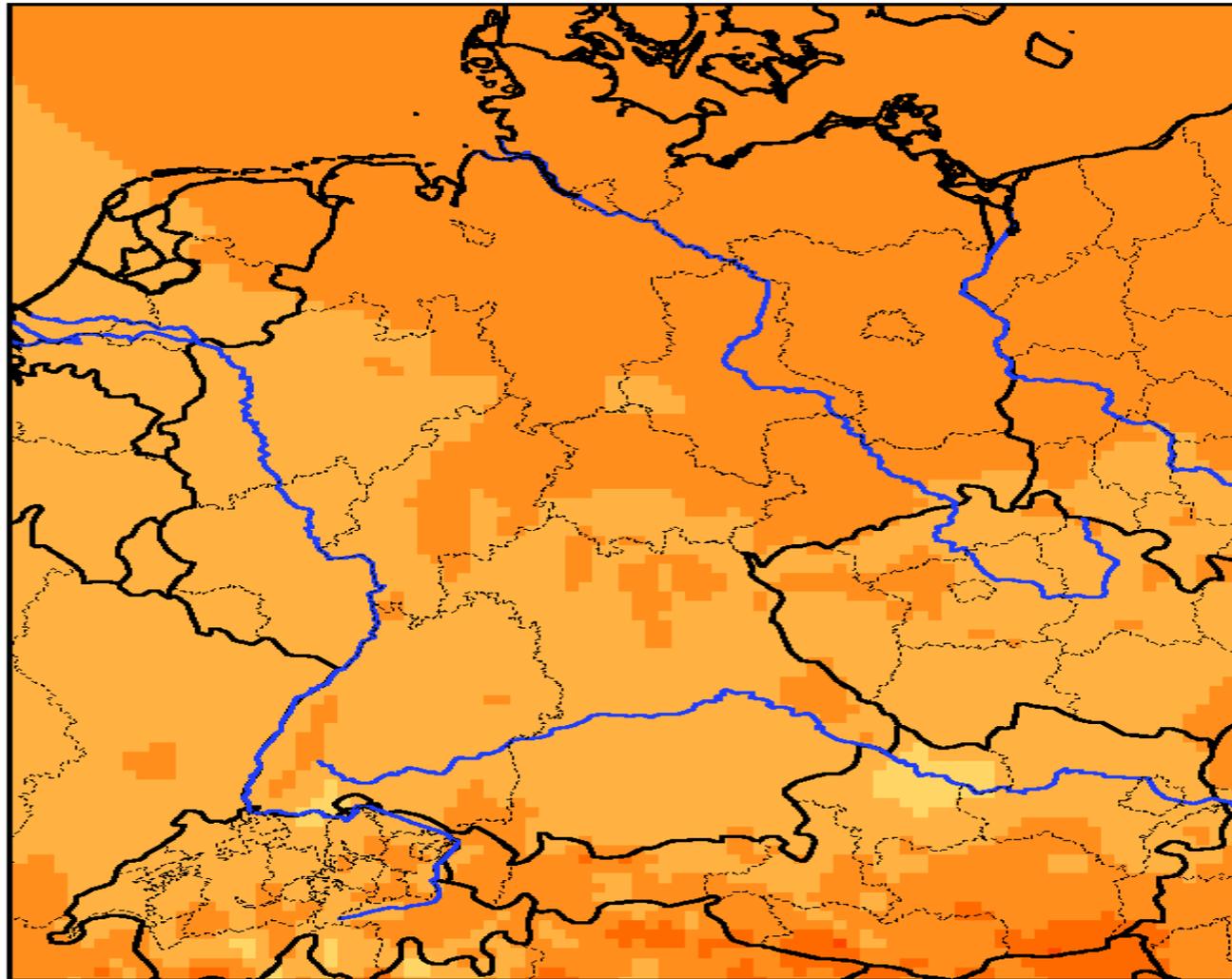


A1B (2071/2100 – 1961/1990) 9 Punkte Filter
Sommer: 2m Lufttemperatur [°C]



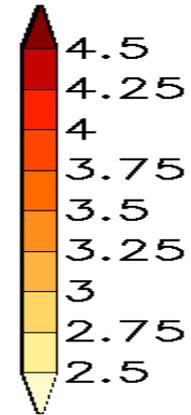
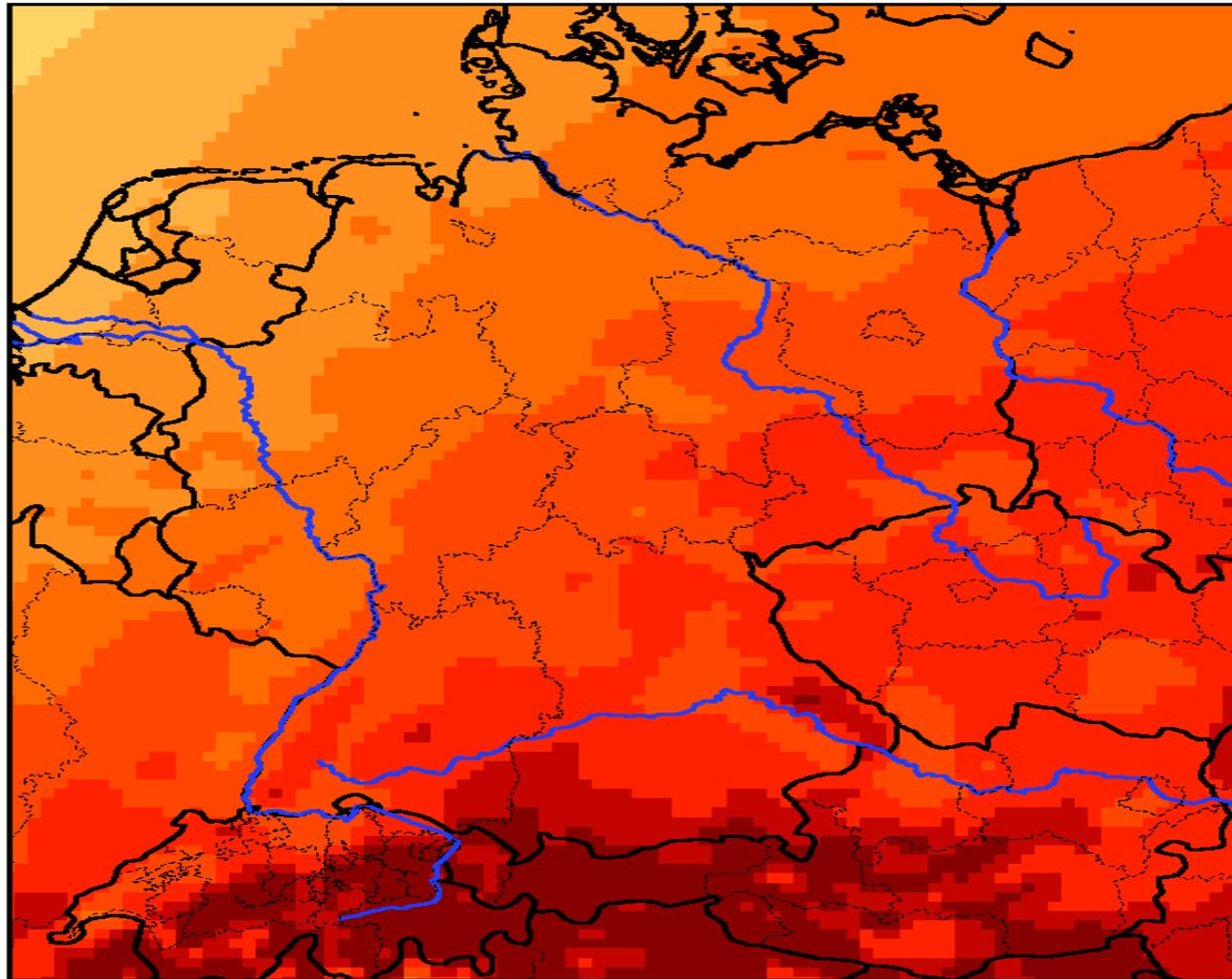


A1B (2021/2050 – 1961/1990) 9 Punkte Filter
Winter: 2m Lufttemperatur [°C]

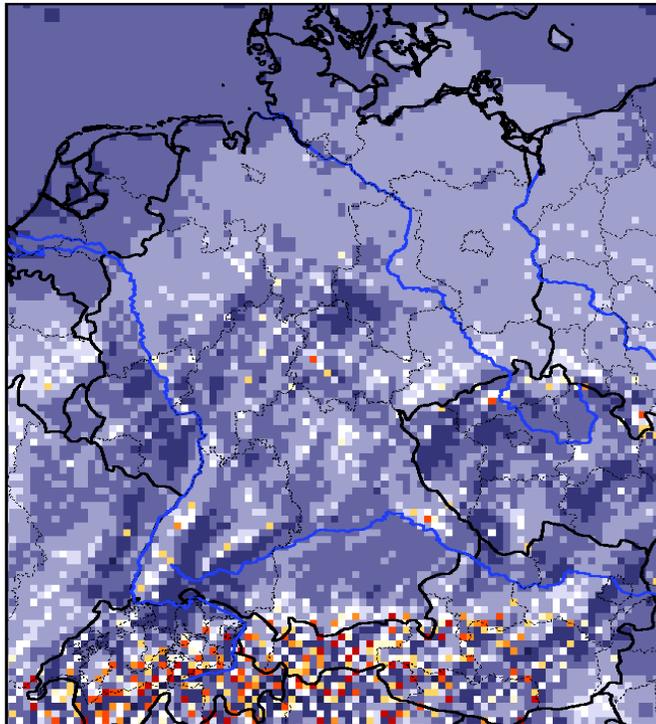




A1B (2071/2100 – 1961/1990) 9 Punkte Filter
Winter: 2m Lufttemperatur [°C]



A1B (2071–2100) – CTRL (1961–1990)
Winter: relative Niederschlagsänderung [%]



A1B (2071–2100) – CTRL (1961–1990) 9 Punkte Filter
Winter: relative Niederschlagsänderung [%]

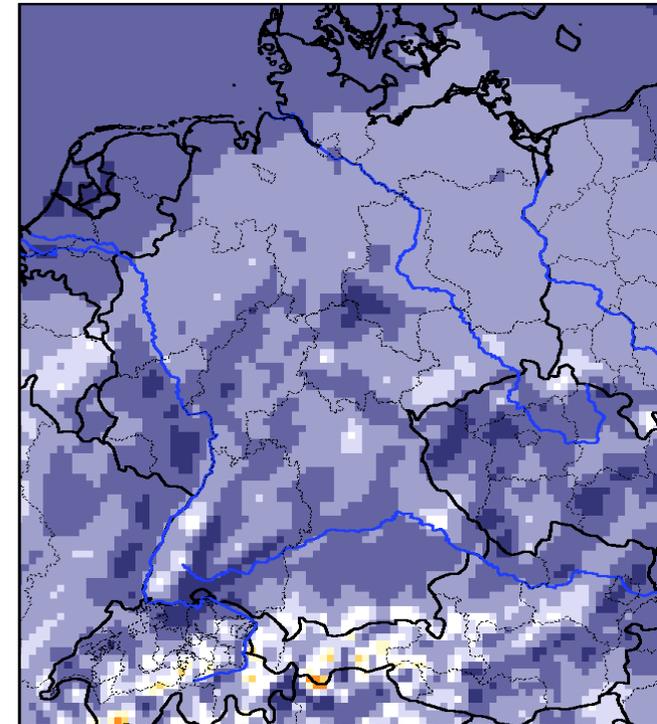


Abbildung: Relative Niederschlagsänderung [%] im Winter (DJF) für den 30 Jahreszeitraum 2071-2100 zur Klimareferenzperiode 1961-1990 links: Originaldaten und rechts: gefilterte Daten (9 Punkte Filter). Darstellung ohne Relaxationszone



Folgen für Ökosysteme

- Klimaänderungen schädigen, ja zerstören bisherige Ökosysteme und schaffen neue, unbekannte Ökosysteme
- Artenschutz wird dadurch noch viel schwieriger
- die Ko-Evolution von Natur und Zivilisation gelingt nur bei Erhalt der biologischen Vielfalt, d.h. Klimaschutzpolitik ist auch Basis für den Artenschutz





Zentrales Ziel der Rahmenkonvention zu Klimaänderungen

„[...] Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen um einen gefährlichen Eingriff in das Klimasystem zu vermeiden. Diese Stabilisierung ist innerhalb eines Zeitraums zu erreichen, so dass sich natürliche Ökosysteme anpassen können, die Ernährung nicht generell gefährdet ist, und eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung möglich bleibt.“





IPCC-FAR-WGII, April 2007

Die Ernten können in höheren Breiten bis zu einem Anstieg der lokalen Durchschnittstemperatur um bis zu 1,5 bis 3,5°C über dem vorindustriellen Wert leicht zunehmen und sinken oberhalb dieser Temperaturschwelle in einigen Regionen wieder ab.

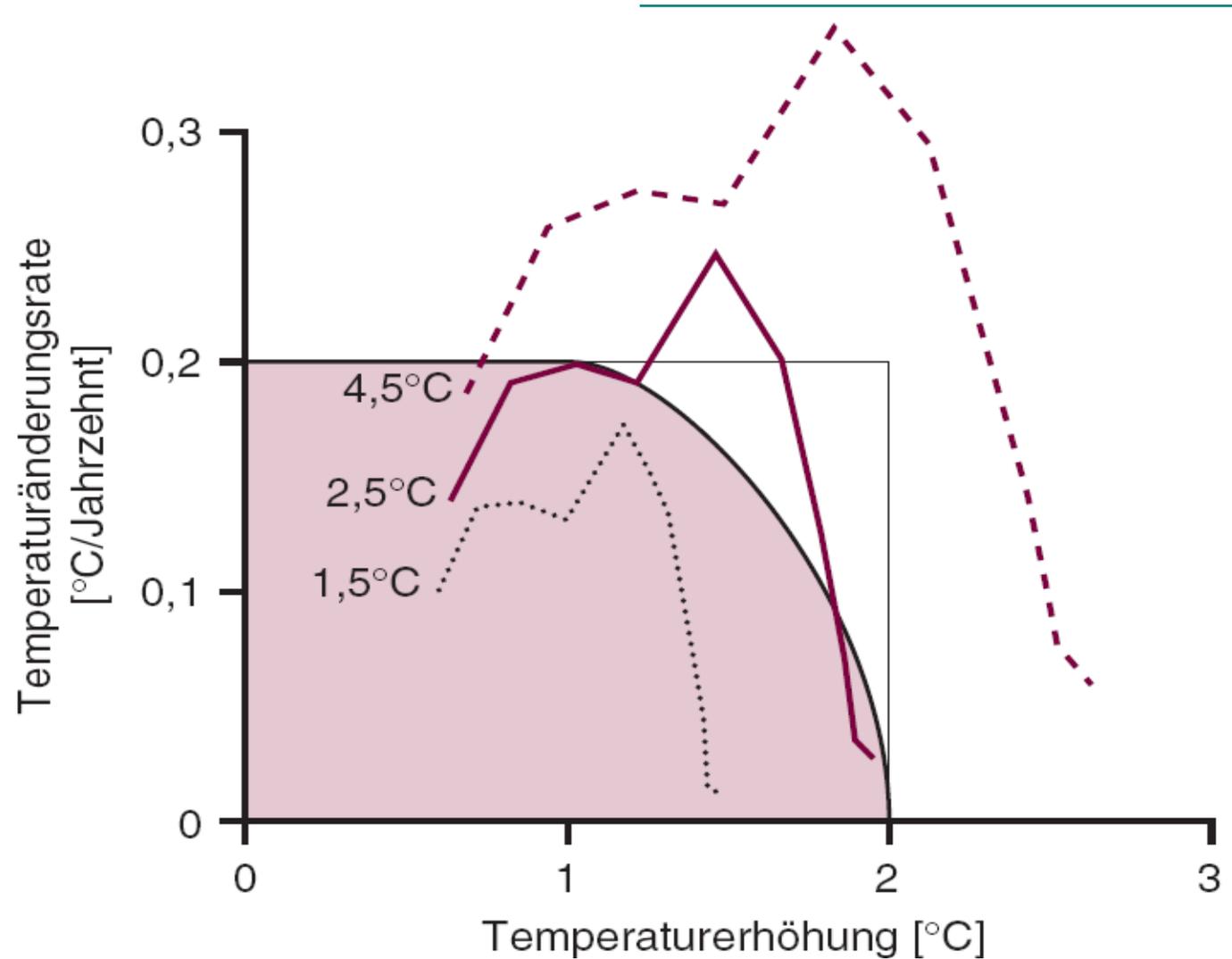
In niederen Breiten führt selbst eine geringe globale Temperaturerhöhung tendenziell zu sinkenden Getreideerträgen, wobei insbesondere Dürren und Überschwemmungen die Landwirtschaft – insbesondere im Selbstversorgungssektor – gefährden.

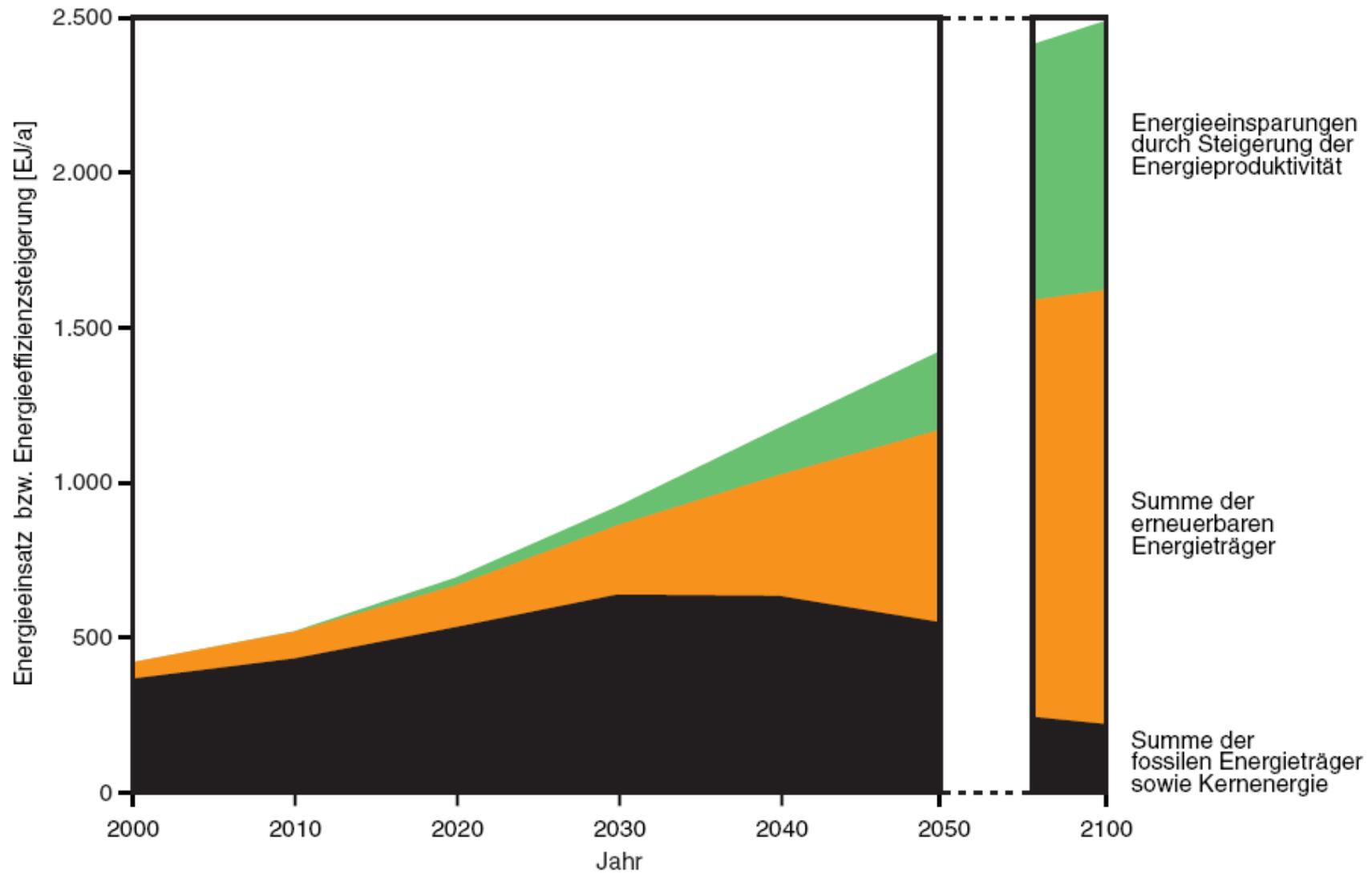




Abb. 4.3-2
Das A1T-450-Szenario
im Klimafenster bei
sehr unterschiedlicher
Empfindlichkeit des
Klimasystems (1,5°C,
2,5°C und 4,5°C
Klimasensitivität). Die
Klimasensitivität ist
die Erwärmung bei
Verdopplung des
vorindustriellen
CO₂-Gehalts der Luft.

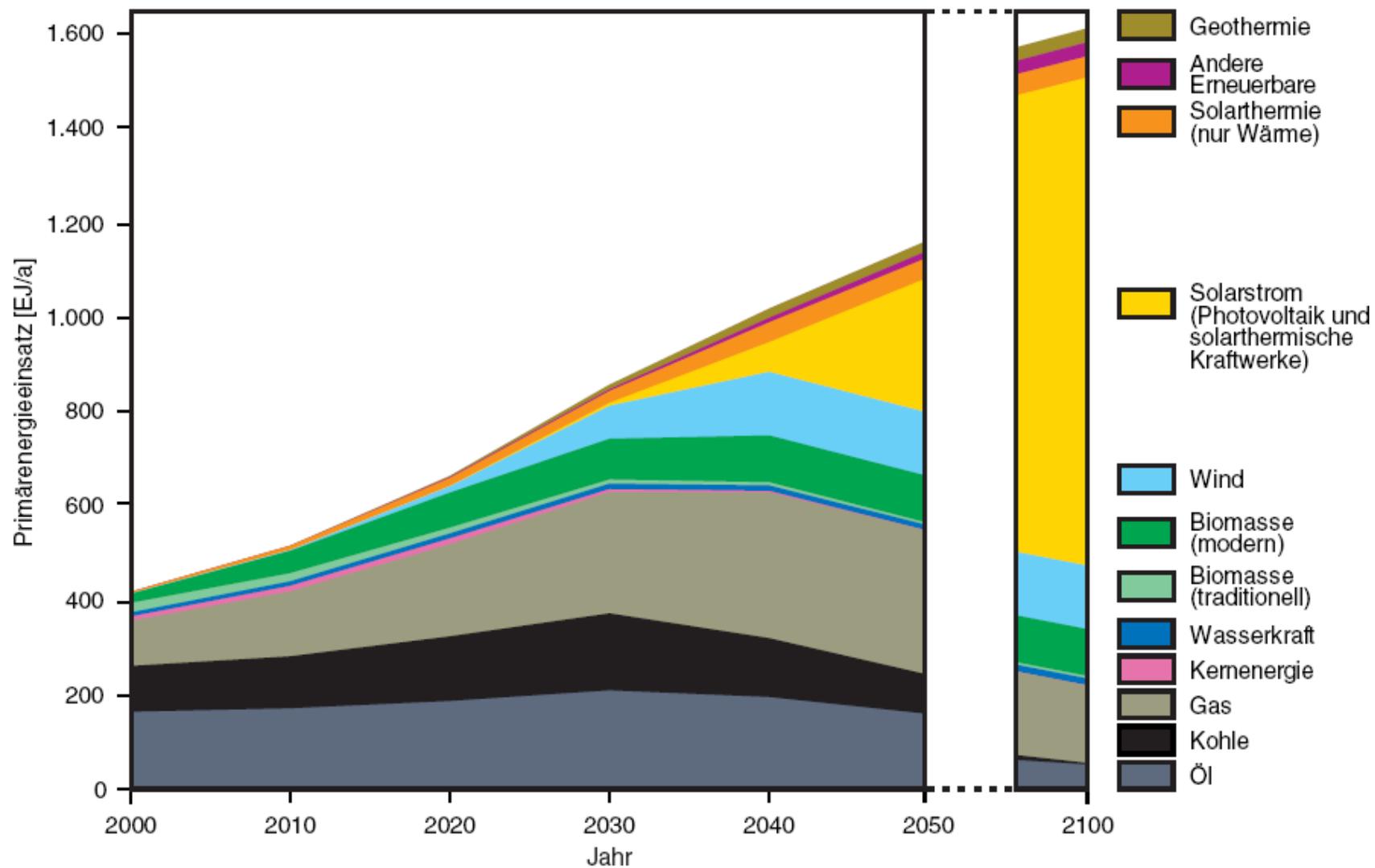
Quelle: WBGU, 1995
unter Verwendung
von Daten der IIASA





Quelle: WBGU, 2003



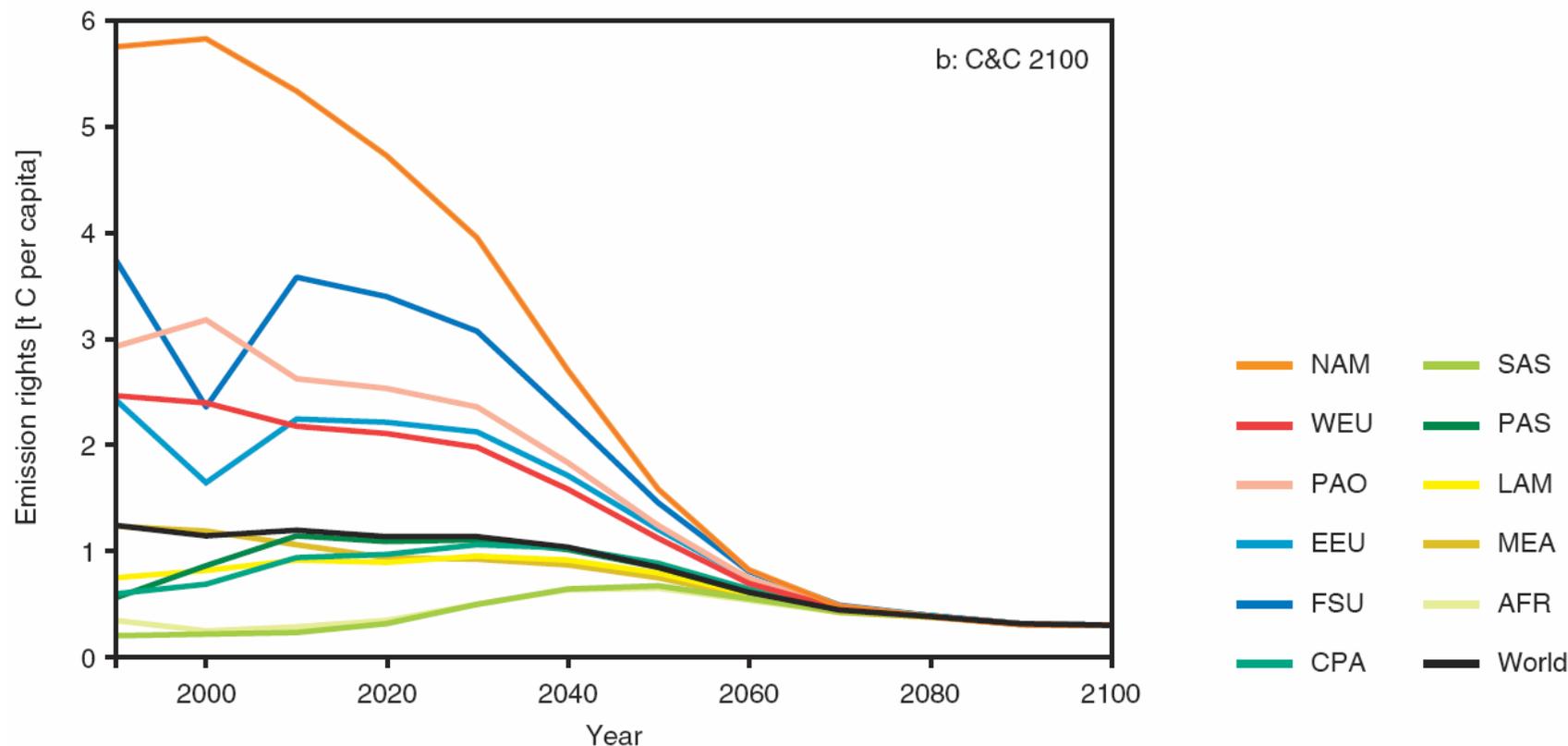


Quelle: WBGU, 2003





Burden sharing : „Contraction and Convergence“



Development of per-capita emission rights under contraction and convergence in scenario A1T*-450 with years of convergence 2050





**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit!**

