



POTSDAM-INSTITUT FÜR
KLIMAFOLGENFORSCHUNG



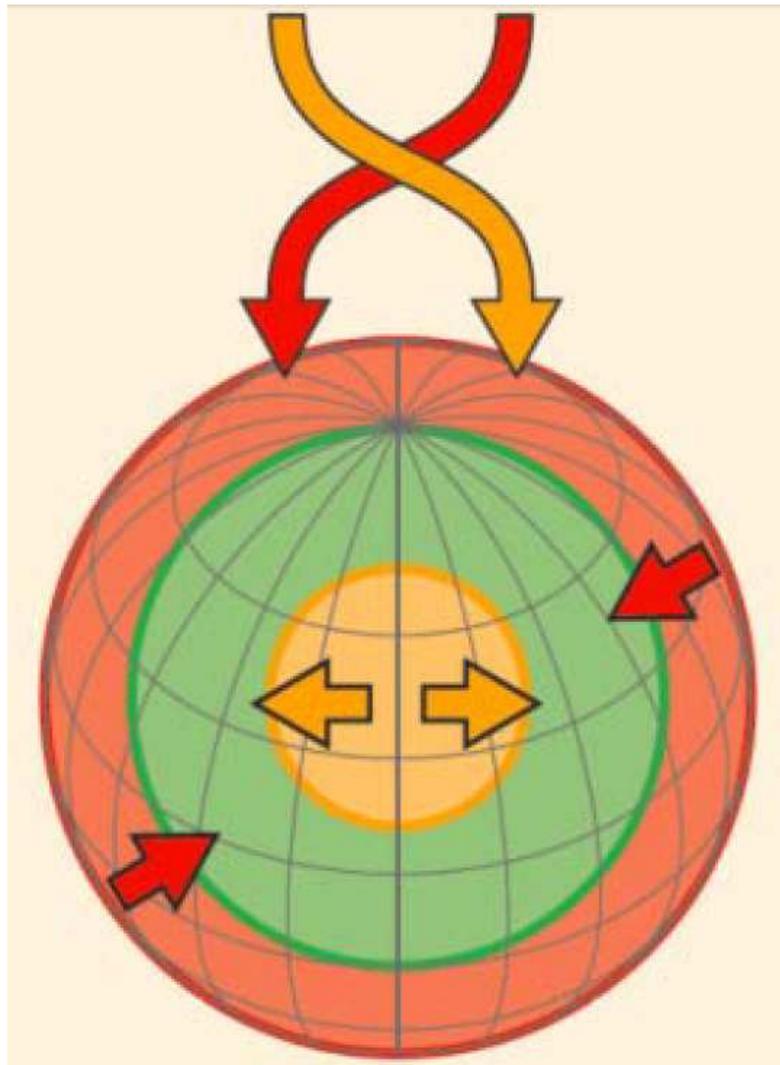
Klimawandel - Natur im Wandel !?

Prof. Dr. Manfred Stock

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Forschungsbereich Klimawirkungen
Hochschule für Nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde, Fachbereich Wald und Umwelt

**Vortrag zum 5. Ernst-Boll-Naturschutztag
Neubrandenburg, 8. November 2014**

Der Klimawandel ist ein Stressfaktor von mehreren



-  Biophysical stressors
-  Resilience space
-  Social stressors

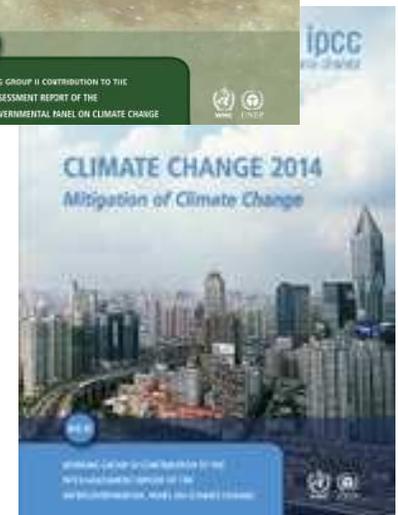
Klima ist die raum-zeitliche Gesamtheit der möglichen momentanen Zustände der Atmosphäre (=Wetter)

unter Berücksichtigung des Maßstabs der wirkungsrelevanten Prozesse vom Erdinneren über **Biotope und Klimazonen** bis zum Sonnensystem.

(in Anlehnung an Hupfer)

Die neuen Ergebnisse des Weltklimarats (IPCC) 2013/2014

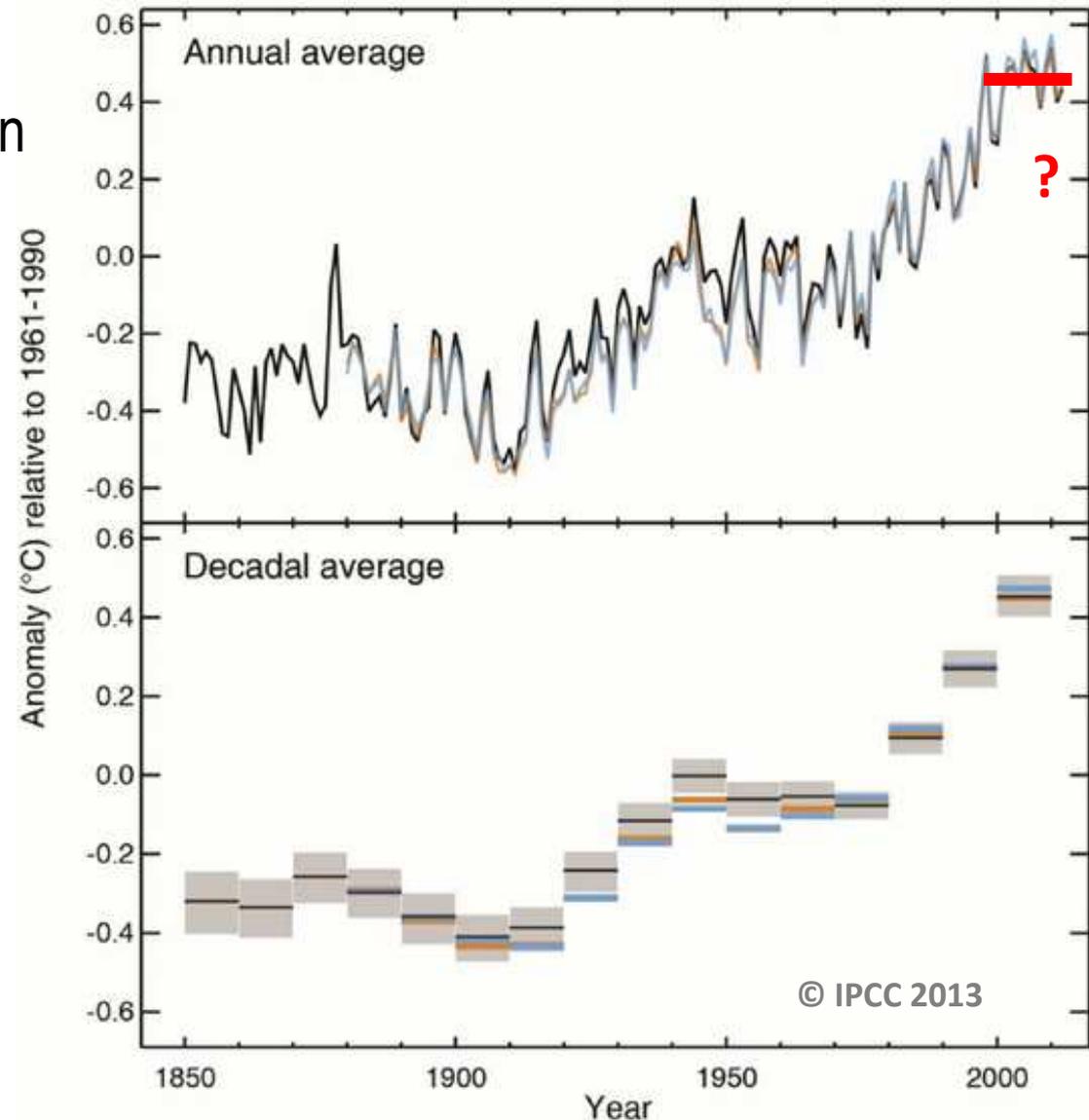
- I. Der fünfte Sachstandsbericht (AR5) hat die bestehenden Erkenntnisse zum derzeitigen Klimawandel und dem Einfluss der anthropogenen Treibhausgasemissionen bestätigt und weiter konkretisiert.
- II. Verstärkt sich der Klimawandel in den kommenden Jahrzehnten weiter, nimmt Hitzestress zu, Extremereignisse werden voraussichtlich häufiger und führen zu stärkeren negativen Folgen: Risiken bestehen z.B. durch Extremtemperaturen, Dürreperioden, Stürme und Überflutungen.
- III. Aber: Das Zwei-Grad-Ziel ist machbar – mit technologischem und institutionellem Wandel!



1. Die Globale Erwärmung ist eindeutig

Veränderung der globalen Oberflächen-Temperaturen von Land und Ozean , 1850-2012.

- Die globale Erwärmung ist
- seit den 1950ern eindeutig
 - gegenüber früheren Klimaänderungen vor tausenden von Jahren unvergleichlich stark
 - verbunden mit vielen beobachteten Veränderungen



Klimaforschung: Rätsel um stockende Erwärmung

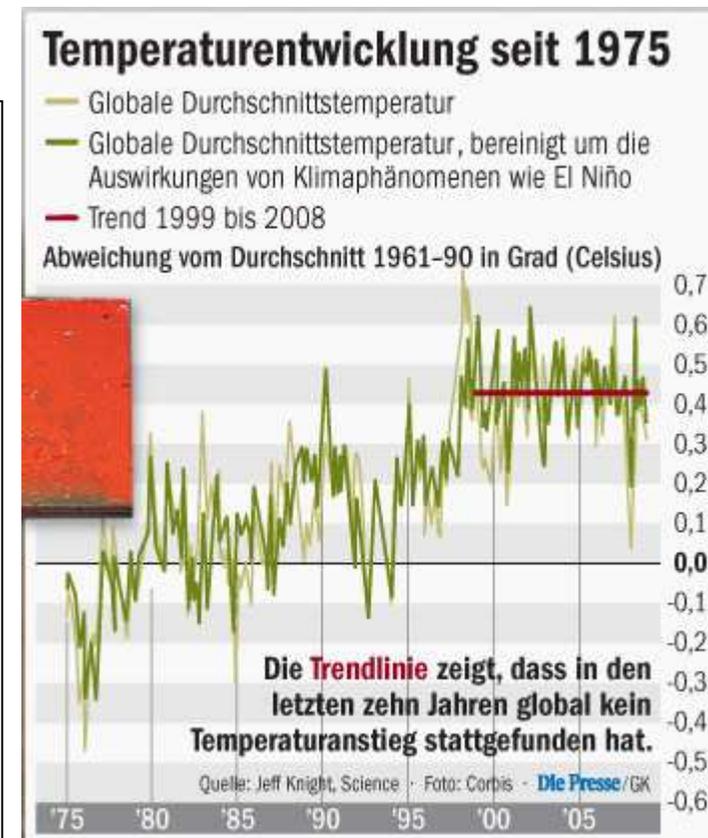
Eine unerwartete Entwicklung beschäftigt Klimaforscher: Die Luft hat sich anscheinend seit 16 Jahren nicht weiter erwärmt. Offenbar überdecken natürliche Phänomene die zunehmende Wirkung der Treibhausgase. Was geht vor?

DER TAGESSPIEGEL
ERBUM CAUSAS
COGNOSCERE

03.09.2014

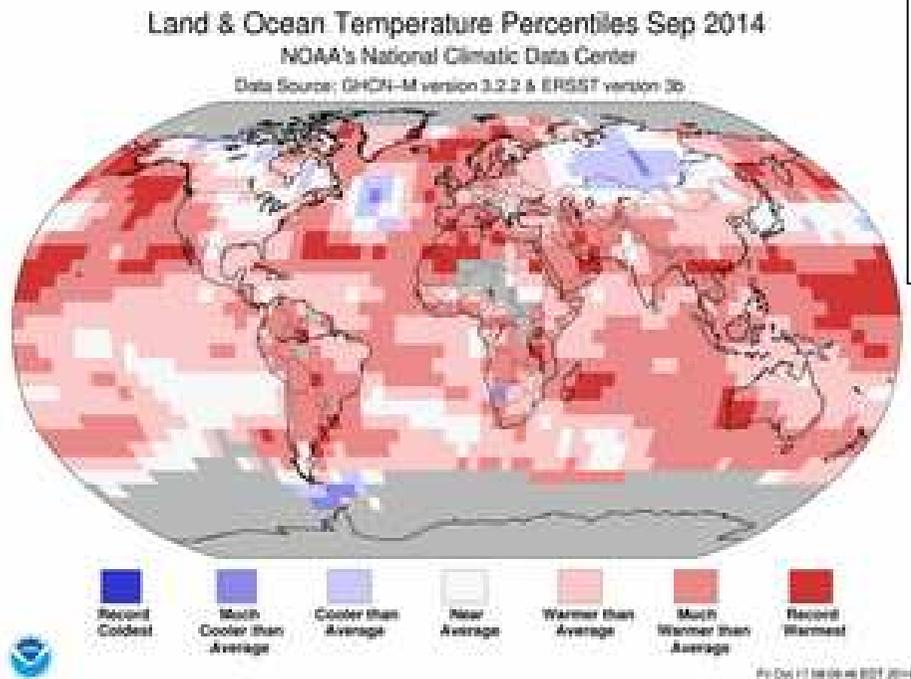
CO₂-Gehalt in der Atmosphäre
Pause bei der Erderwärmung bringt Forscher in Erklärungsnot
von Ralf Nestler

Die Temperatur an der Erdoberfläche stagniert seit Jahren, trotz steigenden Kohlendioxidgehalts. Eine schlüssige Erklärung fehlt nach wie vor. Das weckt Zweifel an den Klimamodellen. Ein Kommentar.



"Die Presse", Print-Ausgabe, 12.10.2009

Klima: September bricht Temperaturrekord
Klimaforscher melden einen neuen Höchststand: Der September war weltweit der mildeste seit Beginn der Messungen. Auch Deutschland erlebte hohe Temperaturen. Bricht 2014 den Jahresrekord?



DER TAGESSPIEGEL



🌐 20.07.2014

Im Süden und Westen Gewitter
Deutschland beim Wetter geteilt - Berlin mit Hitzerekord 2014

von Stefan Jacobs

National Oceanic and Atmospheric Administration's (NOAA), Washington:
After record warm September, 2014 is on track to warmest year

<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/summary-info>



Die Globale Erwärmung betrifft nicht nur die Atmosphäre

**Argo-Programm:
3600 automatische
Treibbojen messen
bis 2000 m die
Temperaturen in
den Weltmeeren**

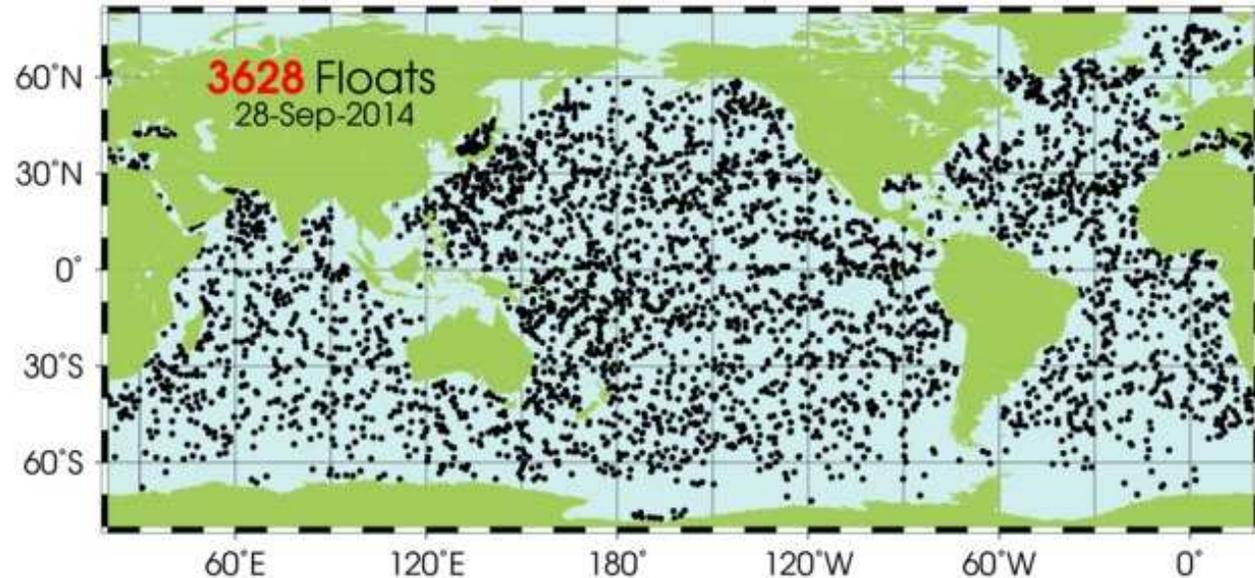
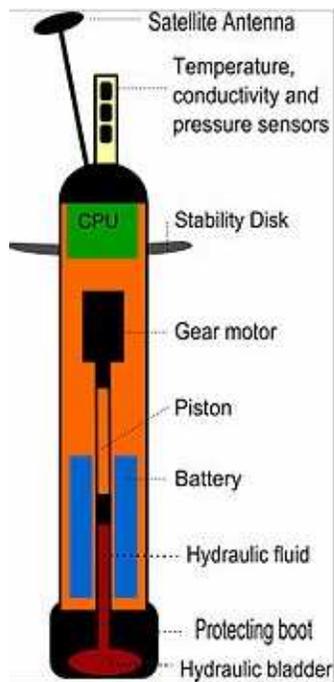
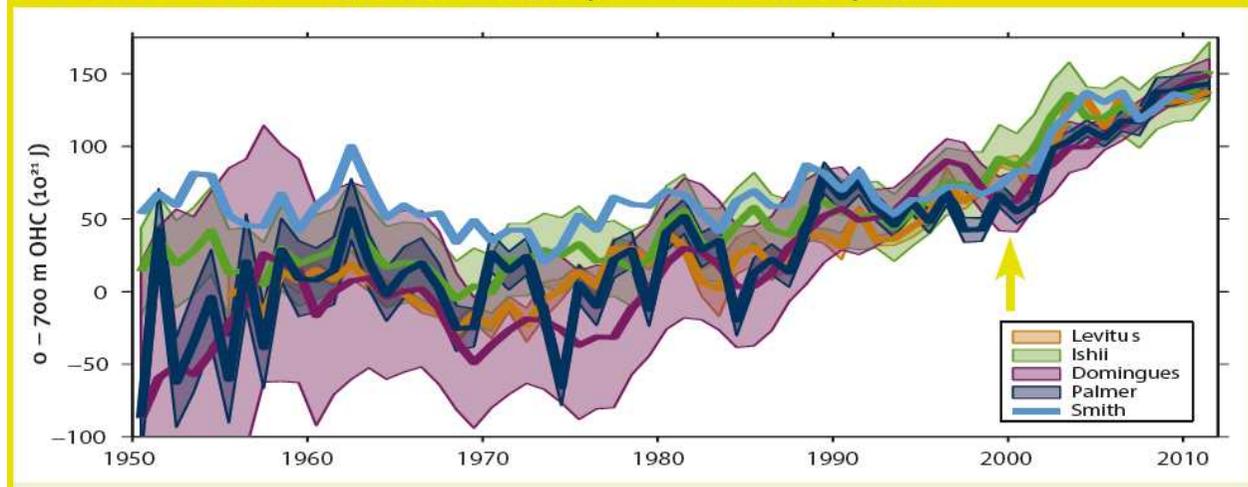
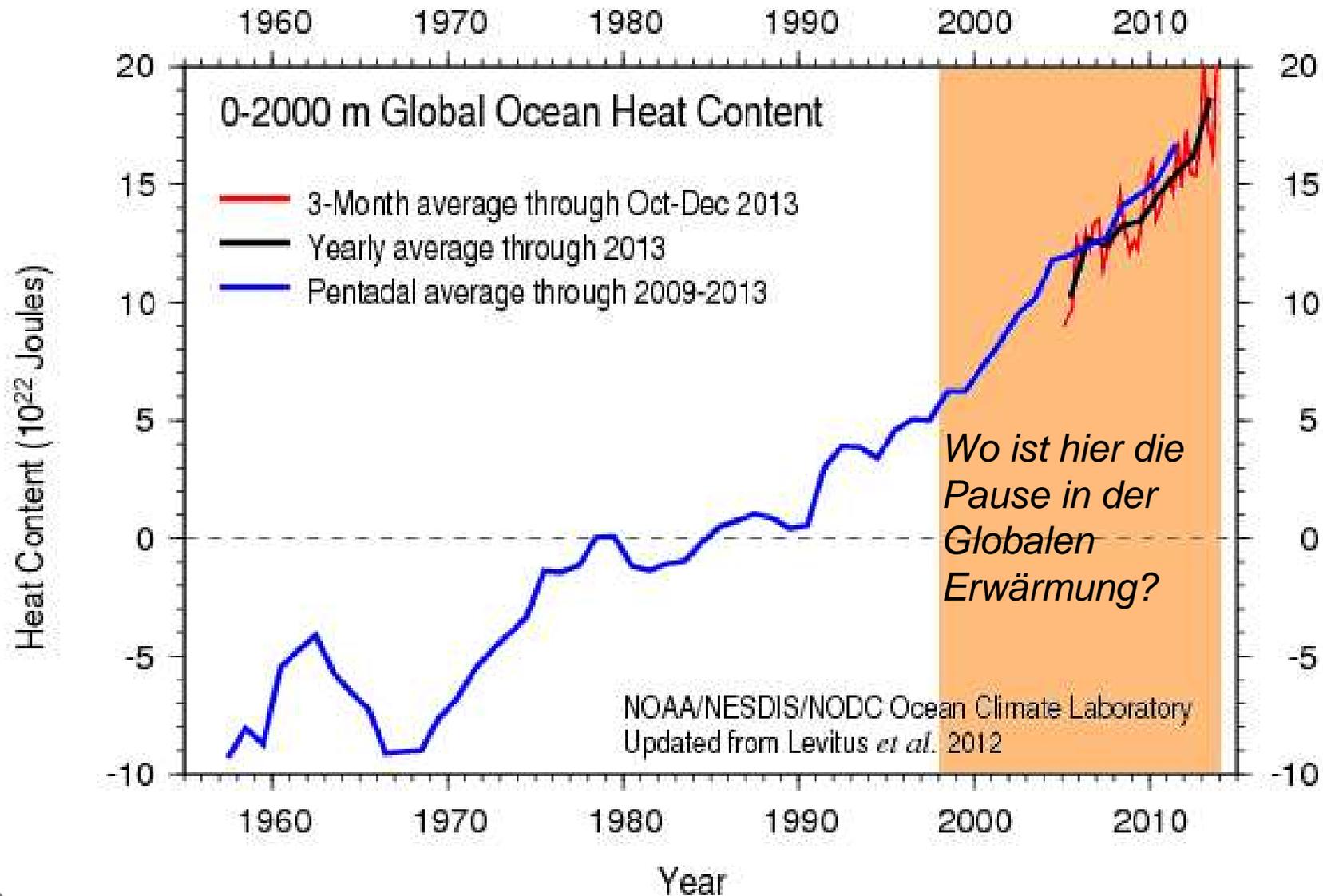


Abb. 2: Der Ozean als größter Energiespeicher im Klimasystem



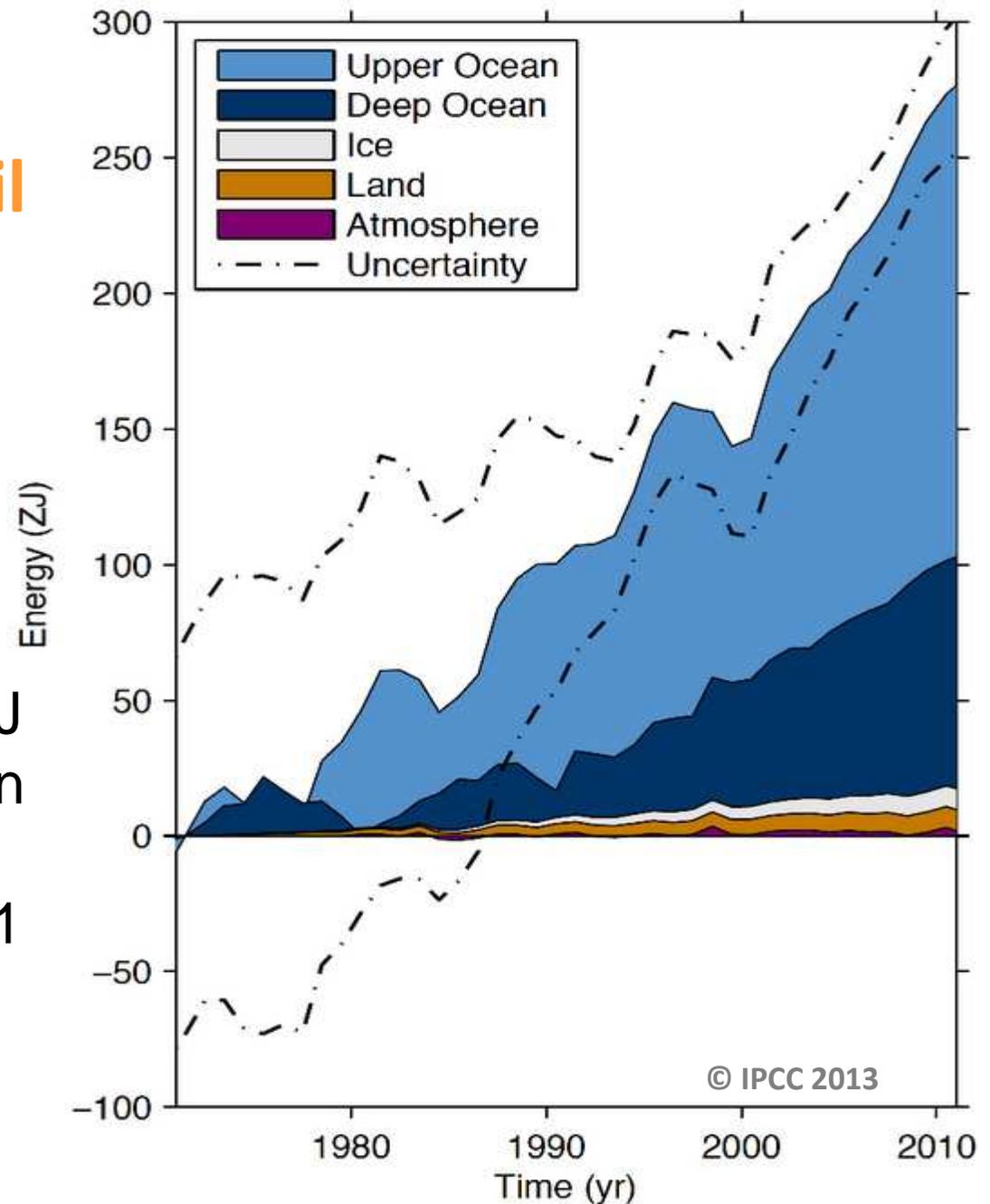
Eintrag von Wärmeenergie in die Ozeane



2. Die Erwärmung geht zum größten Teil in die Ozeane

Energieakkumulation in ZJ in einzelnen Komponenten des Klimasystems 1971–2010 relativ zu 1971

(1 ZJ = 10^{21} J)



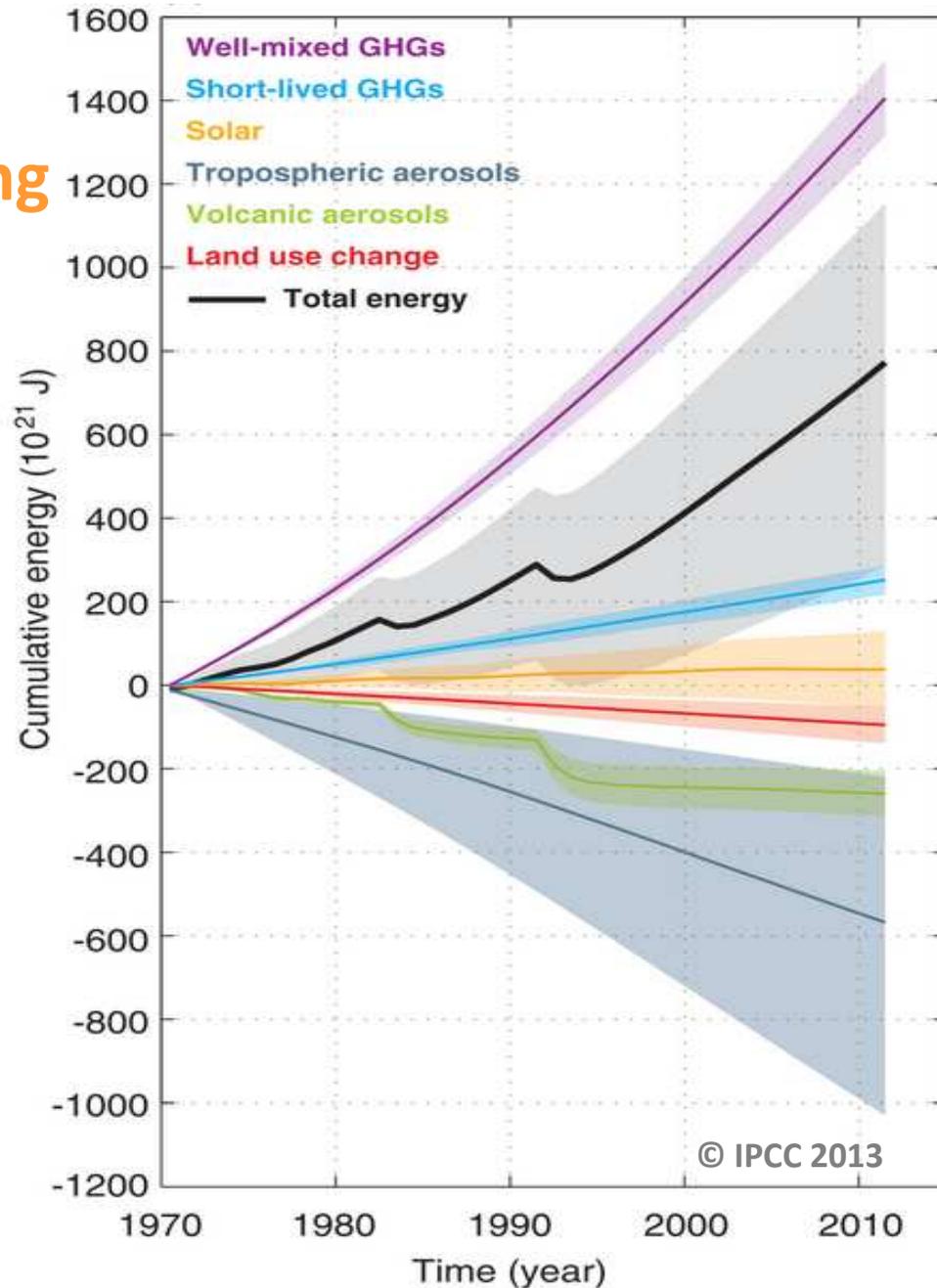
3. Menschen verursachen größtenteils die Erwärmung

Box 13.1 fig. 1:
Änderung des Energiebudgets der Erde in ZJ von 1970 bis 2011

1 ZJ = 10^{21} J
(~200 Mio. Hiroshimabomben)

IPCC-SPM:

„Höchstwahrscheinlich ist der Mensch verantwortlich für den größten Teil dieser Energiezunahme“

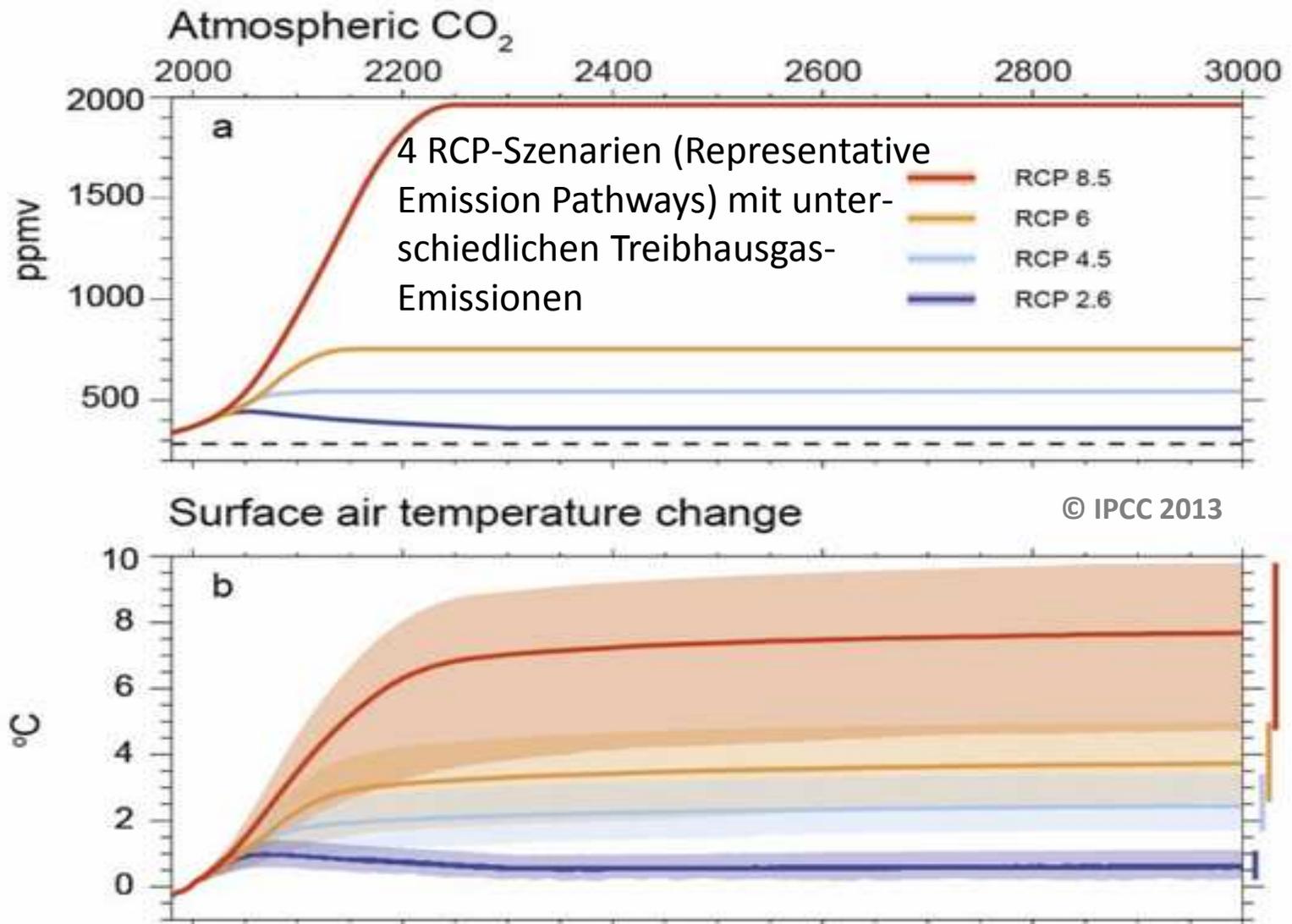


4. Die Erwärmung ist weitgehend irreversibel

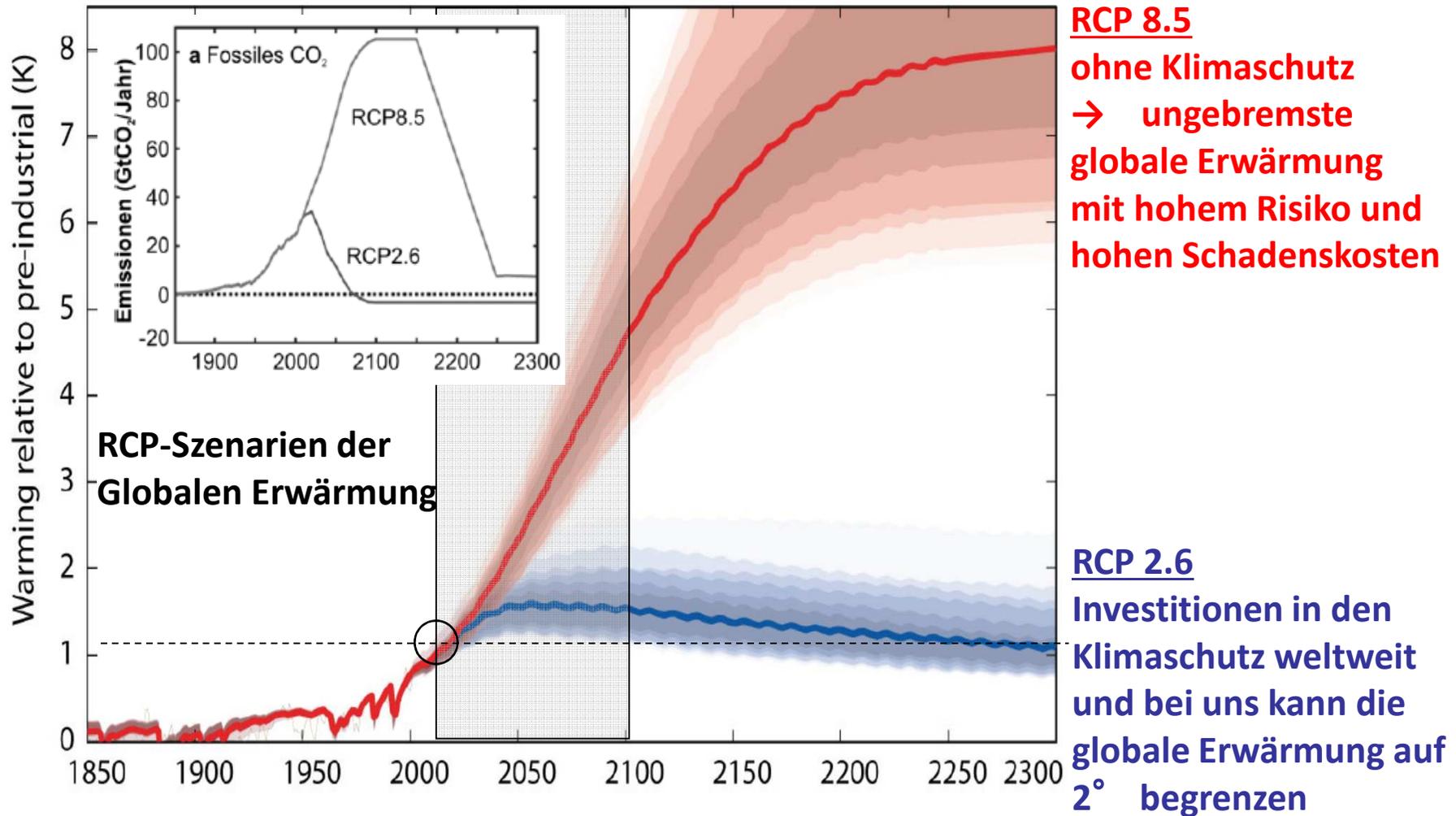
CO₂-Anteil in der Atmosphäre

(Fig. 12.43)

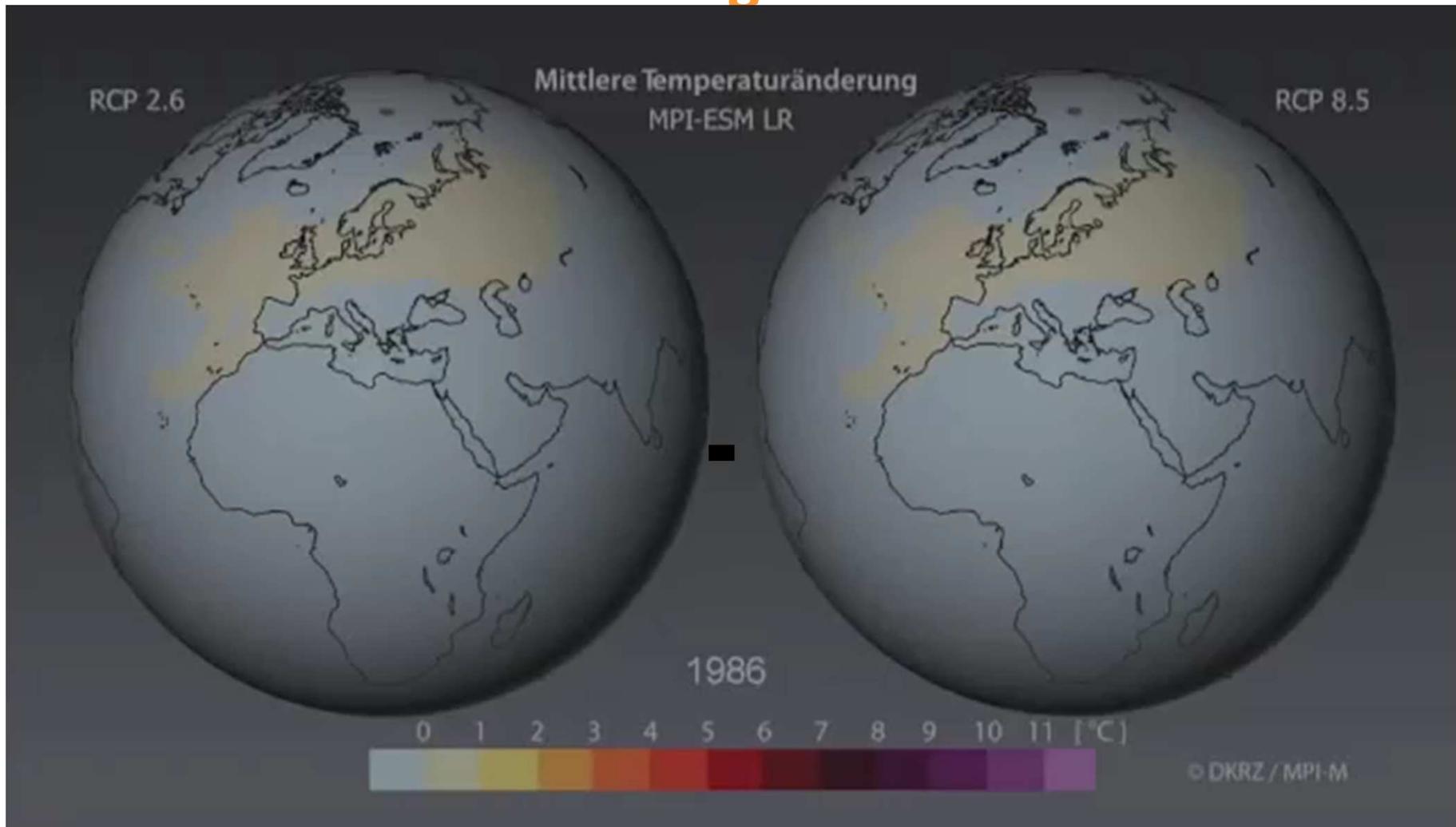
Temperaturänderung an der Oberfläche



Klimaprojektionen: zukünftig mögliche Entwicklungen des Klimas



RPC2.6 - Global Warming 1986-2100 - RCP8.5



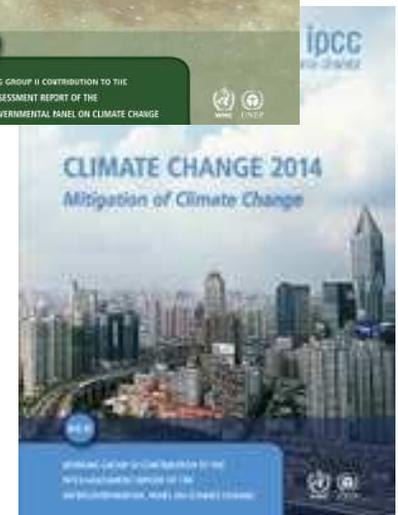
<http://www.mpimet.mpg.de/kommunikation/filme-animationen/visualisierungen/temperaturaenderung.html>

Die neuen Ergebnisse des Weltklimarats (IPCC) 2013/2014

I. Der fünfte Sachstandsbericht (AR5) hat die bestehenden Erkenntnisse zum derzeitigen Klimawandel und dem Einfluss der anthropogenen Treibhausgasemissionen bestätigt und weiter konkretisiert.

II. Verstärkt sich der Klimawandel in den kommenden Jahrzehnten weiter, nimmt Hitzestress zu, Extremereignisse werden voraussichtlich häufiger und führen zu stärkeren negativen Folgen: Risiken bestehen z.B. durch Extremtemperaturen, Dürreperioden, Stürme und Überflutungen.

III. Aber: Das Zwei-Grad-Ziel ist machbar – mit technologischem und institutionellem Wandel!

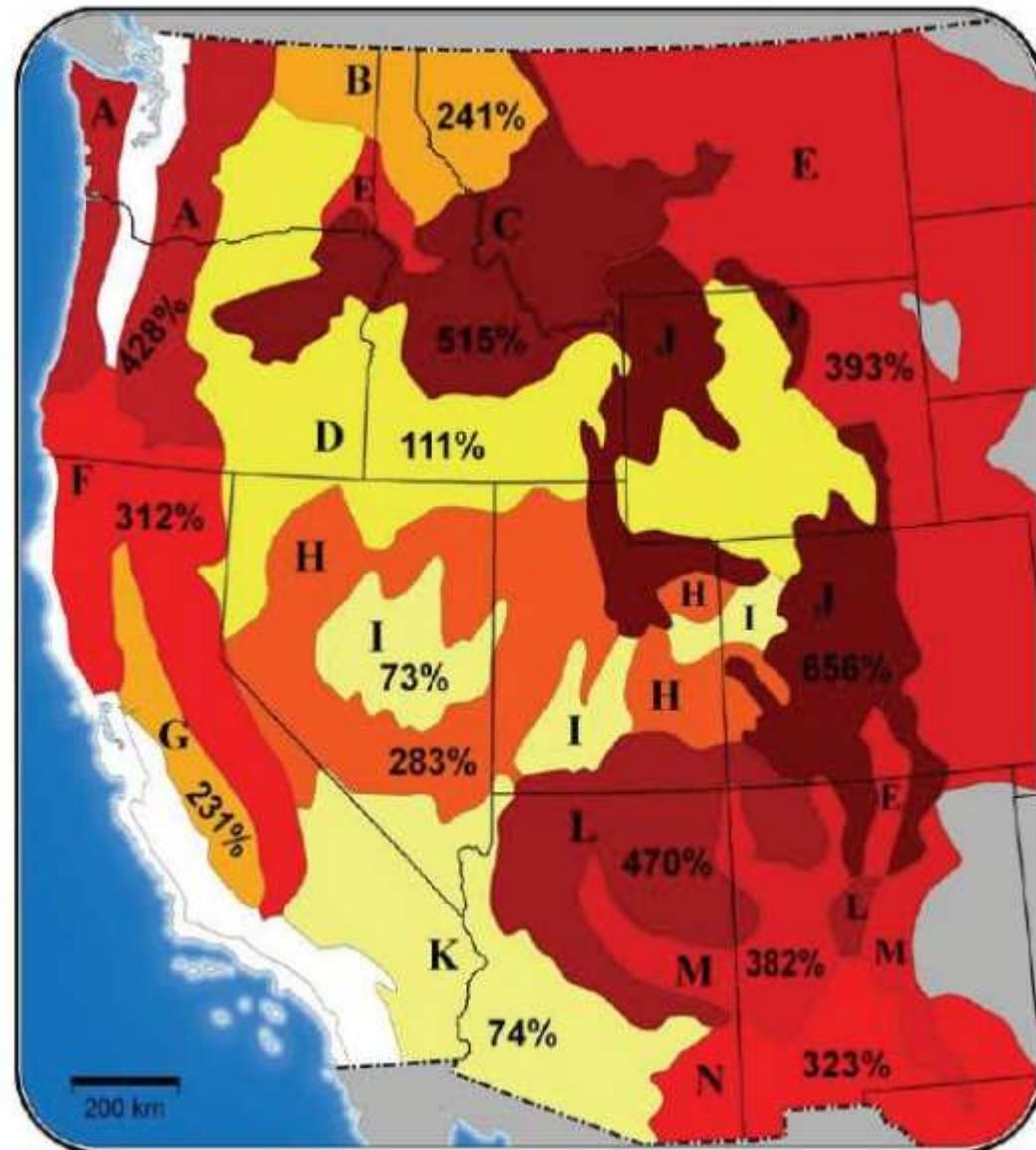


Regionale Auswirkungen des Klimawandels



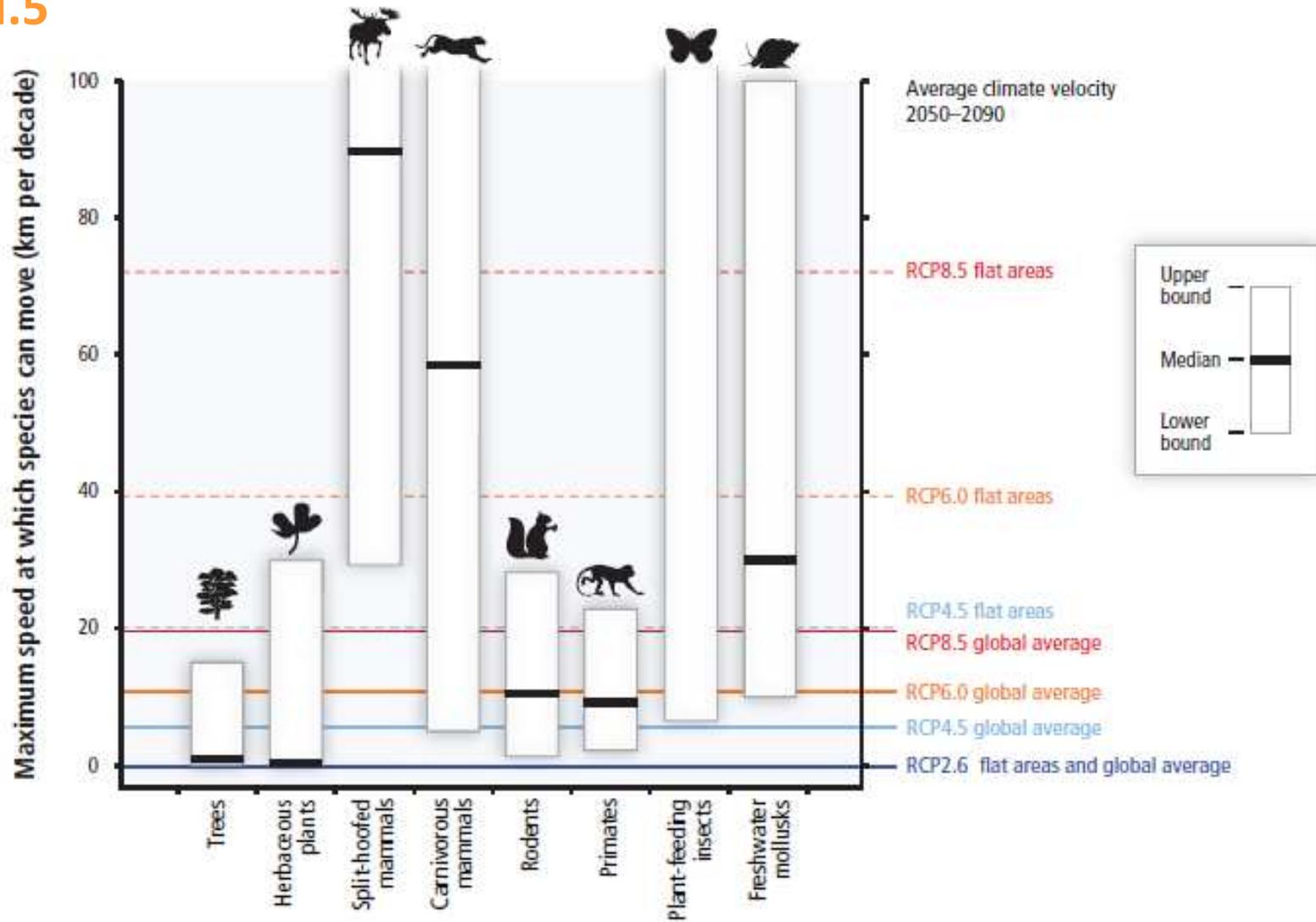
Observed impacts: Wildfire

Increase in area burned annually for each 1° C increase in temperature



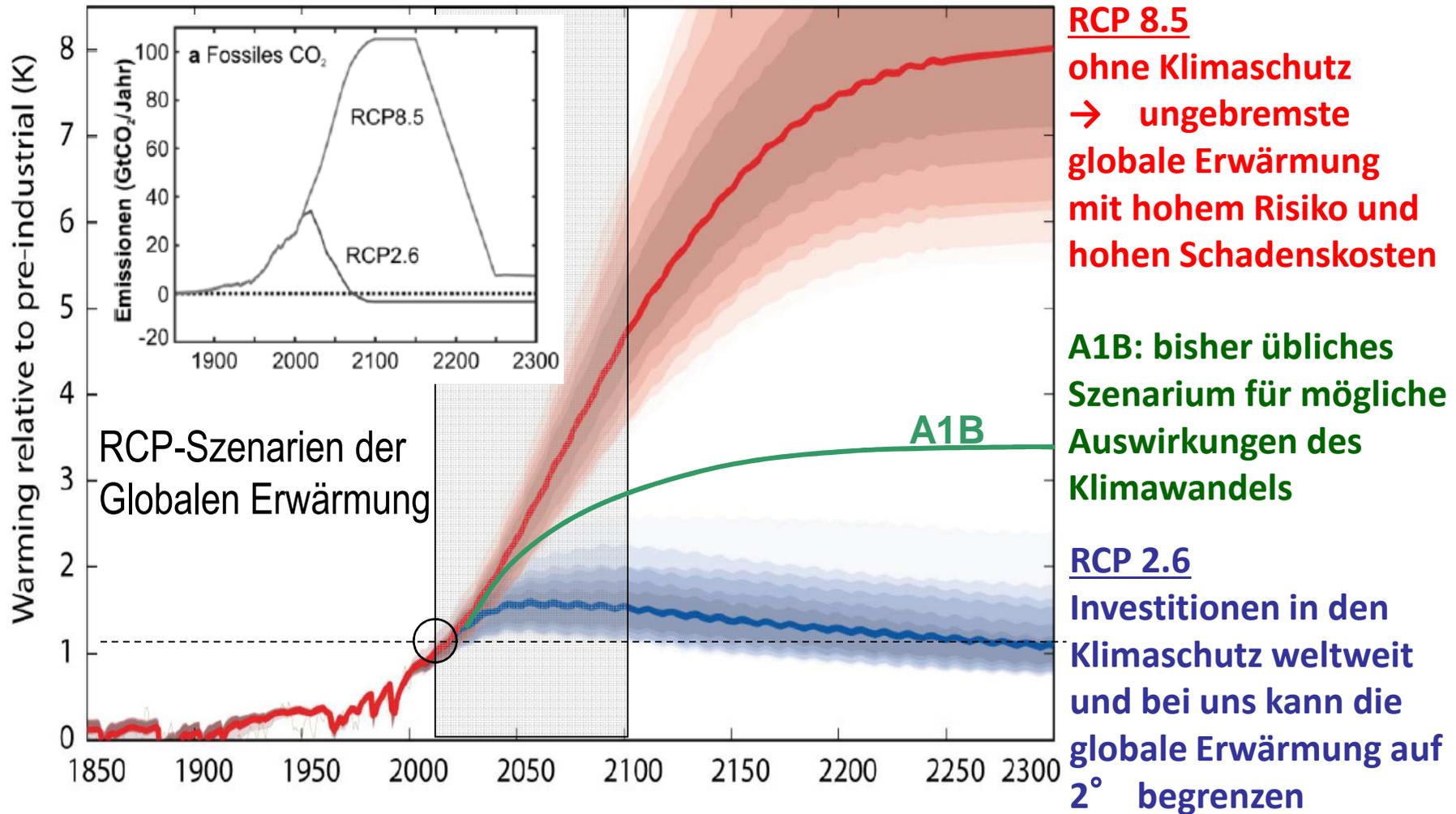
Max. speeds species can move across landscapes

Fig. SPM.5



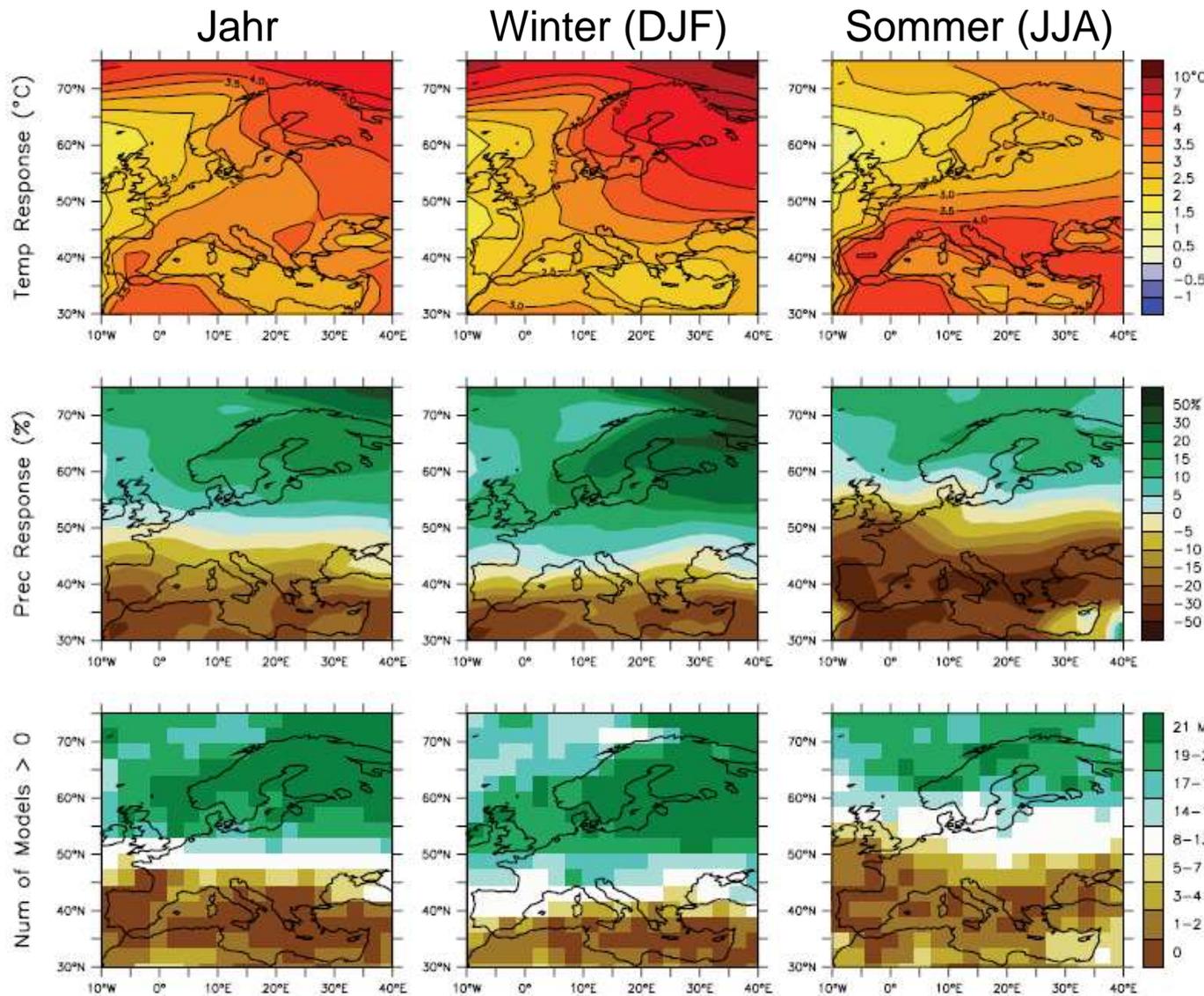
http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WG2AR5_SPM_FINAL.pdf

Was die Zukunft bringen kann, beeinflussen heutige Entscheidungen



Meinshausen et al. 2011

Klimaänderungen in Europa und Unsicherheiten



A1B Szenario, 21 Modelle
 Änderungen im Mittel
 1980-1999 zu 2080-2099,

**Temperatur-
 differenz ° C**

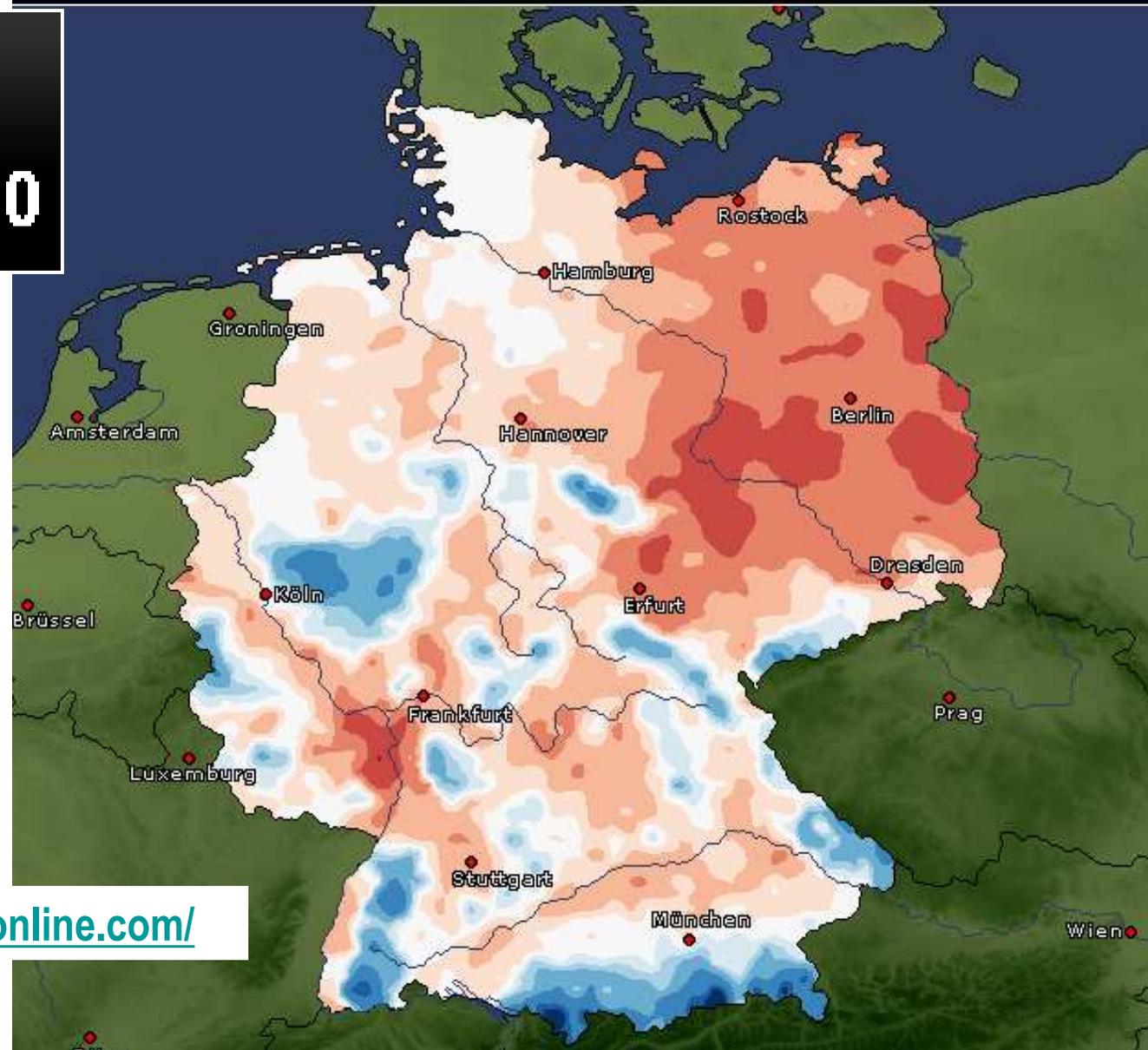
**Niederschlags-
 änderung %**

Anzahl der Modelle,
 die eine Erhöhung
 des Niederschlags
 berechnen

Quelle: IPCC 2007, WG1;
 Christensen et al. 2007

Wasserbilanz 2021 bis 2030

Bilanz aus
Niederschlag,
Verdunstung,
Abfluss und
Speicheränderung



<http://www.klimafolgenonline.com/>

Auswirkungen auf Gewässer

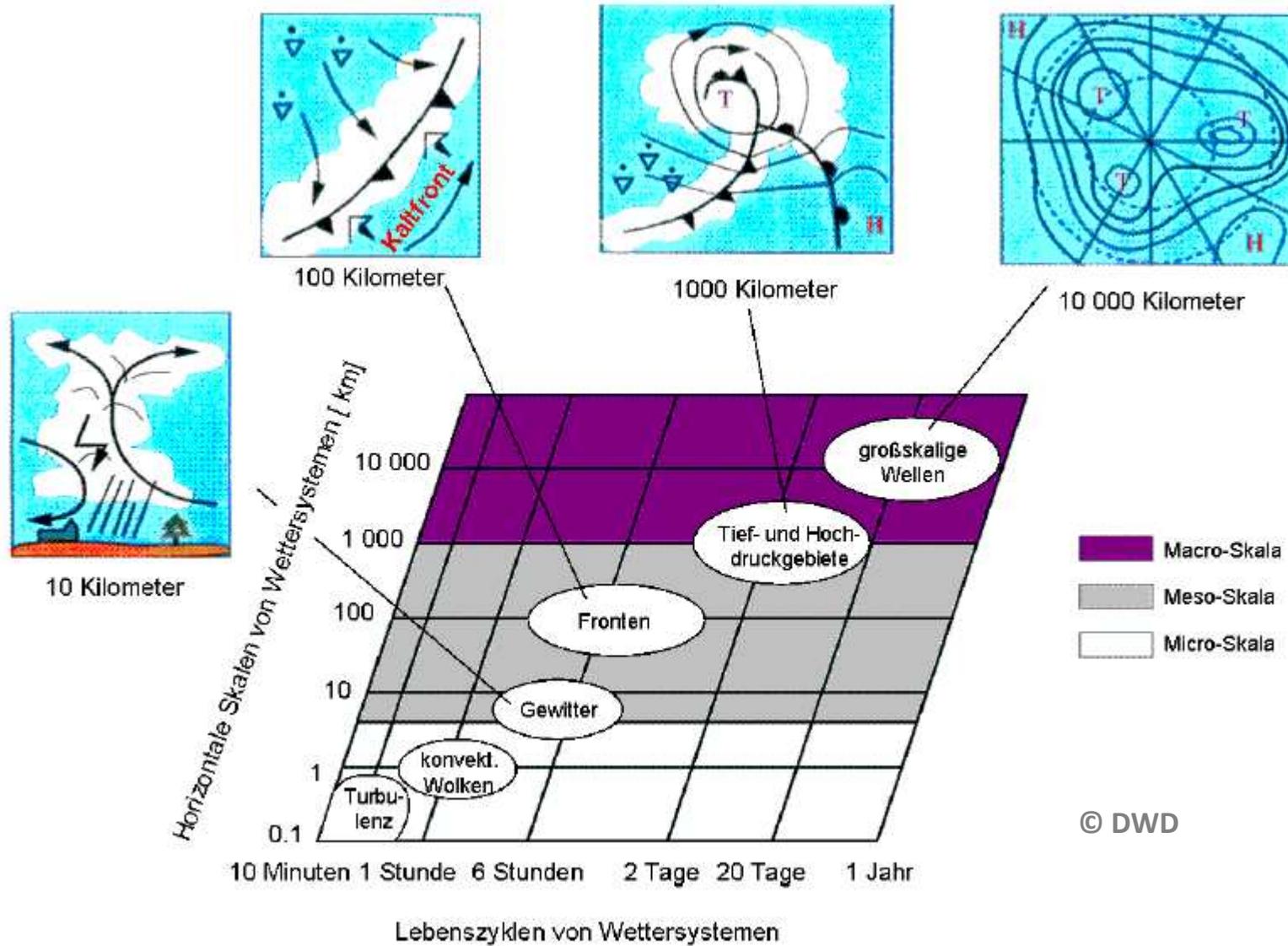
- zu niedriger **Wasserstand**
- Hässliche **Uferstreifen**
- Häufigere **Überschwemmungen**
- Verringerung der **Fließgeschwindigkeit**
- Steigende **Wassertemperaturen**
- Sinkende **Wasserqualität**
- Veränderung des **Fischbestandes**
- Verringerte **Widerstandsfähigkeit** gegenüber Belastungen



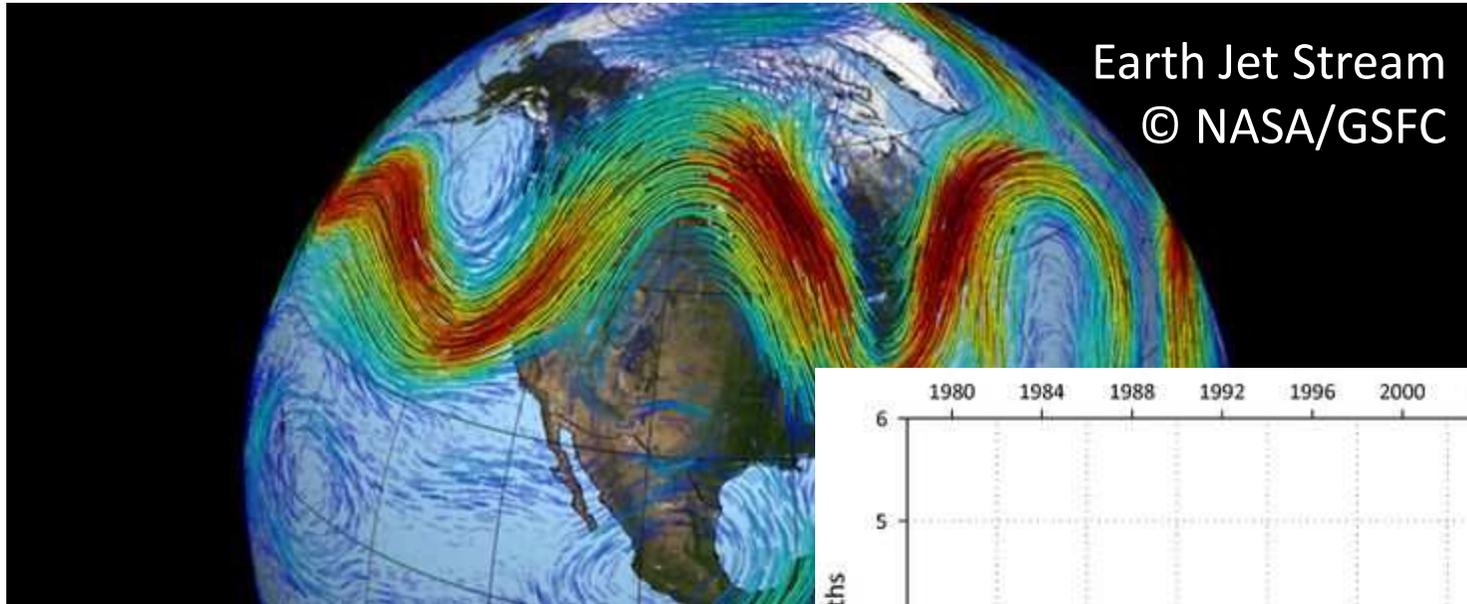
Potenziell besonders gefährdete Gewässer:

- Spreewald, Rhin, Schwarze Elster, Oderbruch, Krumme Spree ...

Skalierung von Wettersystemen

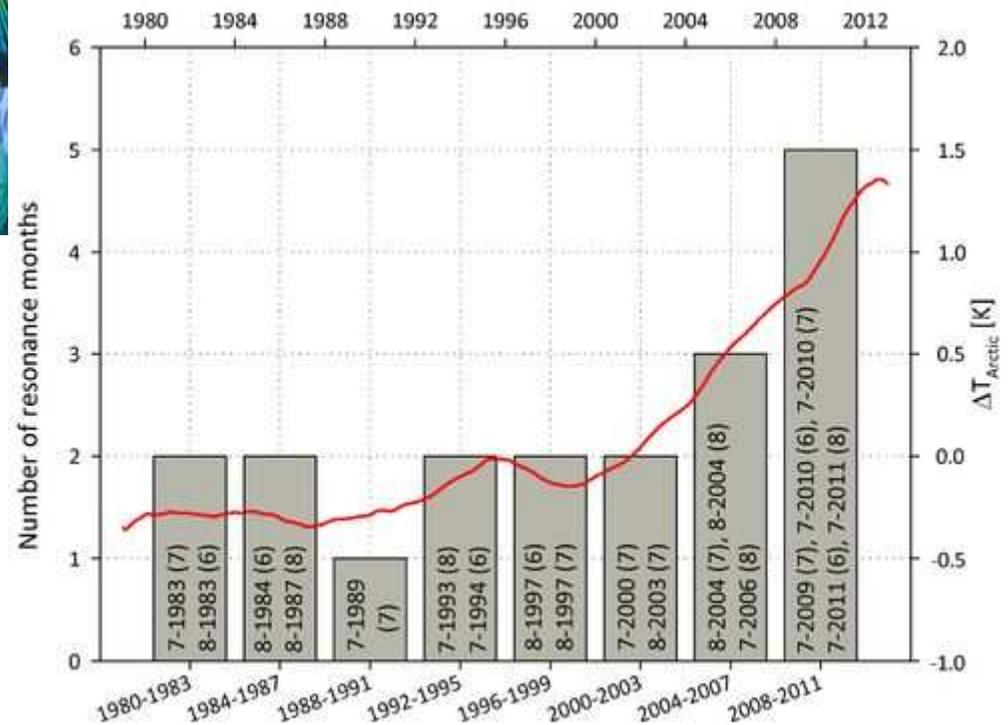


Mehr Wetterextreme durch Aufschaukeln riesiger Wellen in der Atmosphäre



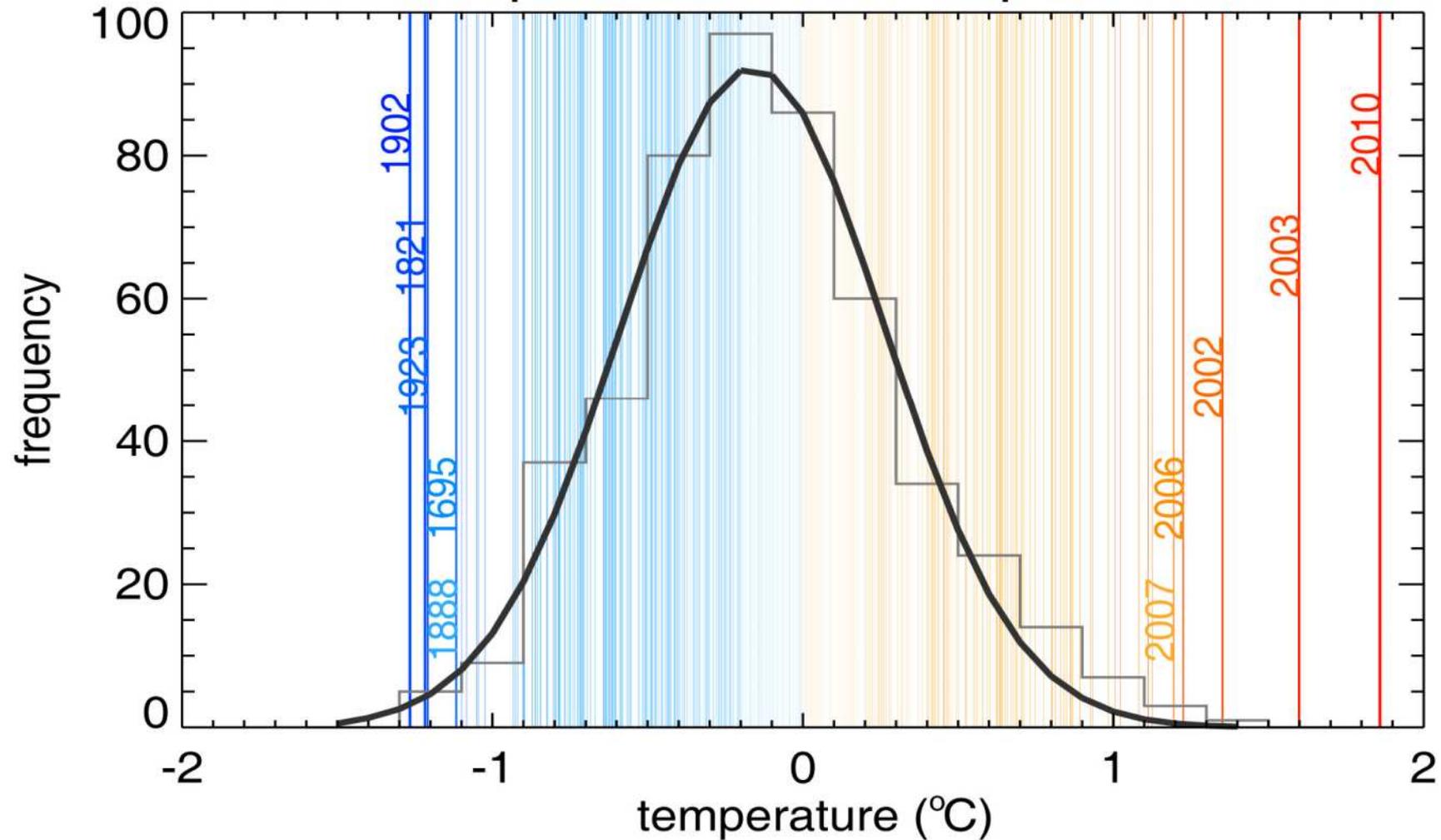
Das schwindende arktische Meereis verändert planetare Strömungen in der Atmosphäre; länger anhaltende Hochs (Hitzewellen) oder Tiefs (Starkregen) sind die Folge.

Coumou, D. et al., PNAS (2014)
@PIK_Klima



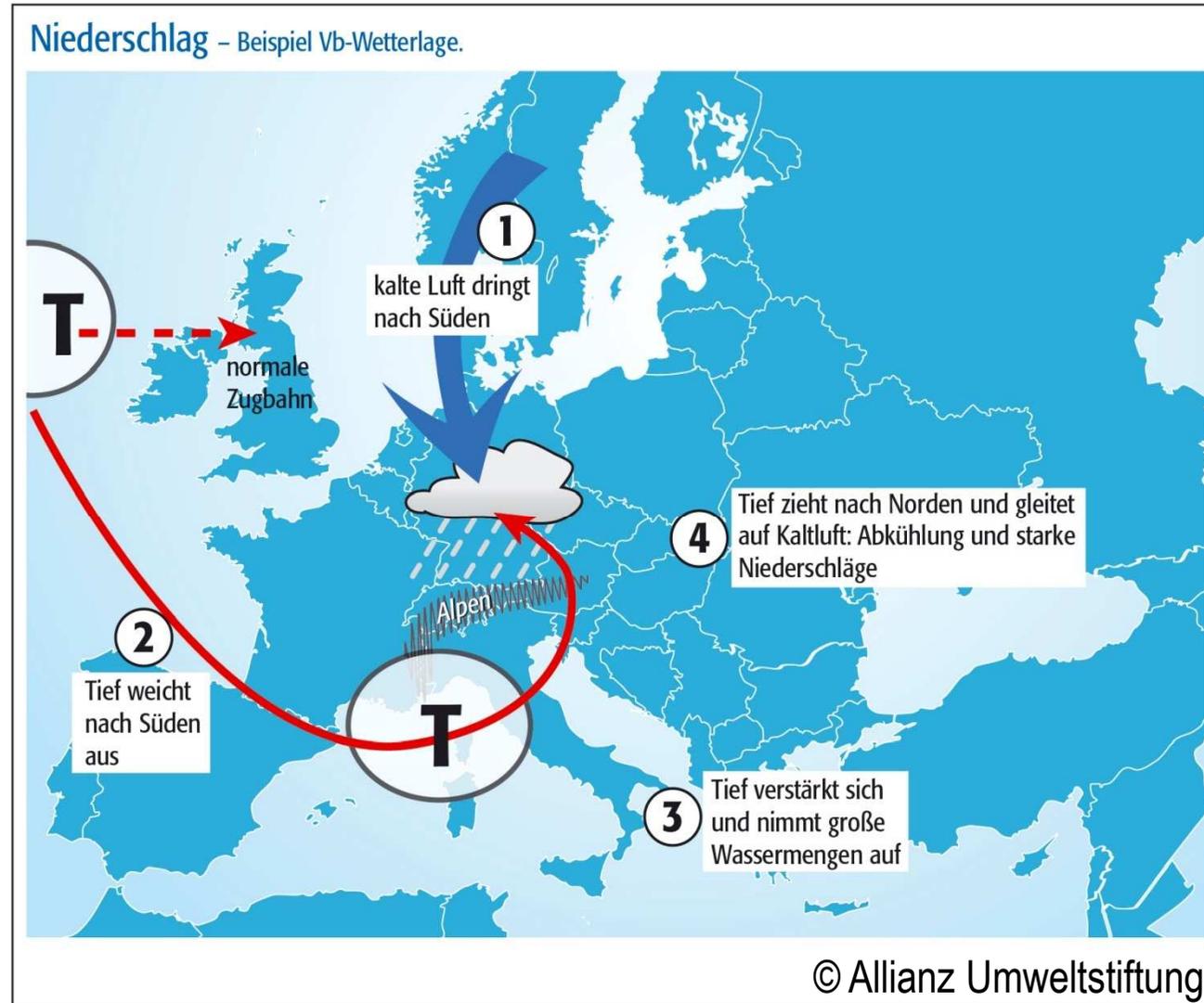
Der Hitzesommer 2010 brach alle Rekorde

European summer temperature

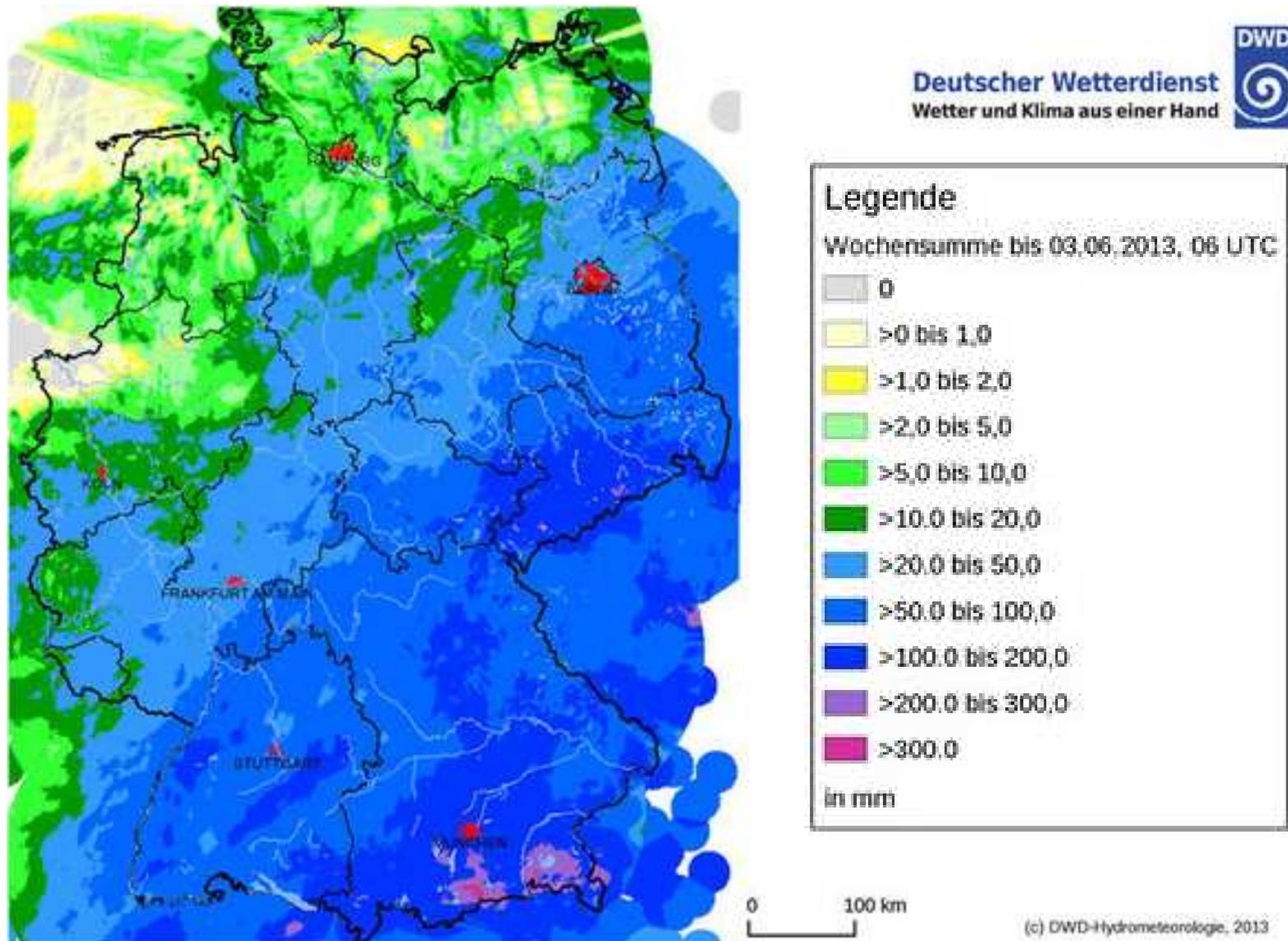


Barriopedro, D. et al., *Science*, (2011)

Hochwasserfaktor: Starkregen-Wetterlage



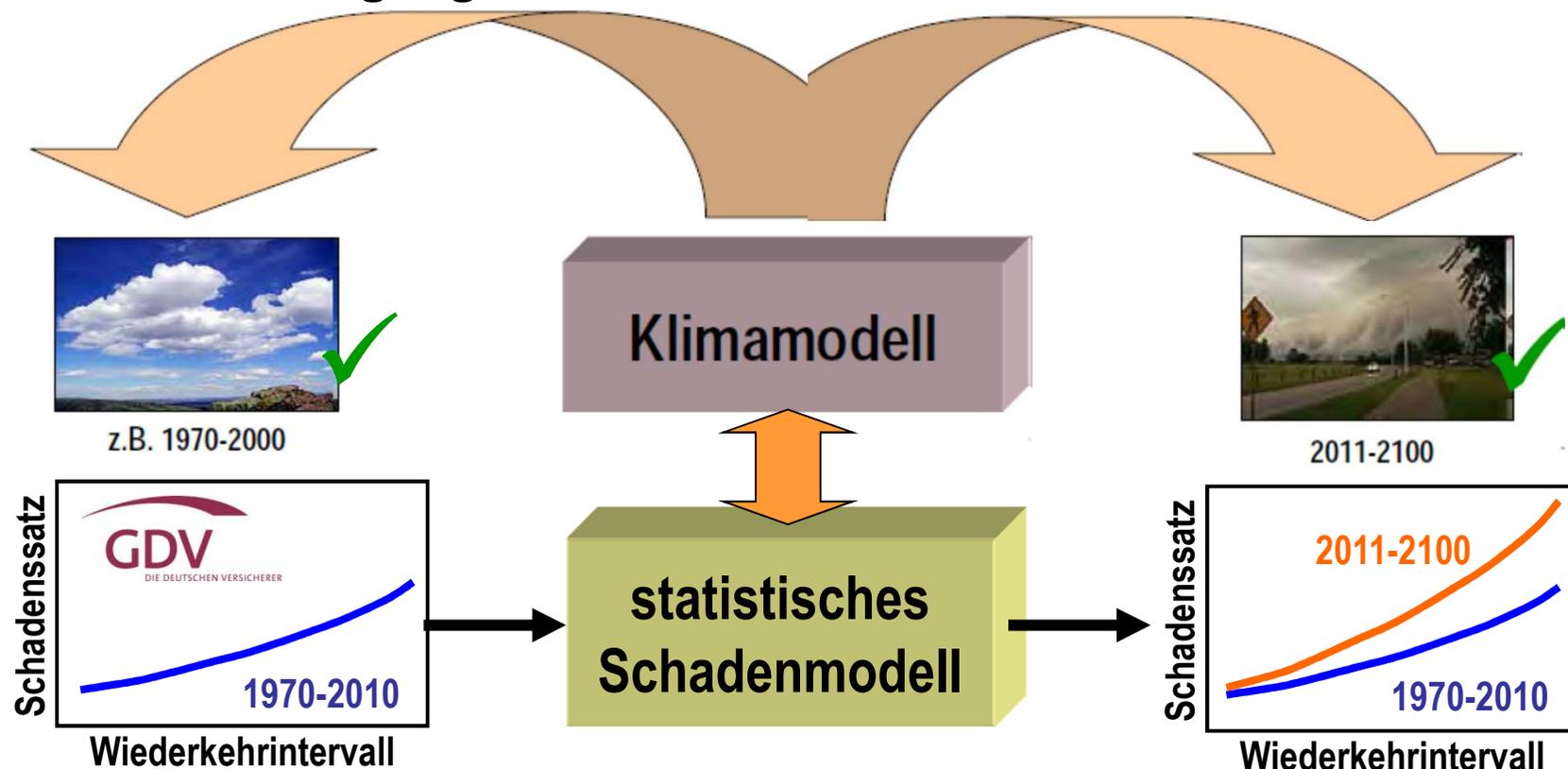
Niederschlagssummen 28. Mai bis 3. Juni 2013



Ermittlung zukünftiger Schadensentwicklungen mit Regionalen Klimamodellen und Versicherungsdaten

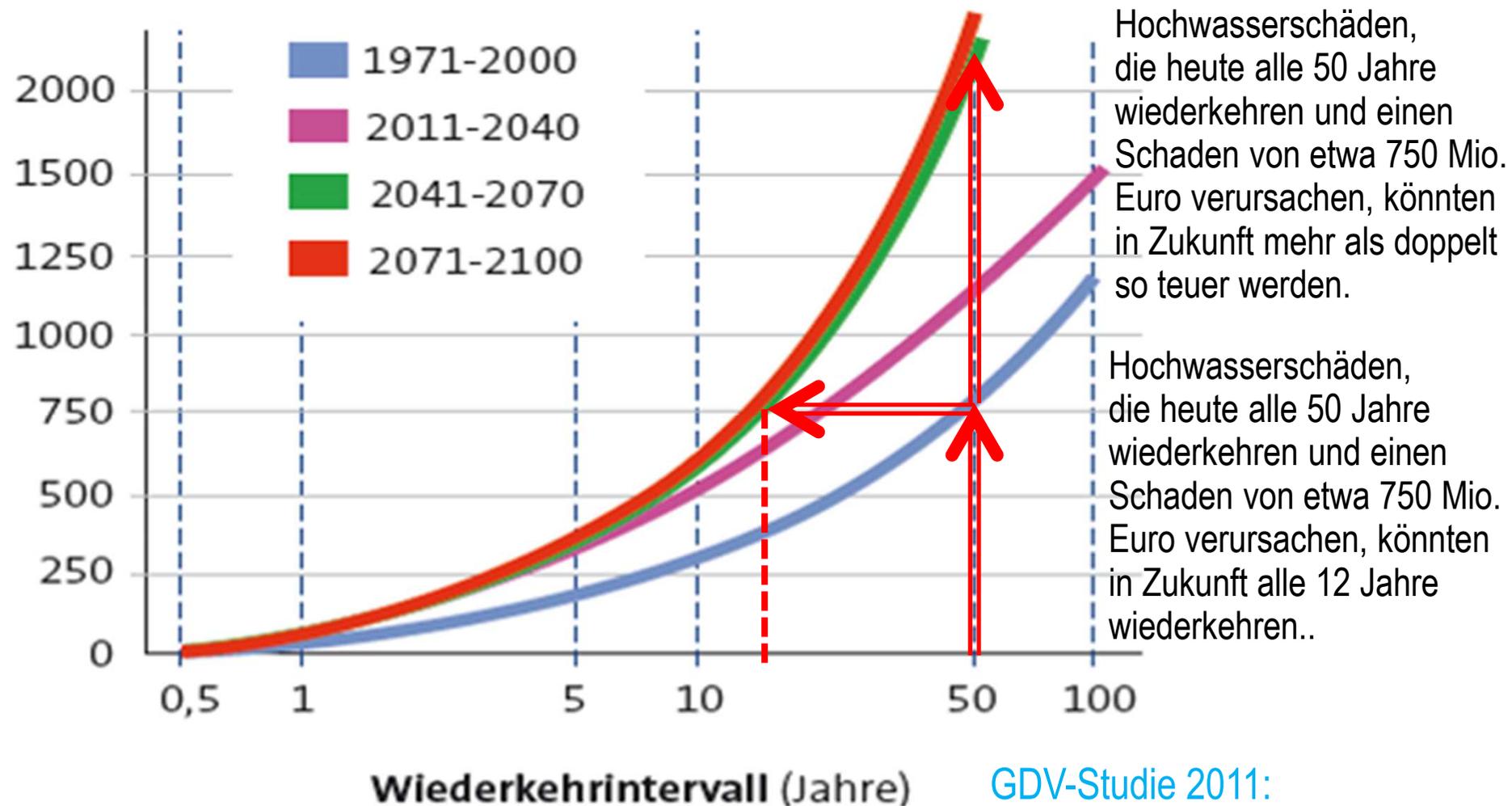
1. Resimulation der bekannten Vergangenheit

2. Simulationen der veränderten Zukunft



3. Kopplung von Klimadaten mit Schadensdaten

Mittlerer Hochwasserschaden pro Wiederkehrintervall in Millionen Euro (inflationsbereinigt), Modell PIK, Szenario A1B



Hochwasserschäden, die heute alle 50 Jahre wiederkehren und einen Schaden von etwa 750 Mio. Euro verursachen, könnten in Zukunft mehr als doppelt so teuer werden.

Hochwasserschäden, die heute alle 50 Jahre wiederkehren und einen Schaden von etwa 750 Mio. Euro verursachen, könnten in Zukunft alle 12 Jahre wiederkehren..

GDV-Studie 2011:
„Herausforderung Klimawandel“

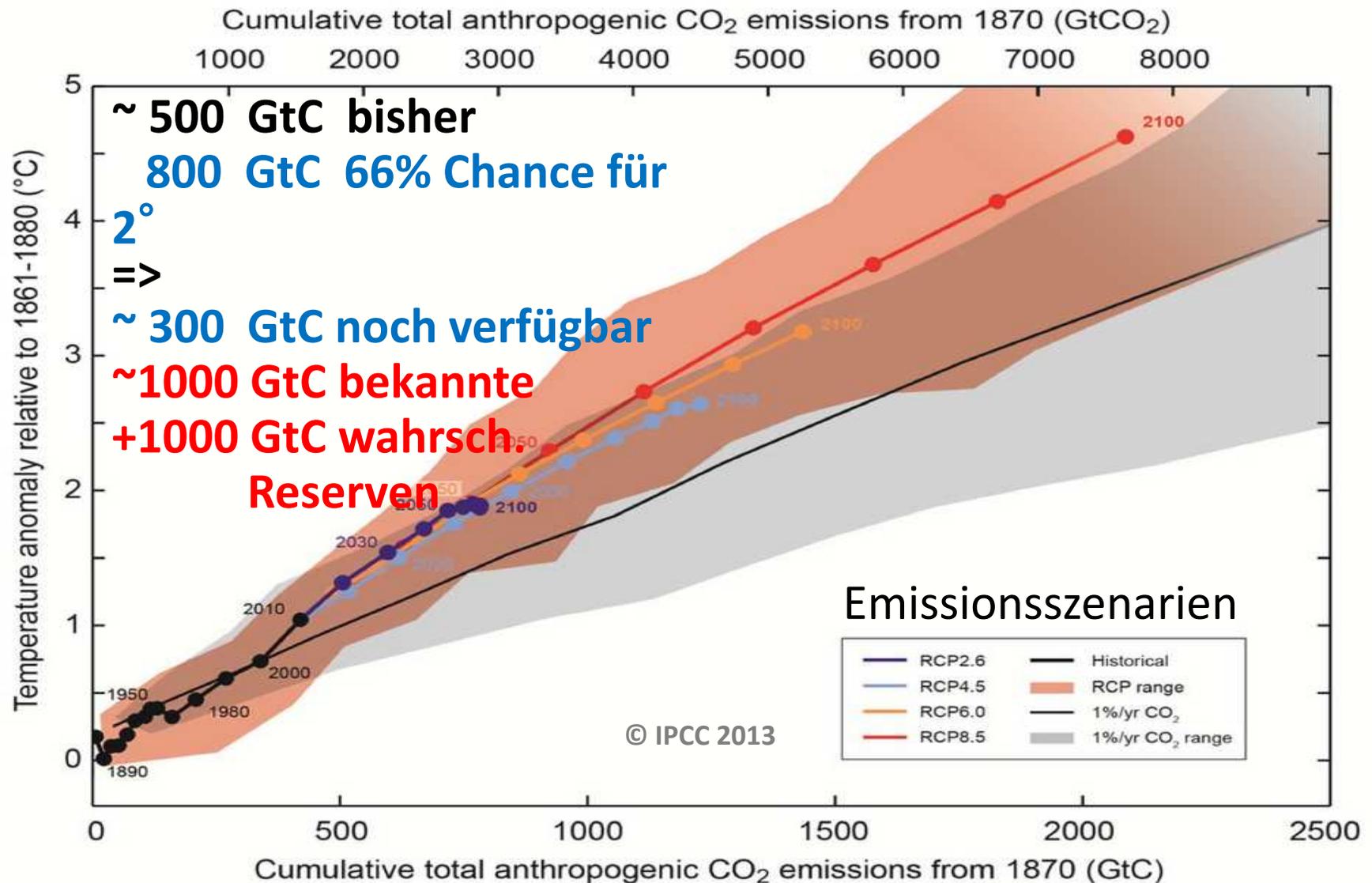


Die neuen Ergebnisse des Weltklimarats (IPCC) 2013/2014

- I. Der fünfte Sachstandsbericht (AR5) hat die bestehenden Erkenntnisse zum derzeitigen Klimawandel und dem Einfluss der anthropogenen Treibhausgasemissionen bestätigt und weiter konkretisiert.
- II. Verstärkt sich der Klimawandel in den kommenden Jahrzehnten weiter, nimmt Hitzestress zu, Extremereignisse werden voraussichtlich häufiger und führen zu stärkeren negativen Folgen: Risiken bestehen z.B. durch Extremtemperaturen, Dürreperioden, Stürme und Überflutungen.
- III. Aber: Das Zwei-Grad-Ziel ist machbar – mit technologischem und institutionellem Wandel!



um unter 2° C globaler Erwärmung zu bleiben, muss ein Großteil der fossilen Brennstoffe im Boden bleiben



“Climate Geoengineering”

“Options that would involve large-scale engineering of our environment in order to combat or counteract the effects of changes in atmospheric chemistry.” U.S. National Academy of Sciences

Two “end-of-the-chimney” fixes are popular:

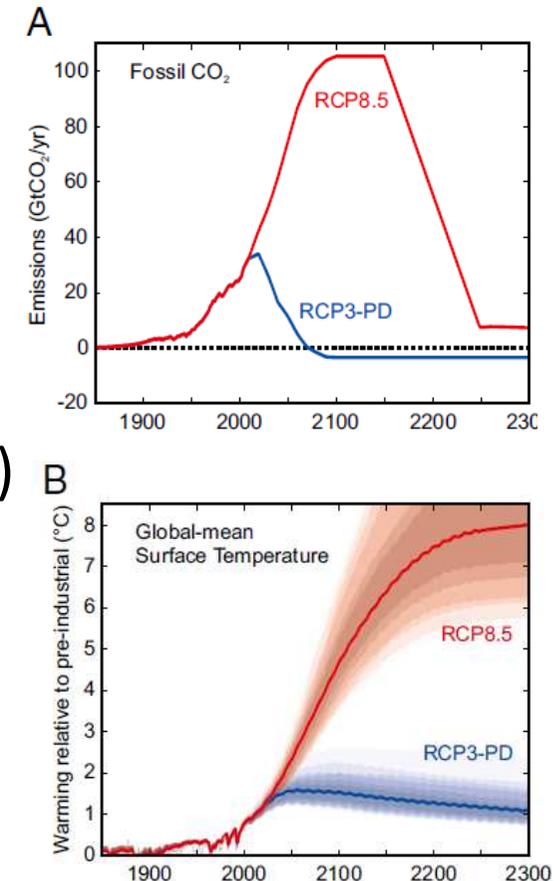
1. Industrial Air Capture (IAC)
2. Solar Radiation Management (SRM)

Alternative:

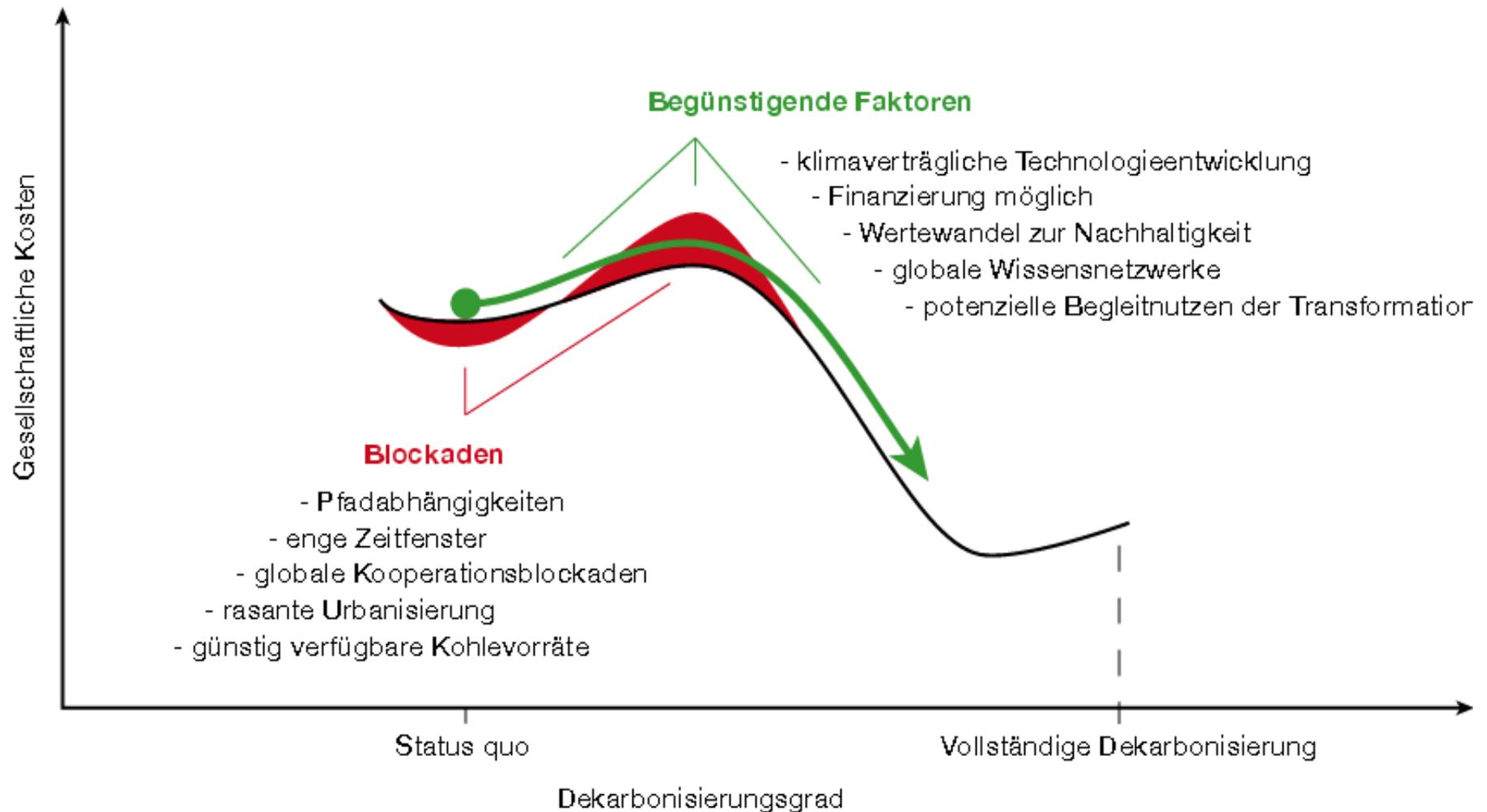
3. Mutual Assured Decarbonization *
(Gegenseitig vereinbarte Entkarbonisierung)

Schellnhuber (2011) Geoengineering the good, the MAD, and the sensible, PNAS

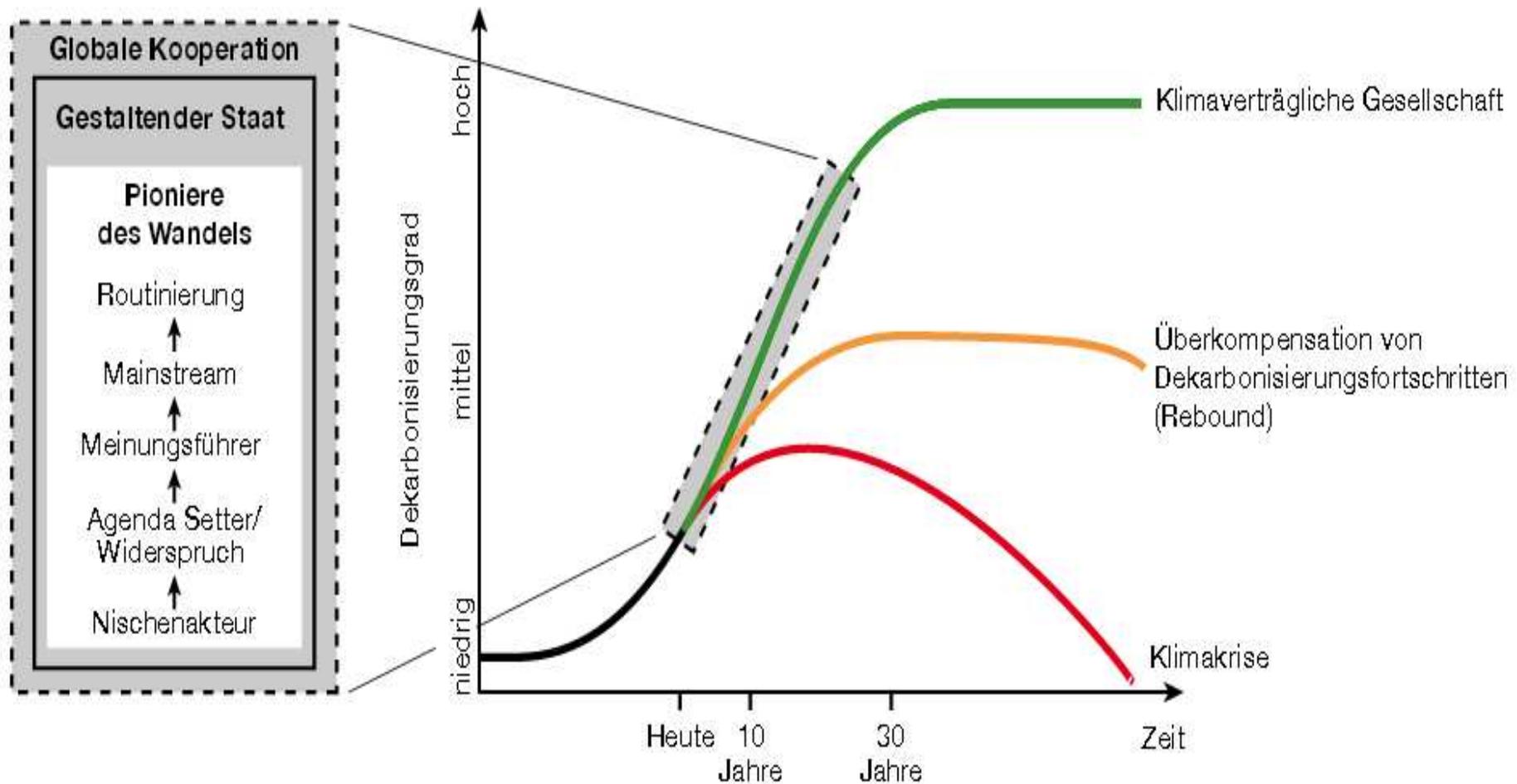
* Mutual Assured Destruction (MAD)



Topographie der Transformation zur Dekarbonisierung



Topographie der Transformation zur Dekarbonisierung



Die sieben Kardinal-Innovationen Nachhaltiger Entwicklung

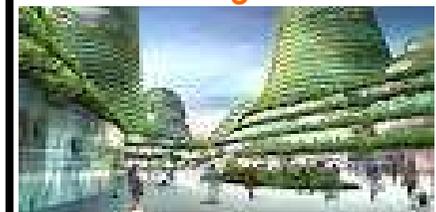
1. Integration dezentraler Erneuerbarer Energiequellen in intelligente Netzstrukturen („Supersmart Grids“) vom zahlenden Verbraucher zum kassierenden Erzeuger
2. Von energetischer Gebäudesanierung zu Plus-Energie-Gebäuden („Gebäude-Kraftwerke“)
3. Modulare Elektromobilität („Jenseits der Speicherung“)
4. Systemoptimierte Industrieproduktion („Cradle to Cradle“)
5. Holistische Raumplanung und Landnutzung („Neuerfindung von Urbanität & Ruralität“)
6. Nachhaltiges Biomasse-Management, Bodenverbesserung („De- & Anti-Karbonisierung“)
7. Regeneratives Wasserdargebot (z.B. „Solare Entsalzung“)



Feldheim – das 1. Energiedorf in Brandenburg



Plus-Energie-Haus



INNOVATIONSNETZWERK
KLIMAAANPASSUNG
BRANDENBURG BERLIN



KLIMZUG
Klimawandel in Regionen



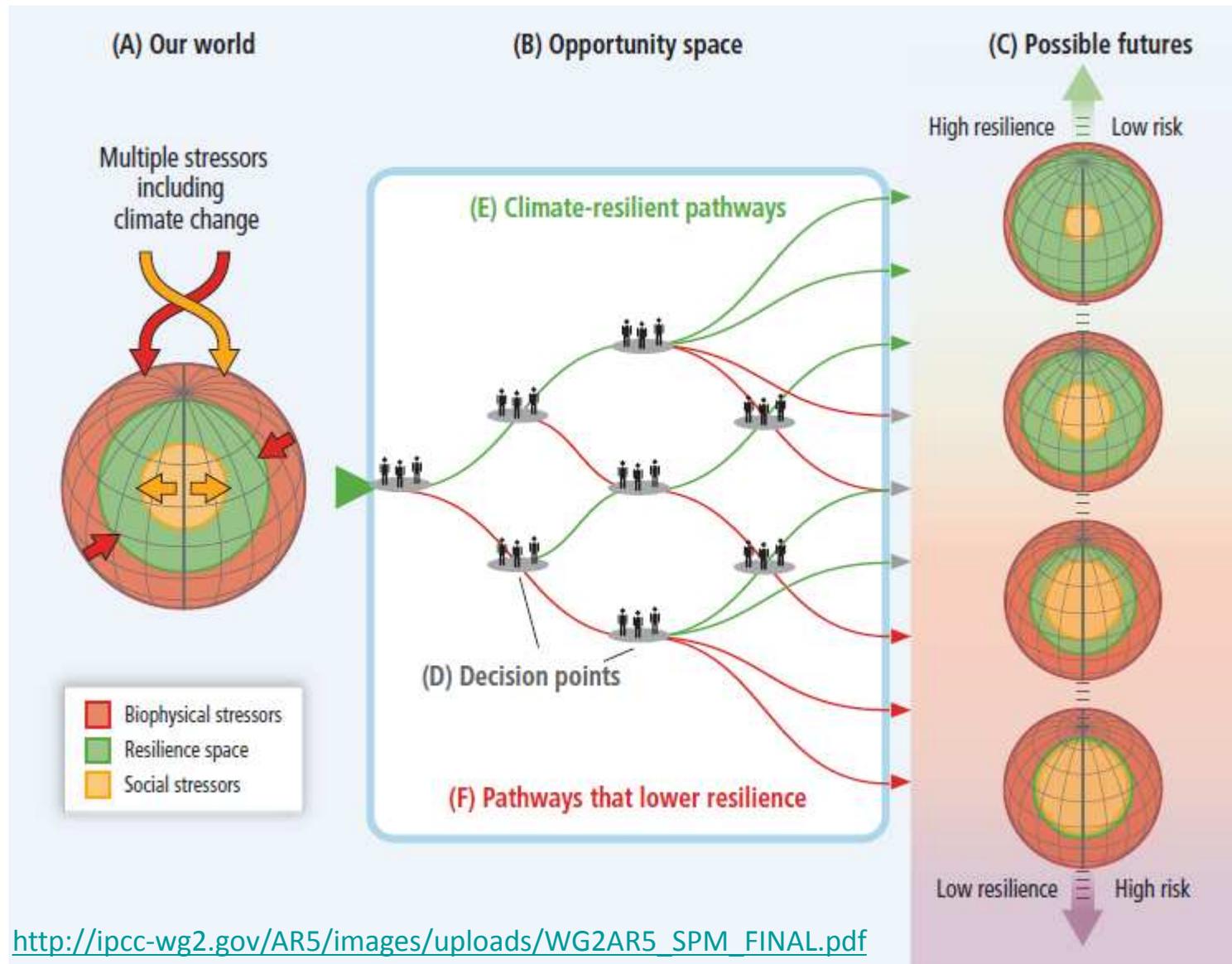
- Klimaresiliente Stadt- und Regionalplanung
- Gesundheitsschutz
- Klimaresiliente Landnutzung: Minderung von Verdunstung, Wind- und Wassererosion
- Waldumbau
- Schutz von Mooren und Feuchtgebieten
- Gewässerschutz
- Wasserspeicherung und Regulierung der Abflüsse
- Intelligenter Naturschutz: im Fokus: **Ökosystemleistungen** weniger konventioneller Artenschutz

Der Klimawandel ist die Herausforderung für eine neue Art des Naturschutzes!

<http://www.inka-bb.de/>

Prospects for climate-resilient pathways

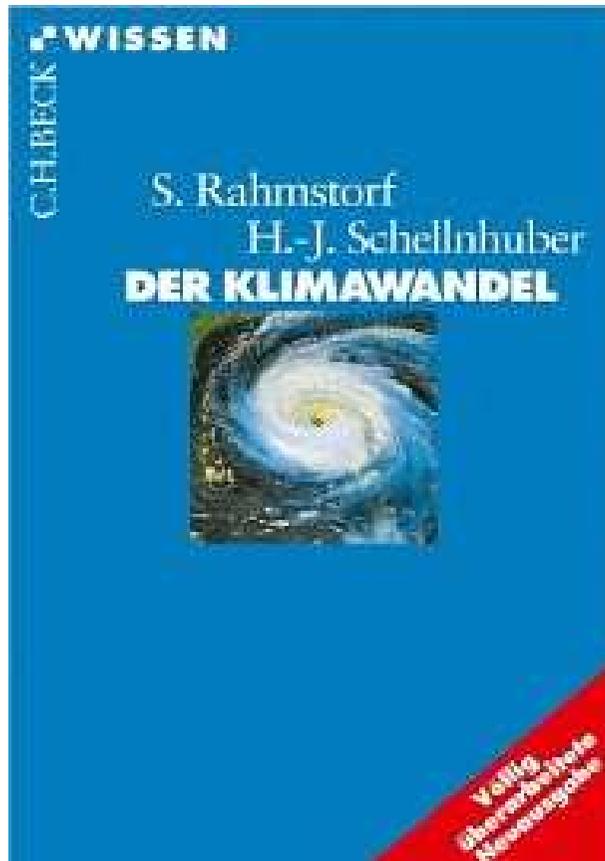
Fig. SPM.9



http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WG2AR5_SPM_FINAL.pdf



Buchempfehlung



DER KLIMAWANDEL

Diagnose, Prognose, Therapie

Beck Verlag 2006

7. Auflage 2012 € 7,90

Erforderlich ist eine Doppelstrategie:

1. **Anpassung an den Klimawandel, um das Unvermeidbare zu beherrschen**
- und
2. **Verminderung der Emissionen, um das Unbeherrschbare zu vermeiden.**

Hans Joachim Schellnhuber

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

