



POTSDAM-INSTITUT FÜR
KLIMAFOLGENFORSCHUNG



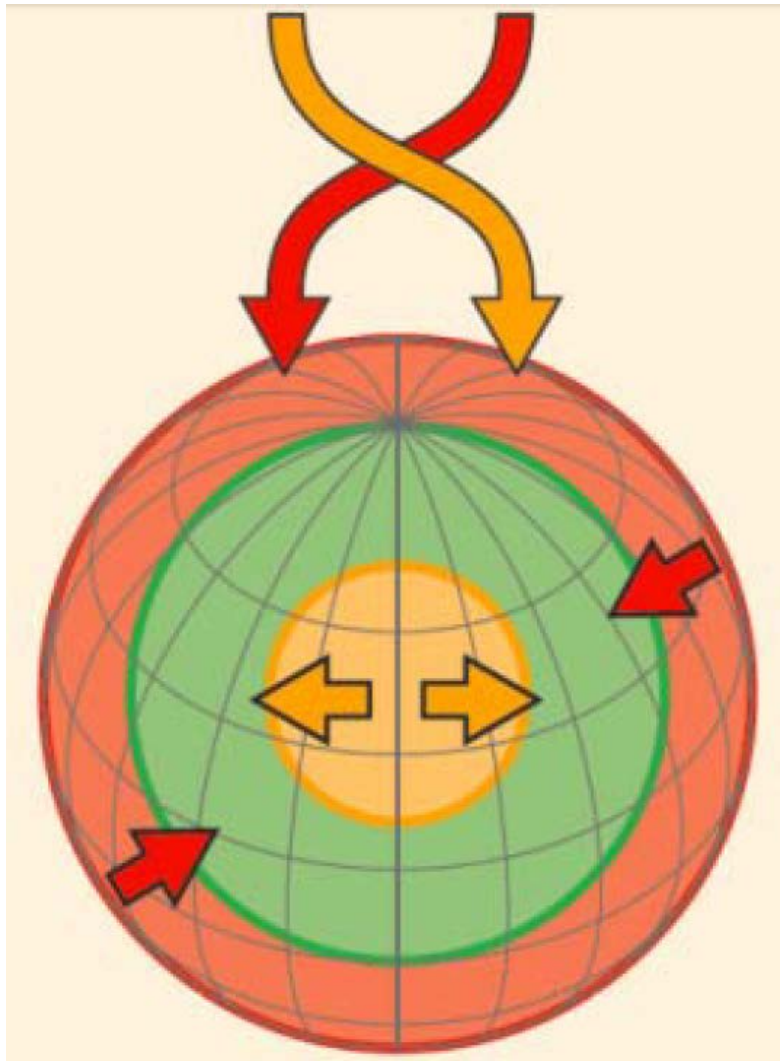
Klimawandel - Natur im Wandel !?

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

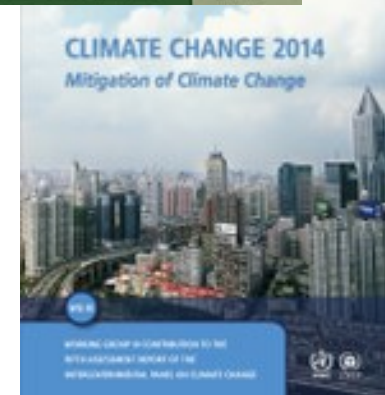
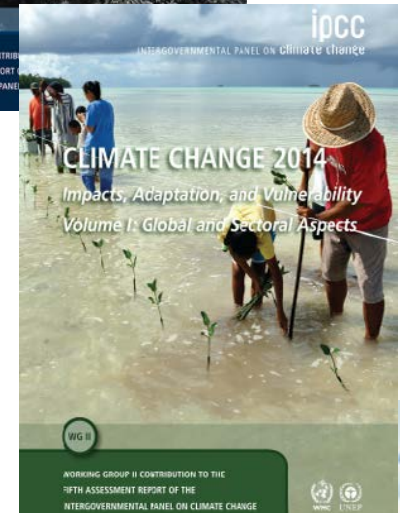
Klima ist die raum-zeitliche Gesamtheit der möglichen momentanen Zustände der Atmosphäre (=Wetter)

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

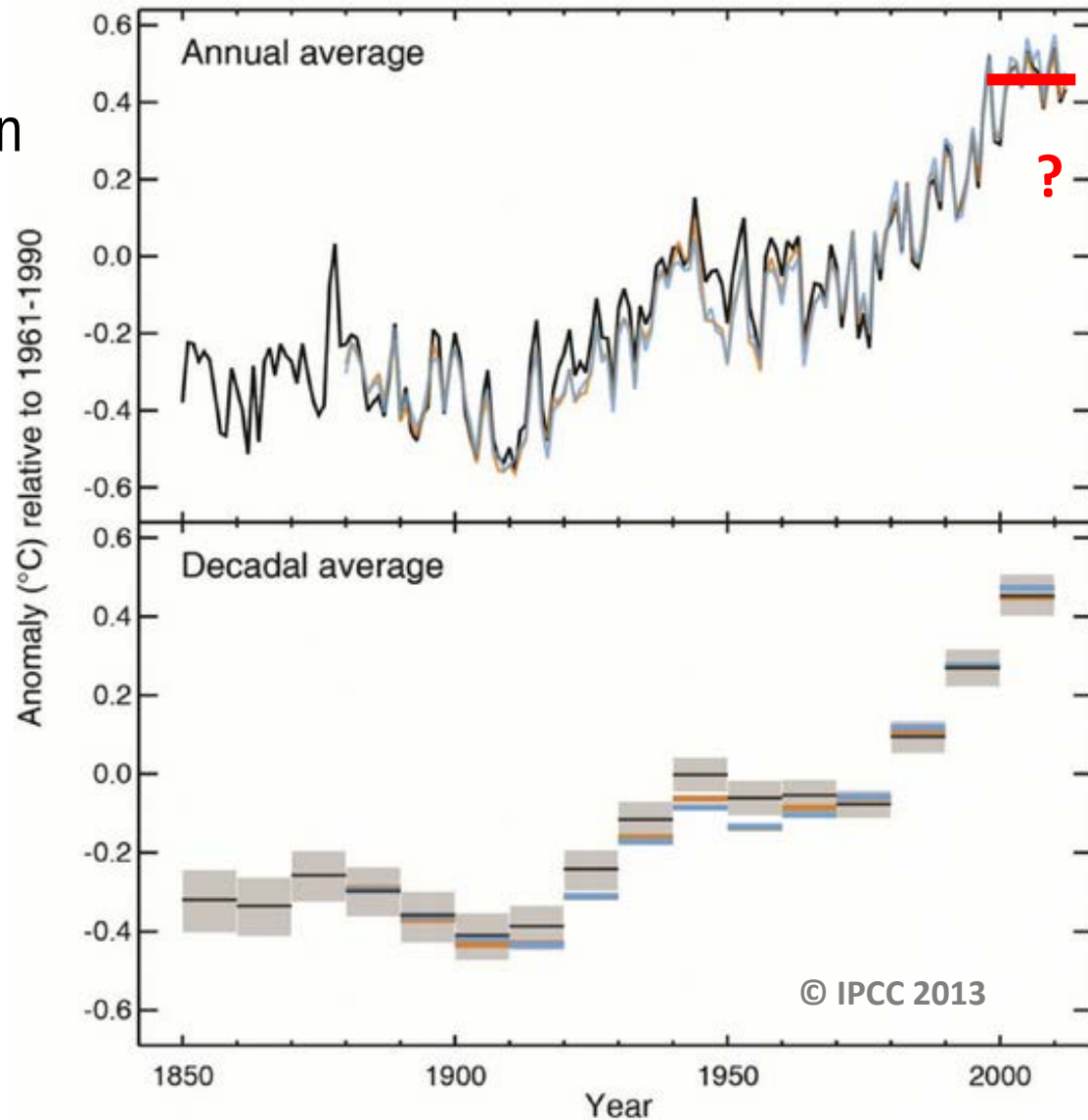
- I. Der fünfte Sachstandsbericht (AR5) hat die bestehenden Erkenntnisse zum derzeitigen Klimawandel und dem Einfluss der anthropogenen Treibhausgasemissionen bestätigt und weiter konkretisiert.
- II. Verstärkt sich der Klimawandel in den kommenden Jahrzehnten weiter, nimmt Hitzestress zu, Extremereignisse 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



03.09.2014

CO₂-Gehalt in der Atmosphäre

Pause bei der Erderwärmung bringt Forscher in Erklärungsnot

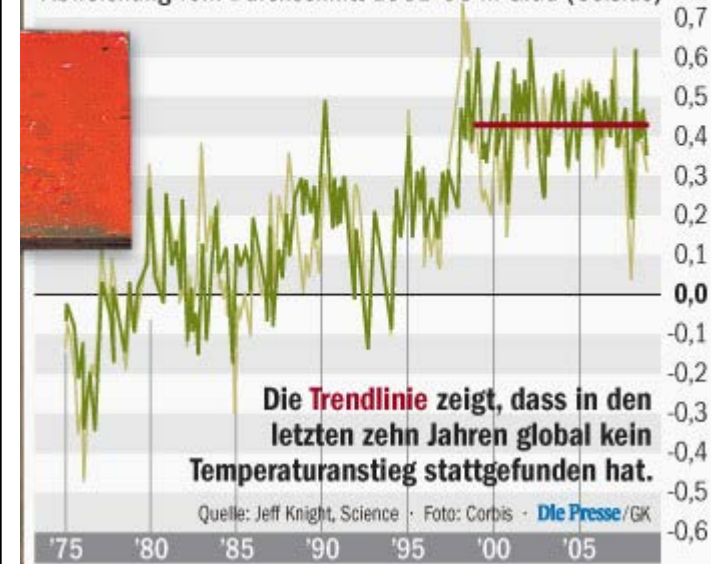
von Ralf Nestler

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.

Temperaturentwicklung seit 1975

- Globale Durchschnittstemperatur
- Globale Durchschnittstemperatur, bereinigt um die Auswirkungen von Klimaphänomenen wie El Niño
- Trend 1999 bis 2008

Abweichung vom Durchschnitt 1961–90 in Grad (Celsius)



"Die Presse", Print-Ausgabe, 12.10.2009

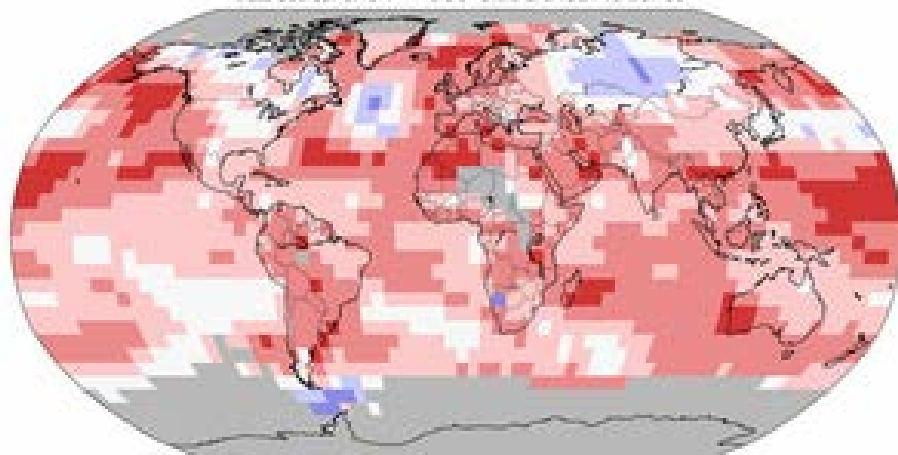
Klima: September bricht Temperaturrekord

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

Land & Ocean Temperature Percentiles Sep 2014

NOAA's National Climatic Data Center

Data Source: GHCN-M version 3.2.2 & ERSST version 3b



Per Oct 17 08:00:00 EDT 2014

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

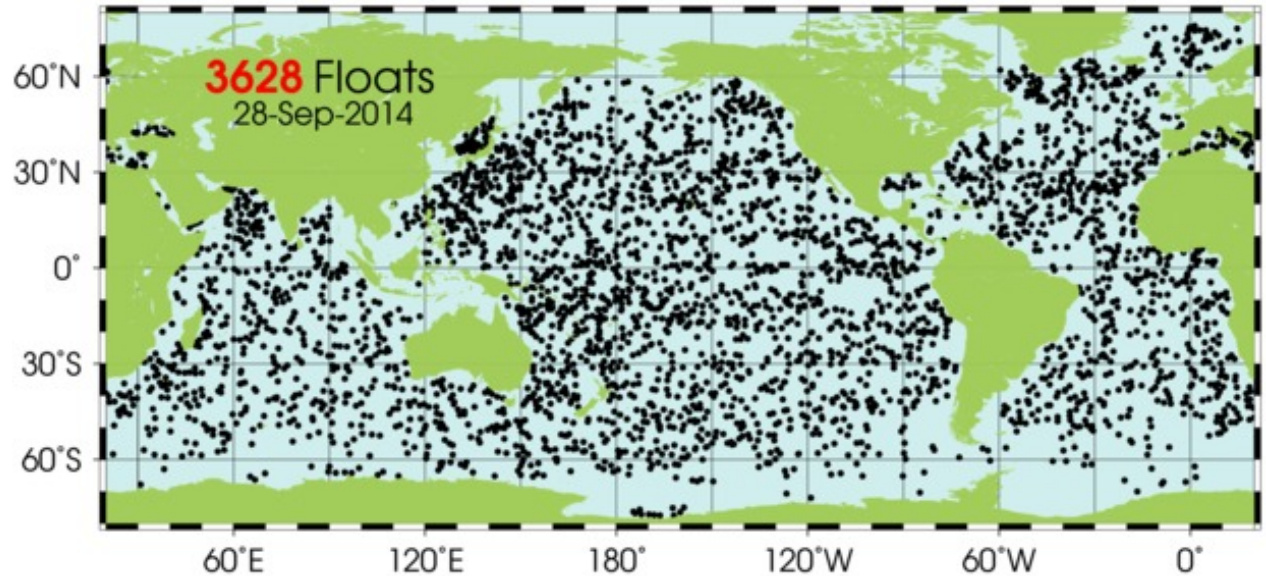
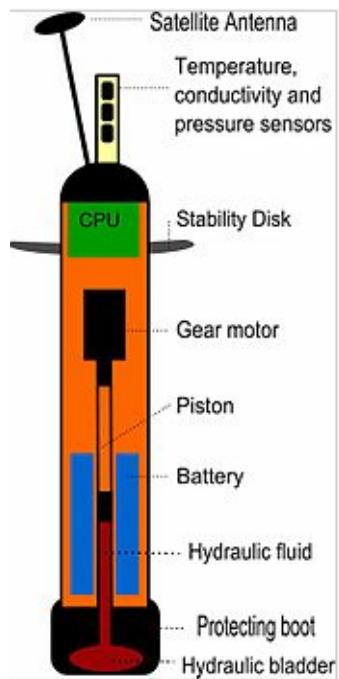
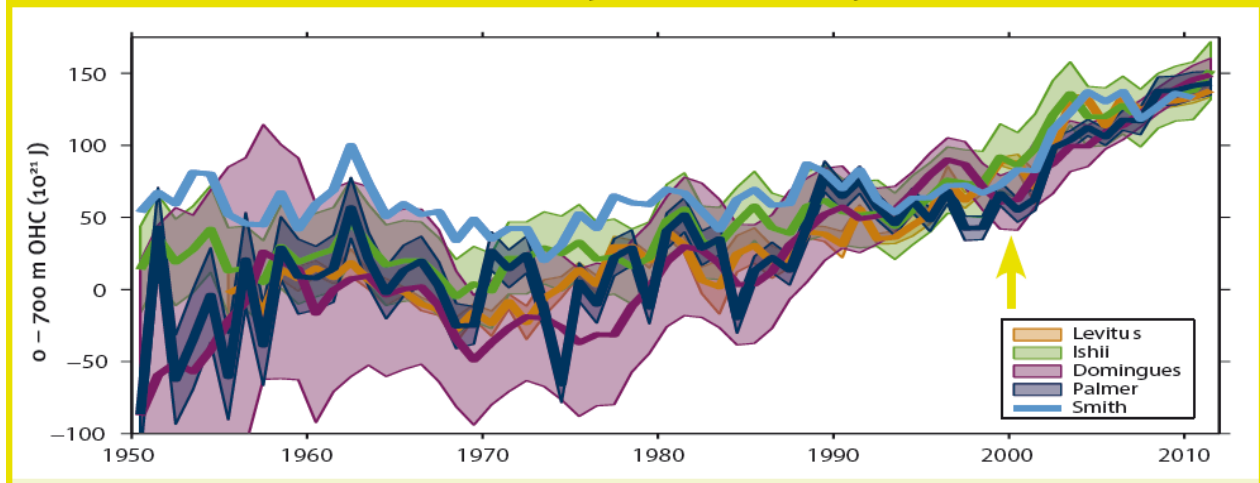
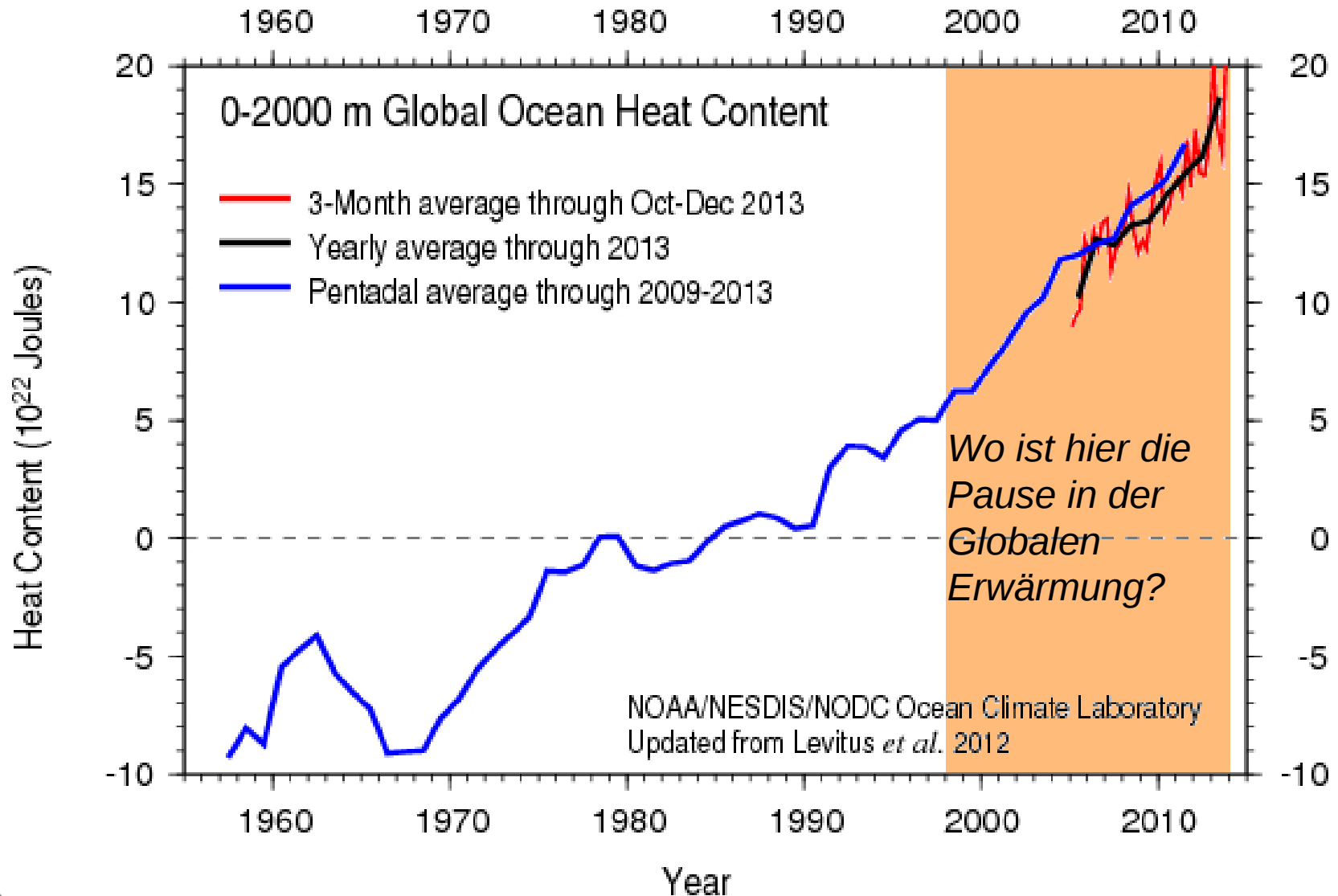


Abb. 2: Der Ozean als größter Energiespeicher im Klimasystem



http://www.dpg-physik.de/veroeffentlichung/physik_konkret/pix/Physik_Konkret_19.pdf

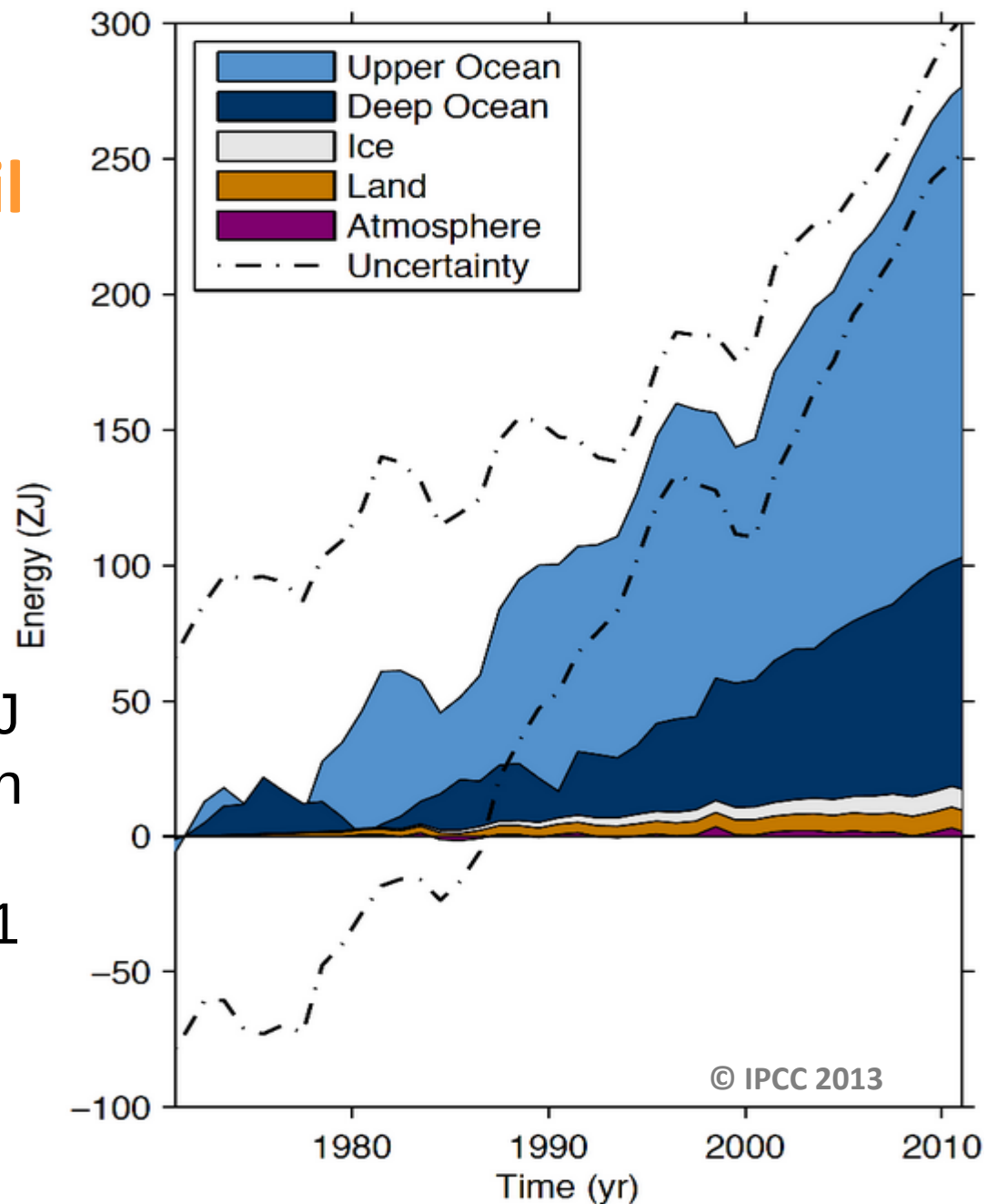
Eintrag von Wärmeenergie in die Ozeane



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)



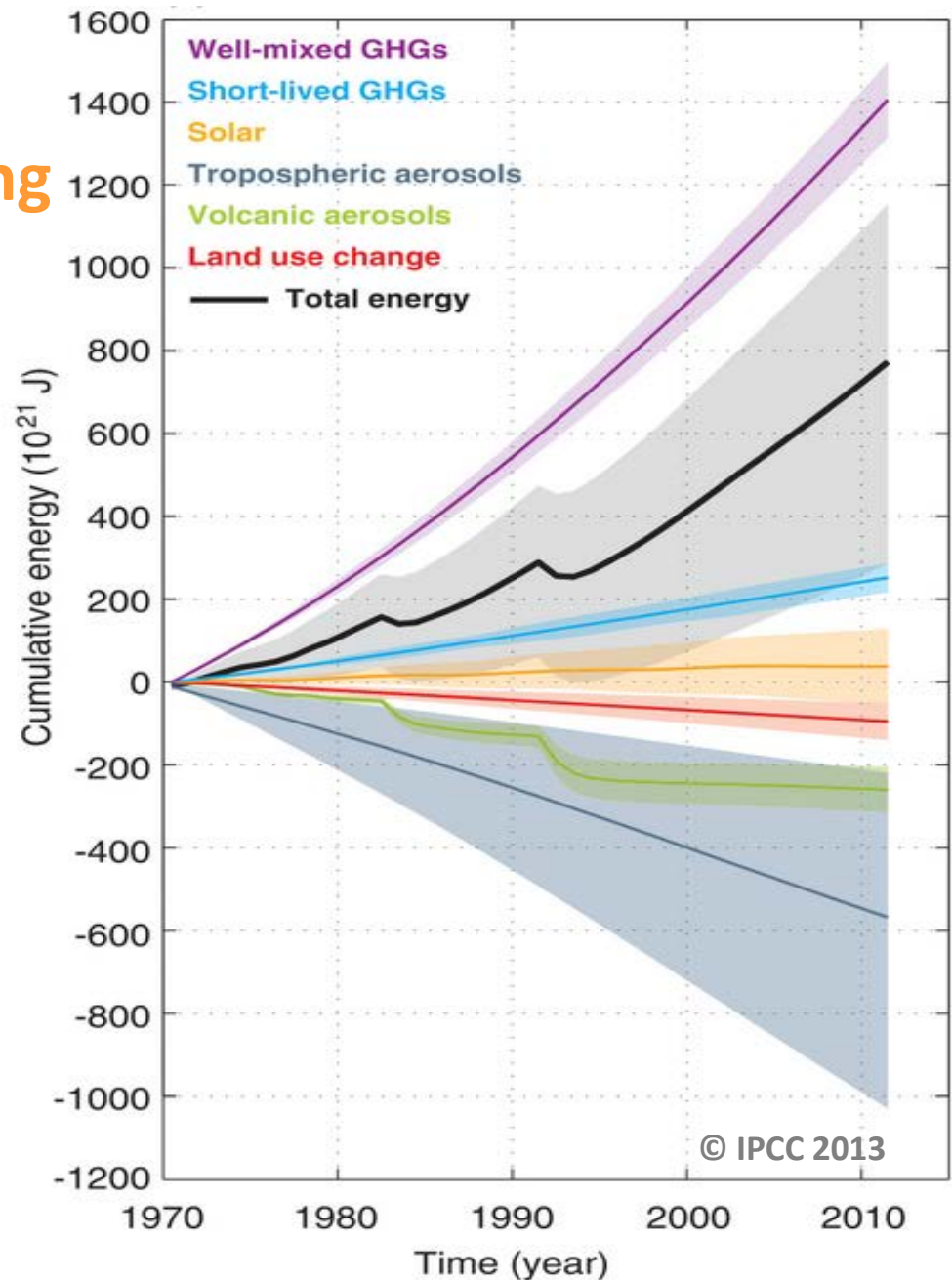
3. Menschen verursachen größtenteils die Erwärmung

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:

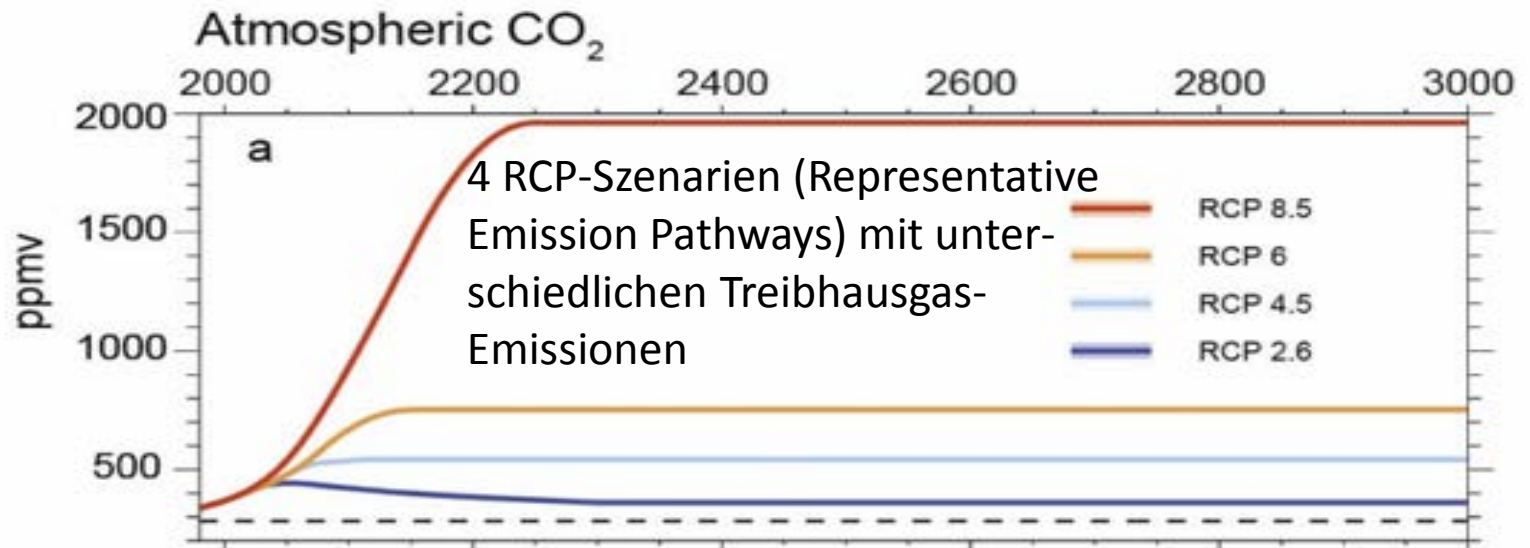
„Höchstwahrscheinlich ist der Mensch verantwortlich für den größten Teil dieser Energiezunahme“



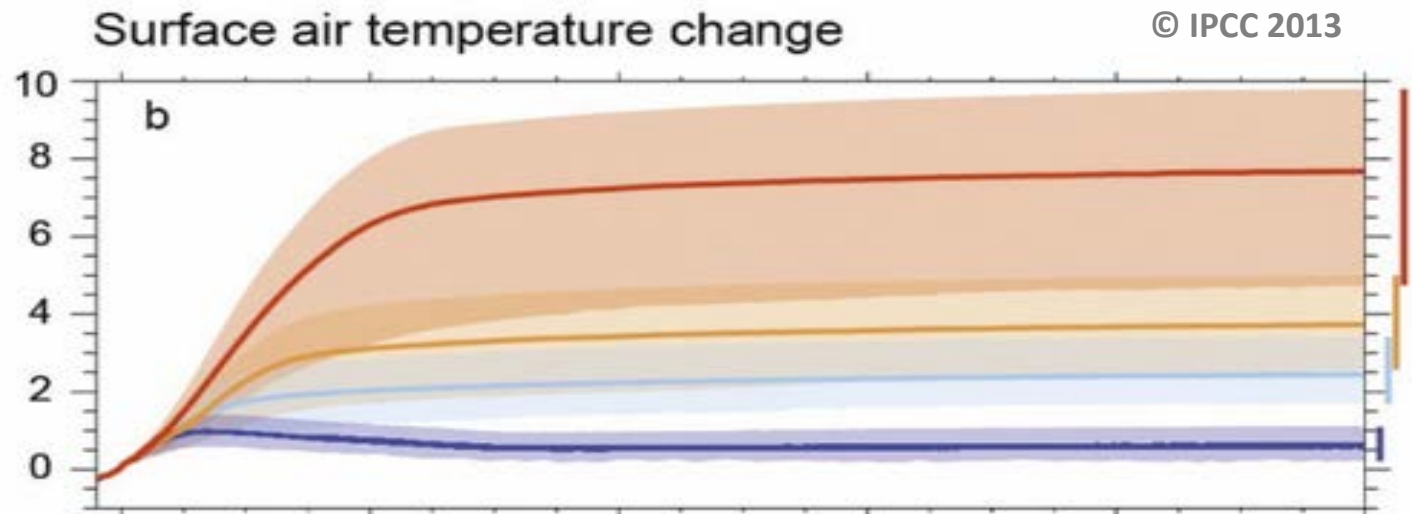
4. Die Erwärmung ist weitgehend irreversibel

CO₂-Anteil in
der
Atmosphäre

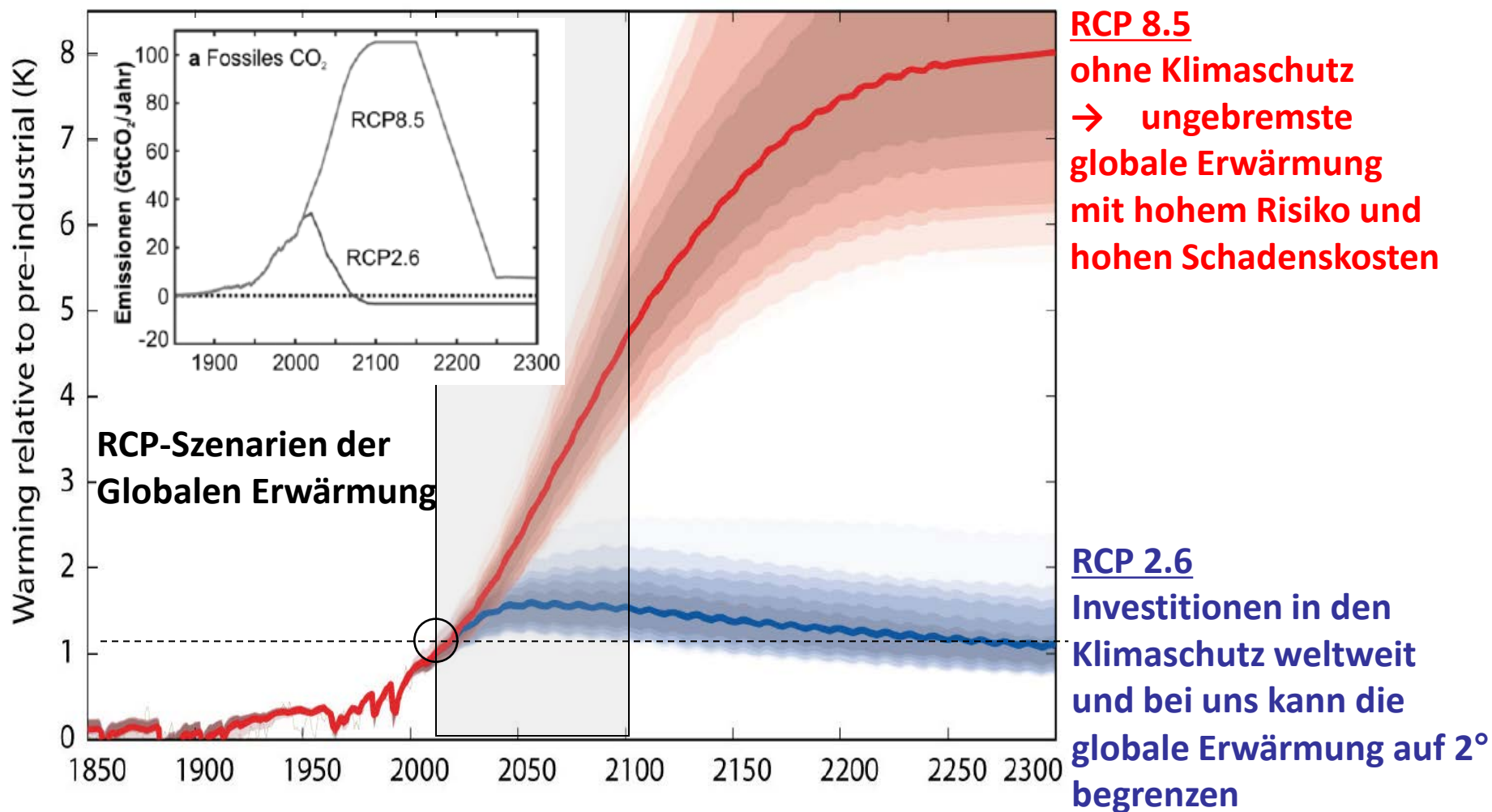
(Fig. 12.43)



Temperatur-
änderung
an der
Oberfläche



Klimaprojektionen: zukünftig mögliche Entwicklungen des Klimas

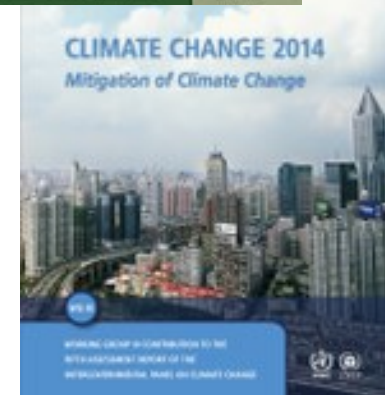
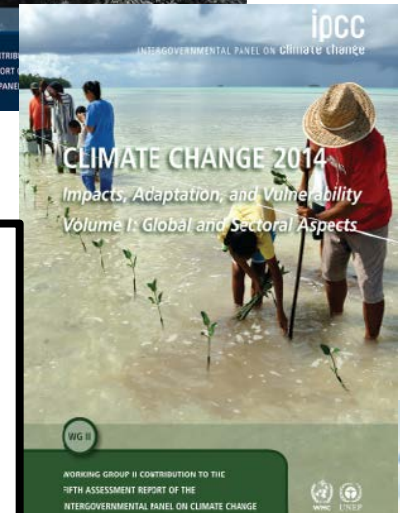
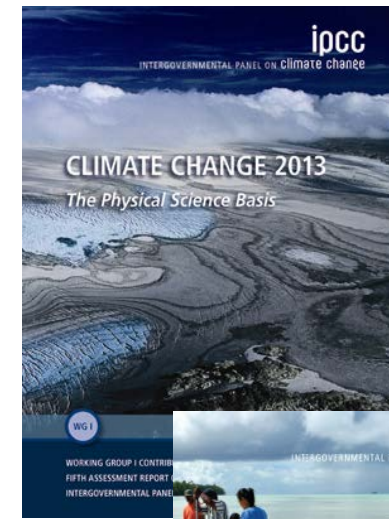


RPC2.6 - Global Warming 1986-2100 - RCP8.5



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!

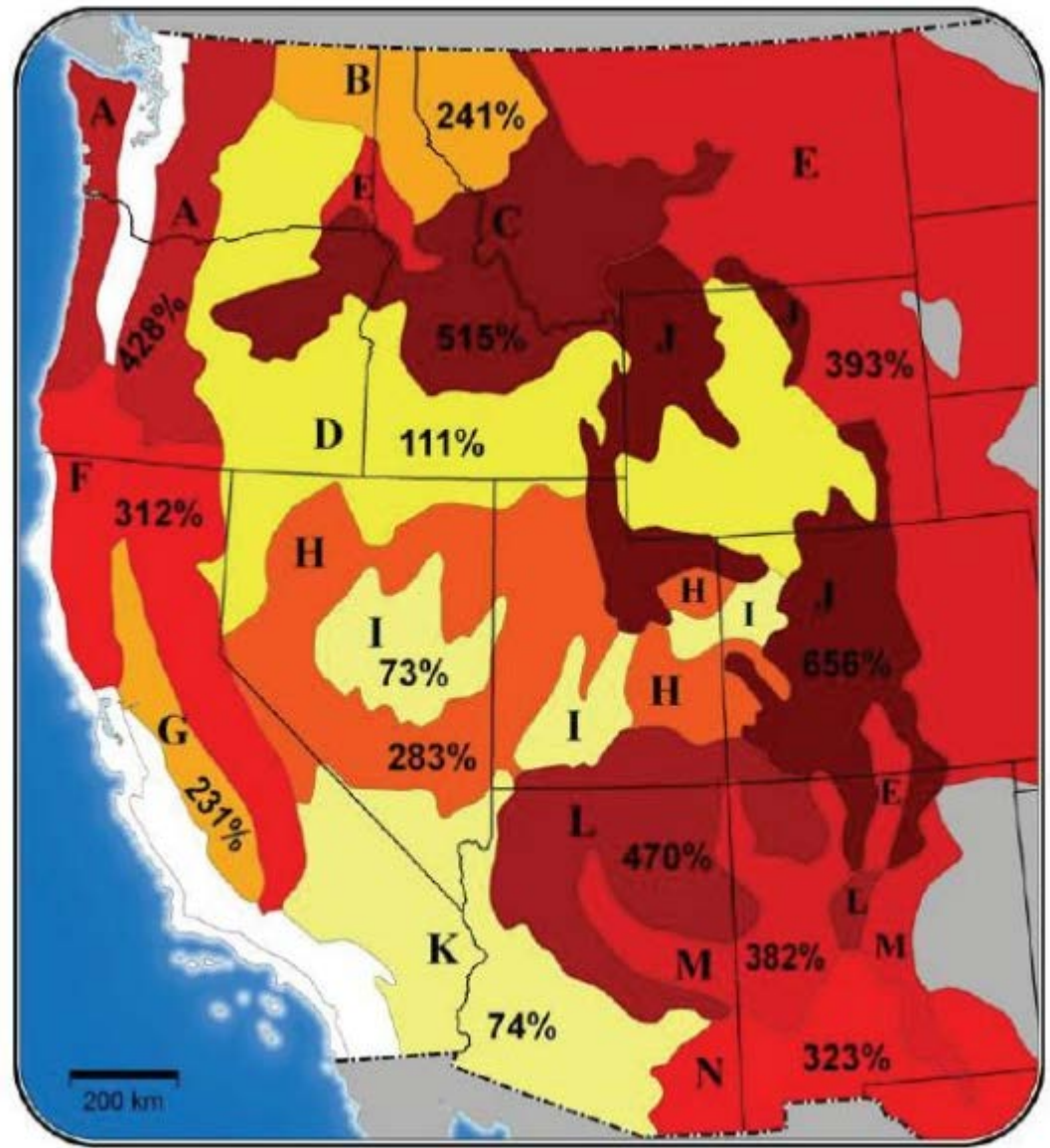


Regionale Auswirkungen des Klimawandels



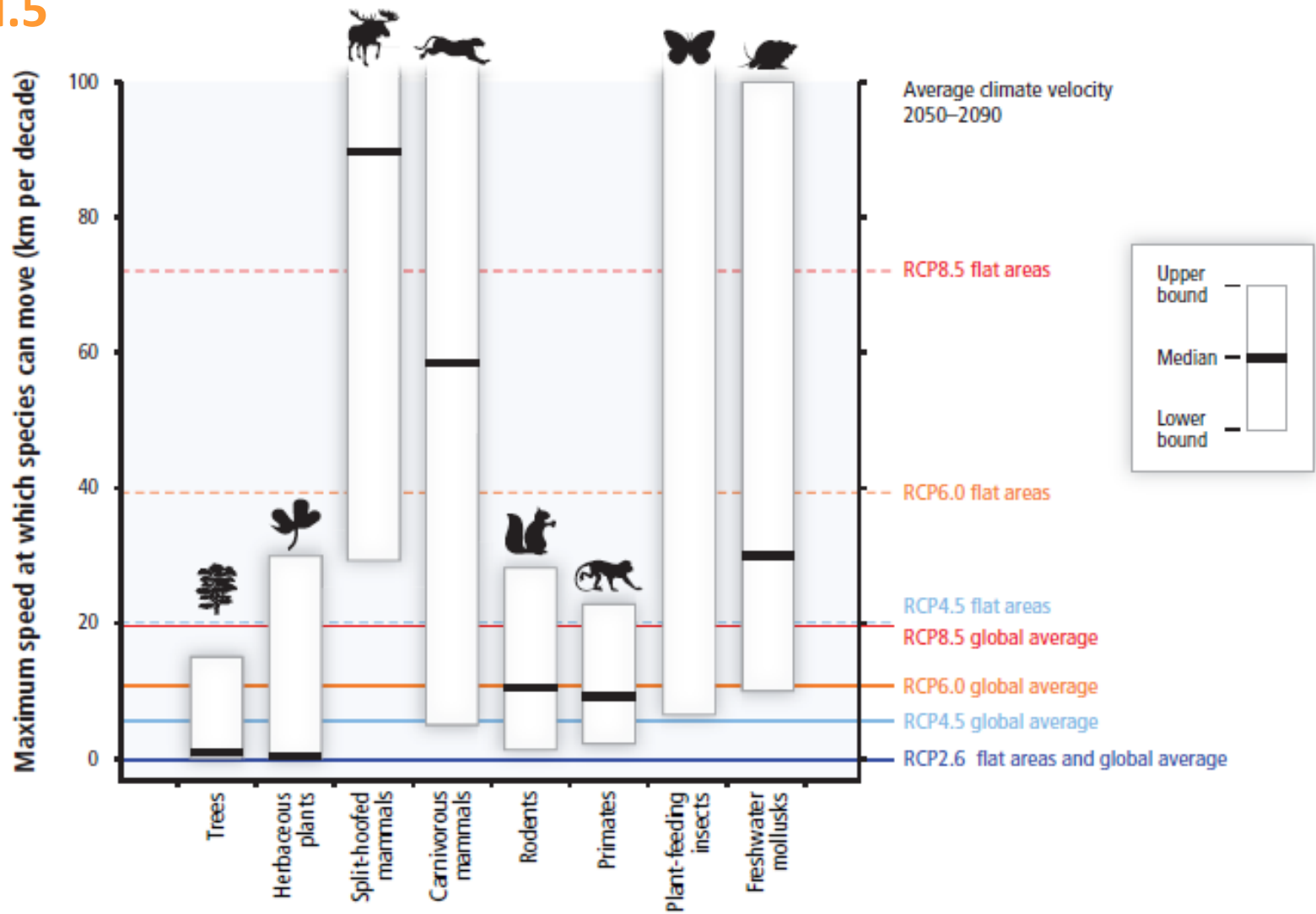
Observed impacts: Wildfire

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

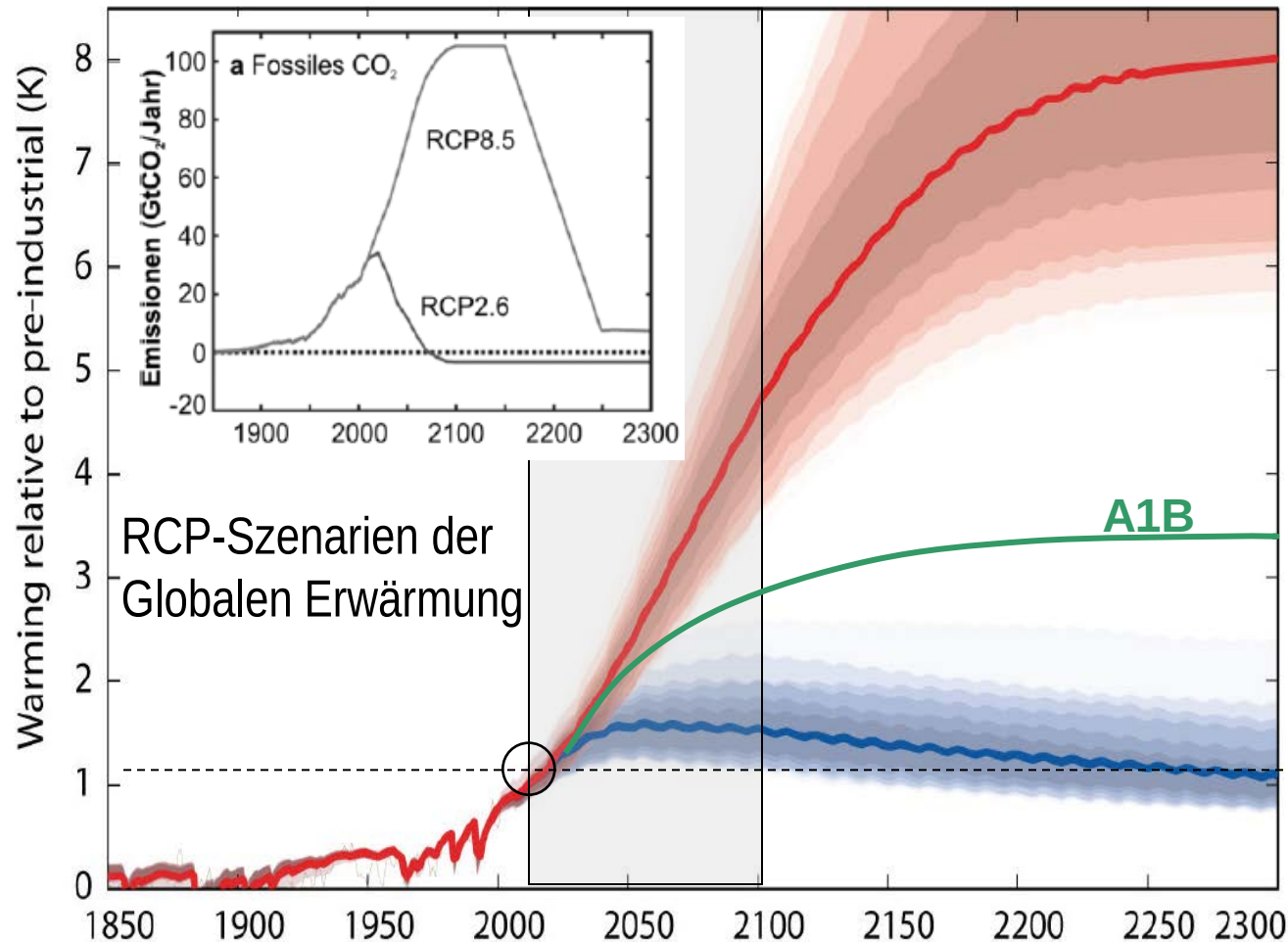


Max. speeds species can move across landscapes

Fig. SPM.5



Was die Zukunft bringen kann, beeinflussen heutige Entscheidungen



RCP 8.5

ohne Klimaschutz
→ ungebremste
globale Erwärmung
mit hohem Risiko und
hohen Schadenskosten

A1B: bisher übliches
Szenarium für mögliche
Auswirkungen des
Klimawandels

RCP 2.6

Investitionen in den
Klimaschutz weltweit
und bei uns kann die
globale Erwärmung auf 2°
begrenzen

Meinshausen et al. 2011

Klimaänderungen in Europa und Unsicherheiten

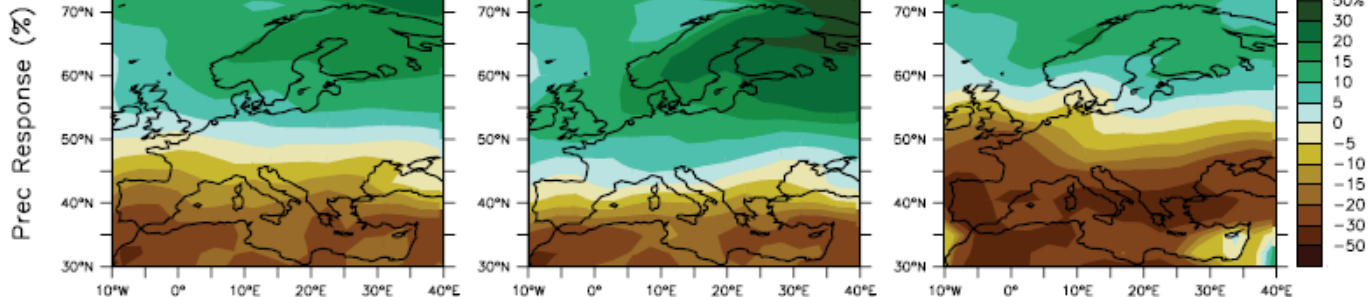
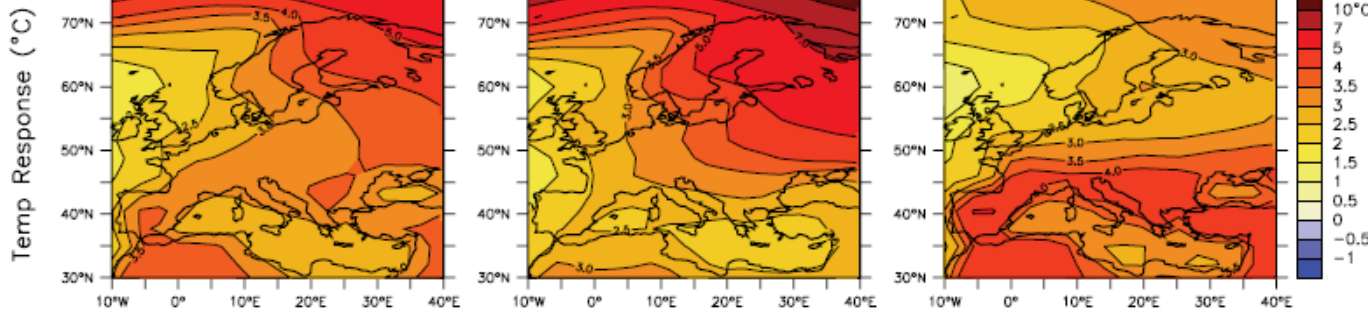
Jahr

Winter (DJF)

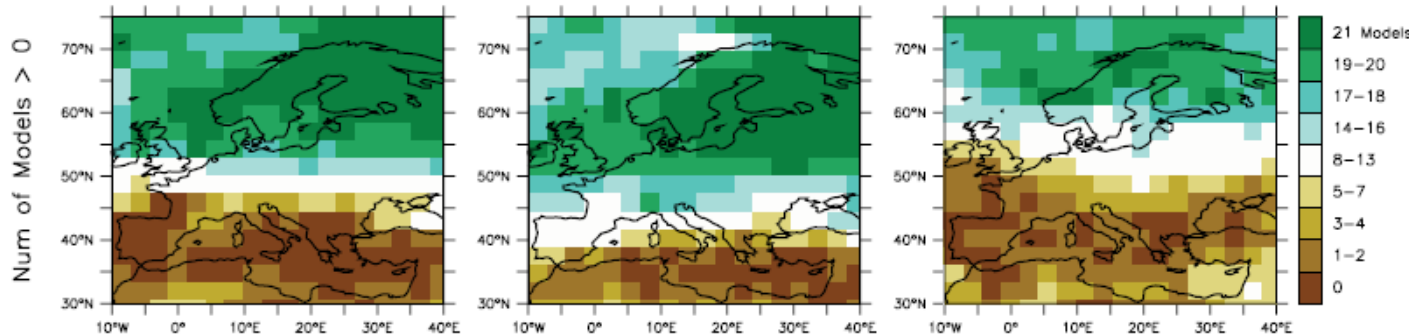
Sommer (JJA)

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

**Temperatur-
differenz °C**



**Niederschlags-
änderung %**

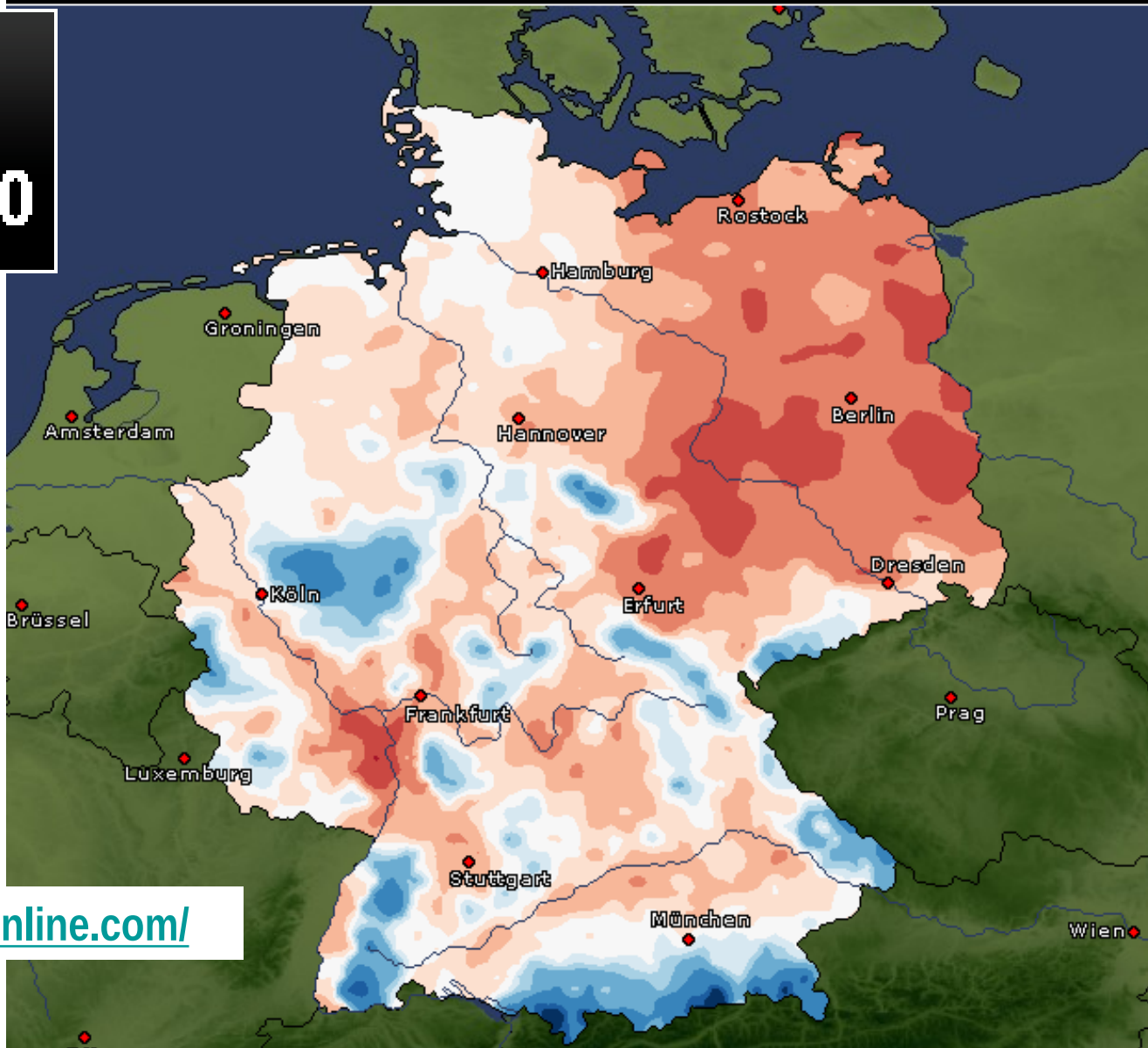


Anzahl der Modelle,
die eine Erhöhung
des Niederschlags
berechnen

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

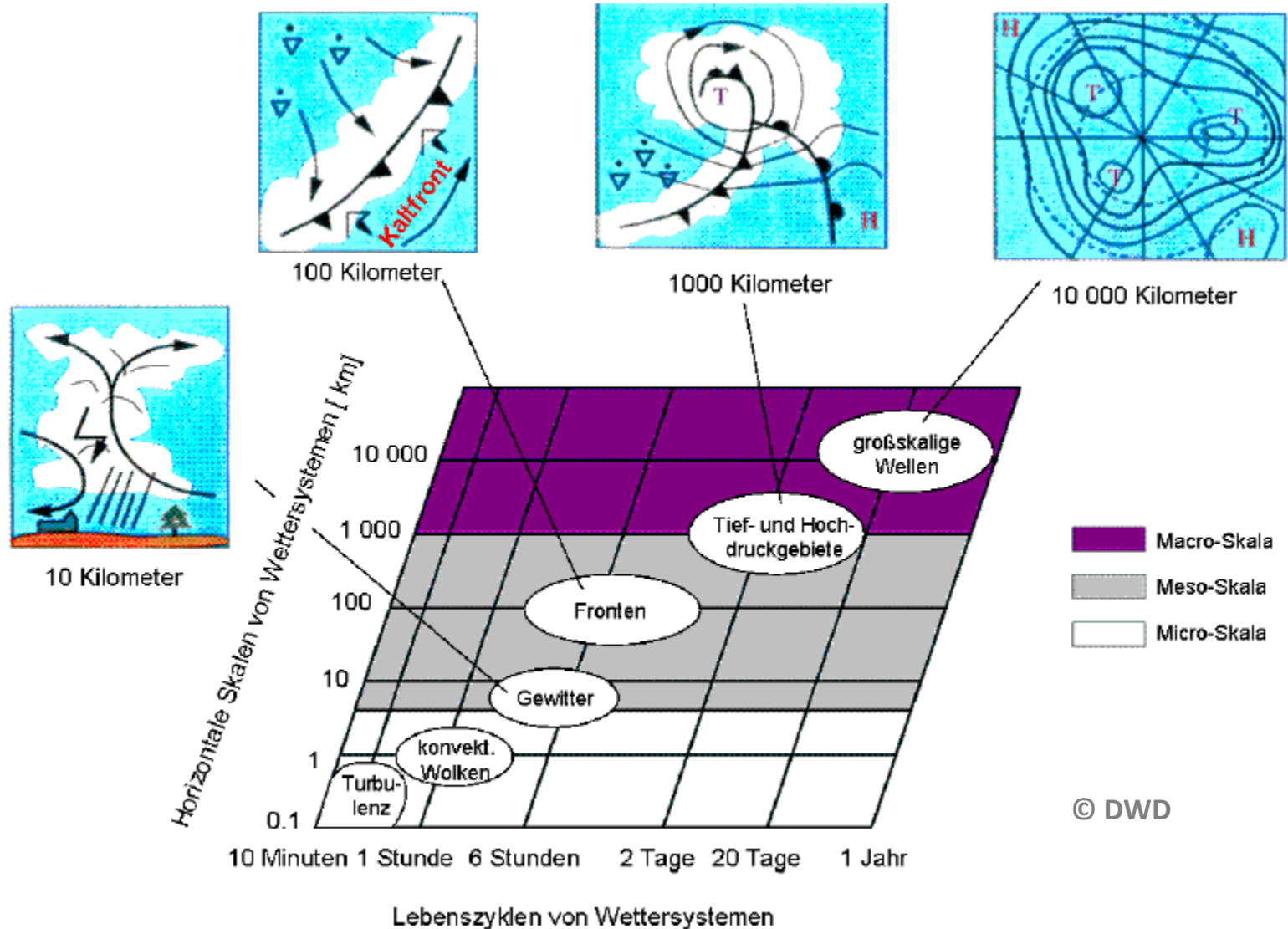
- zu niedriger **Wasserstand**
- Hässliche **Uferstreifen**
- Häufigere **Überschwemmungen**
- Verringerung der **Fließgeschwindigkeit**
- Steigende **Wassertemperaturen**
- Sinkende **Wasserqualität**
- Veränderung des **Fischbestandes**
- Verringerte **Widerstandsfähigkeit** gegenüber Belastungen



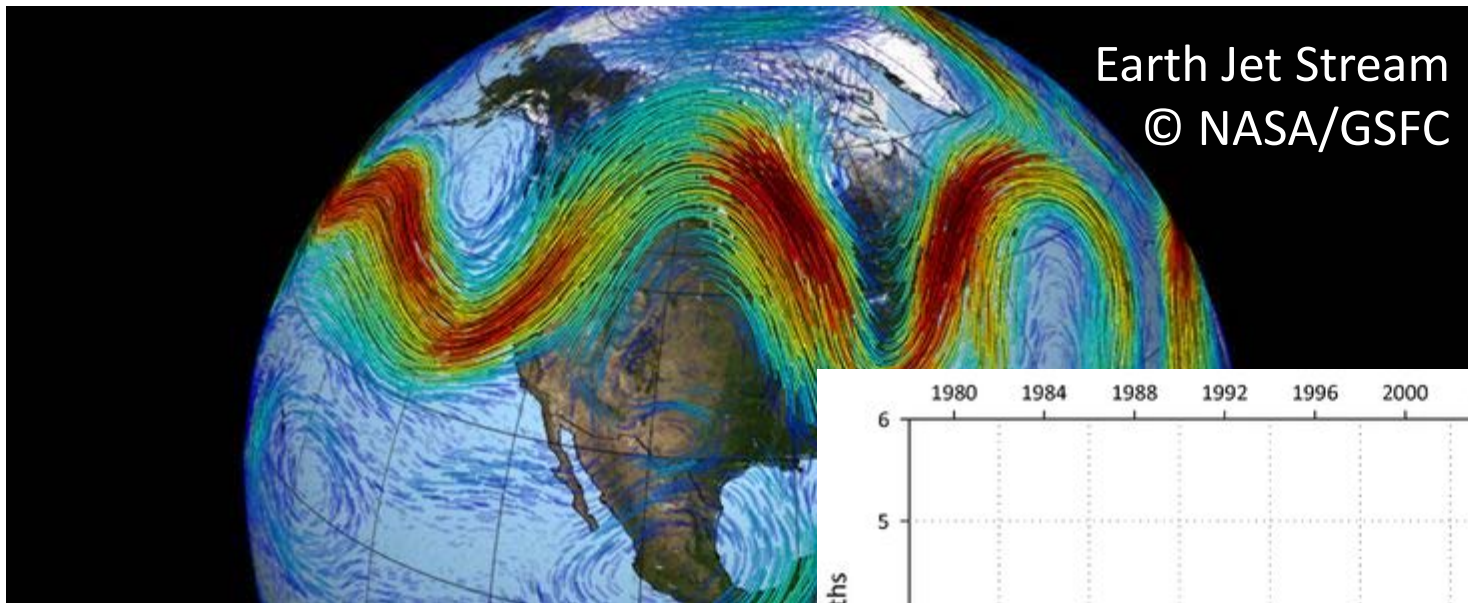
Potenziell besonders gefährdete Gewässer:

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

Skalierung von Wettersystemen

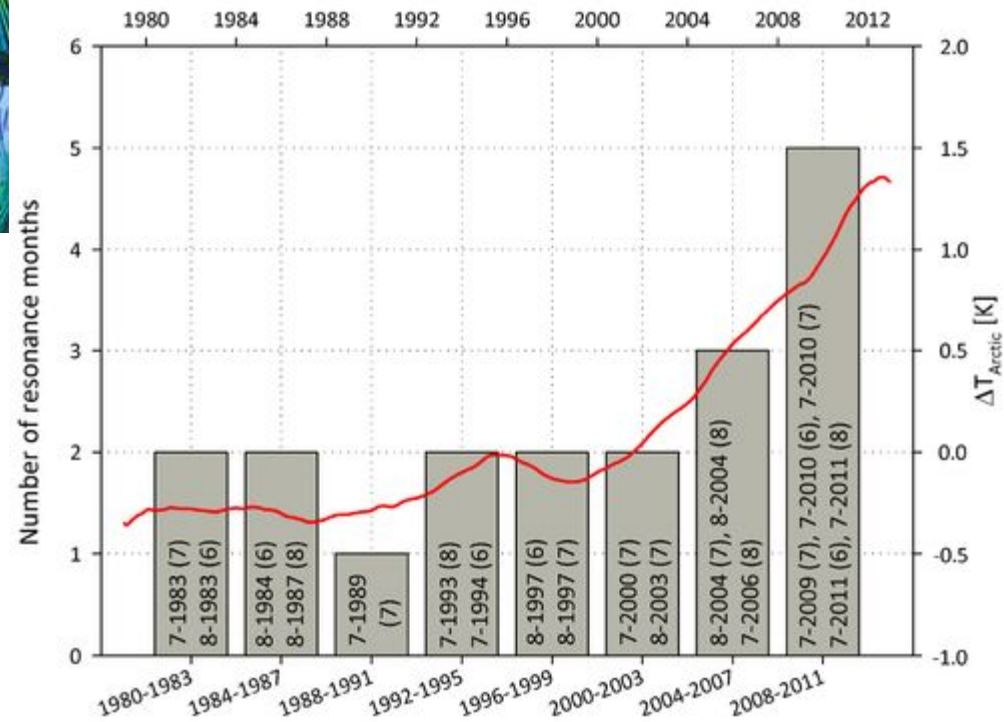


Mehr Wetterextreme durch Aufschaukeln riesiger Wellen in der Atmosphäre



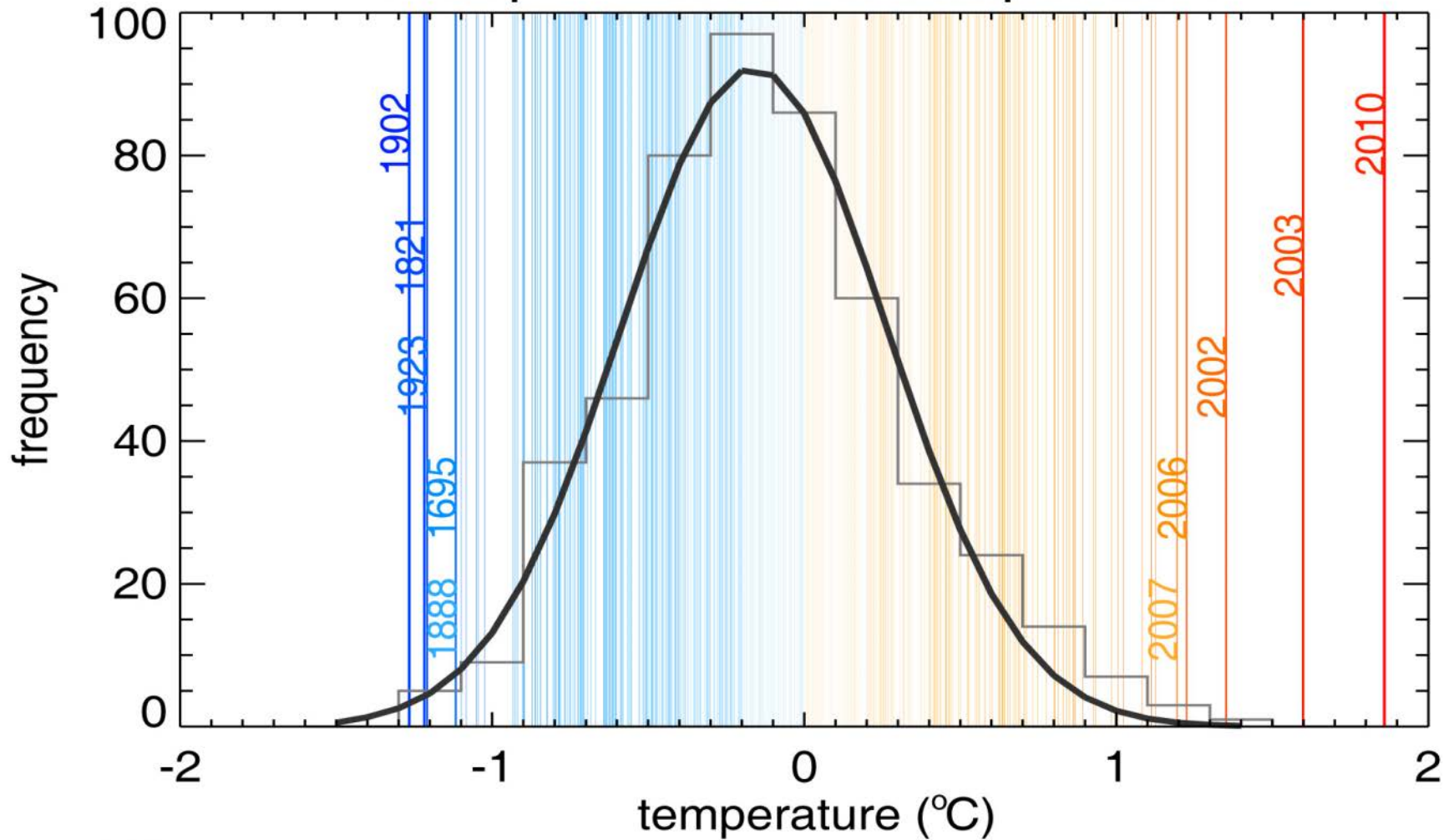
Das schwindende arktische Meereis verändert planetare Strömungen in der Atmosphäre; länger anhaltende Hochs (Hitzewellen) oder Tiefs (Starkregen) sind die Folge.

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



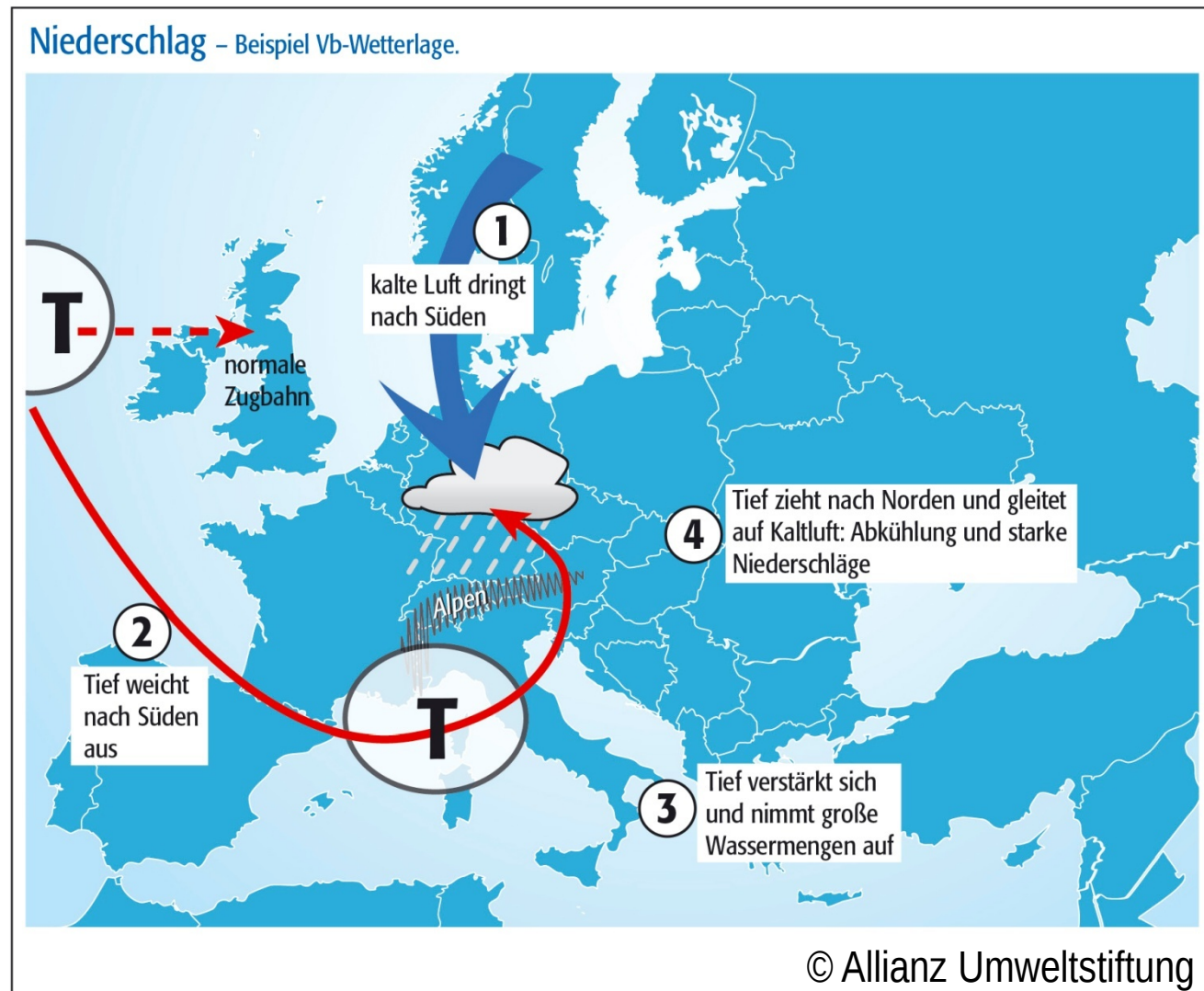
Der Hitzesommer 2010 brach alle Rekorde

European summer temperature

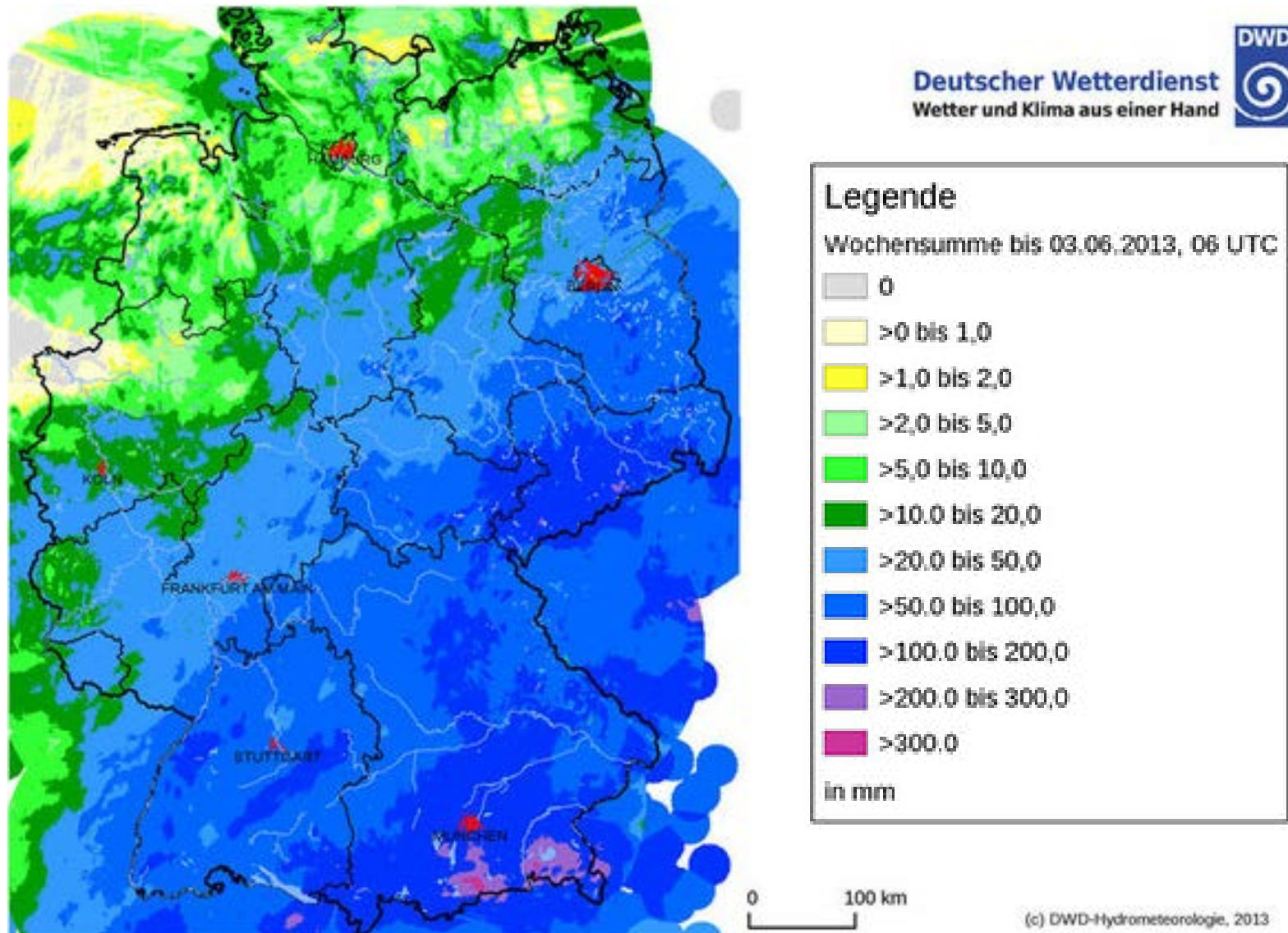


Barriopedro, D. et al., *Science*, (2011)

Hochwasserfaktor: Starkregen-Wetterlage



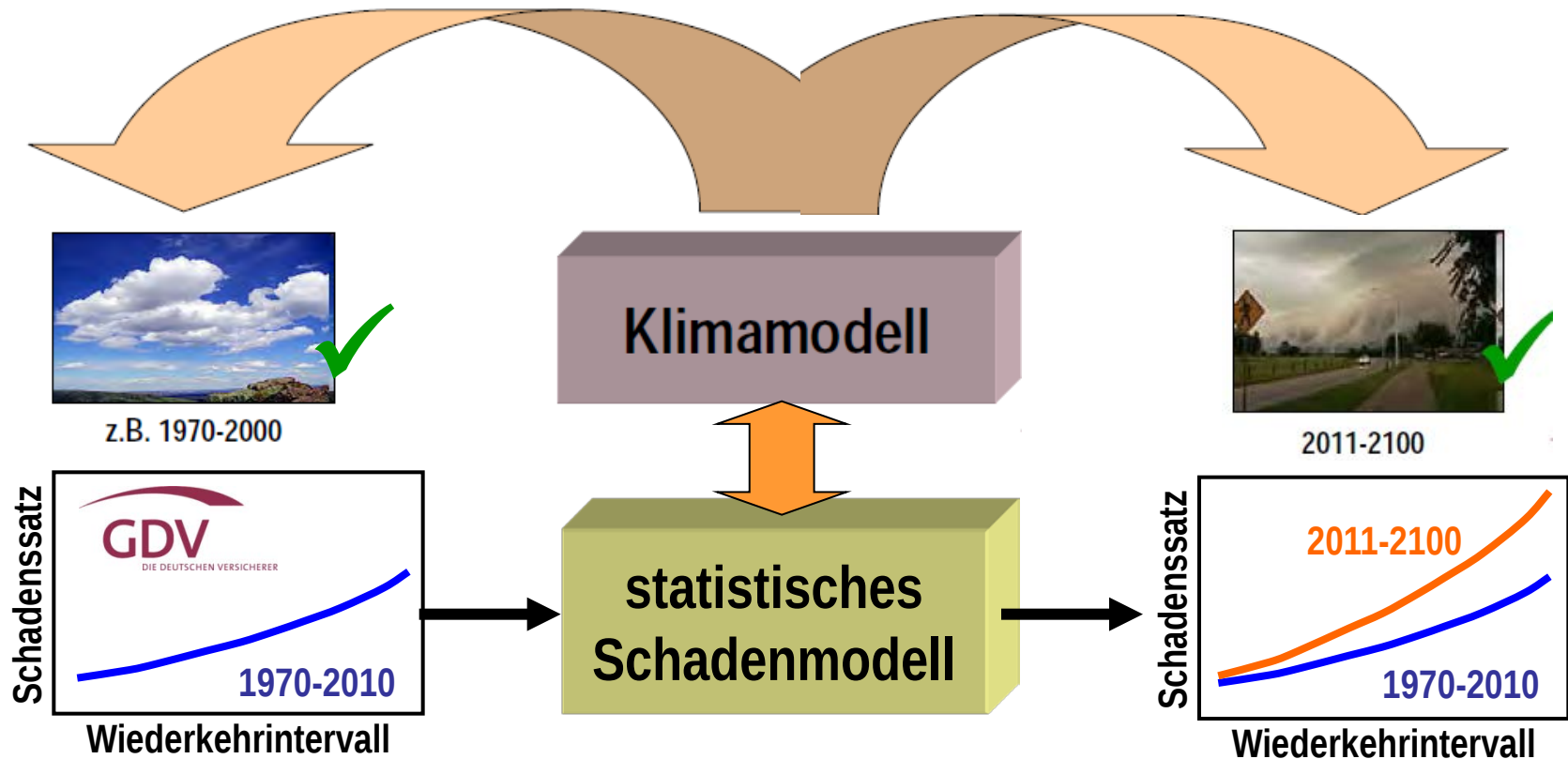
Niederschlagssummen 28. Mai bis 3. Juni 2013



Ermittlung zukünftiger Schadensentwicklungen mit Regionalen Klimamodellen und Versicherungsdaten

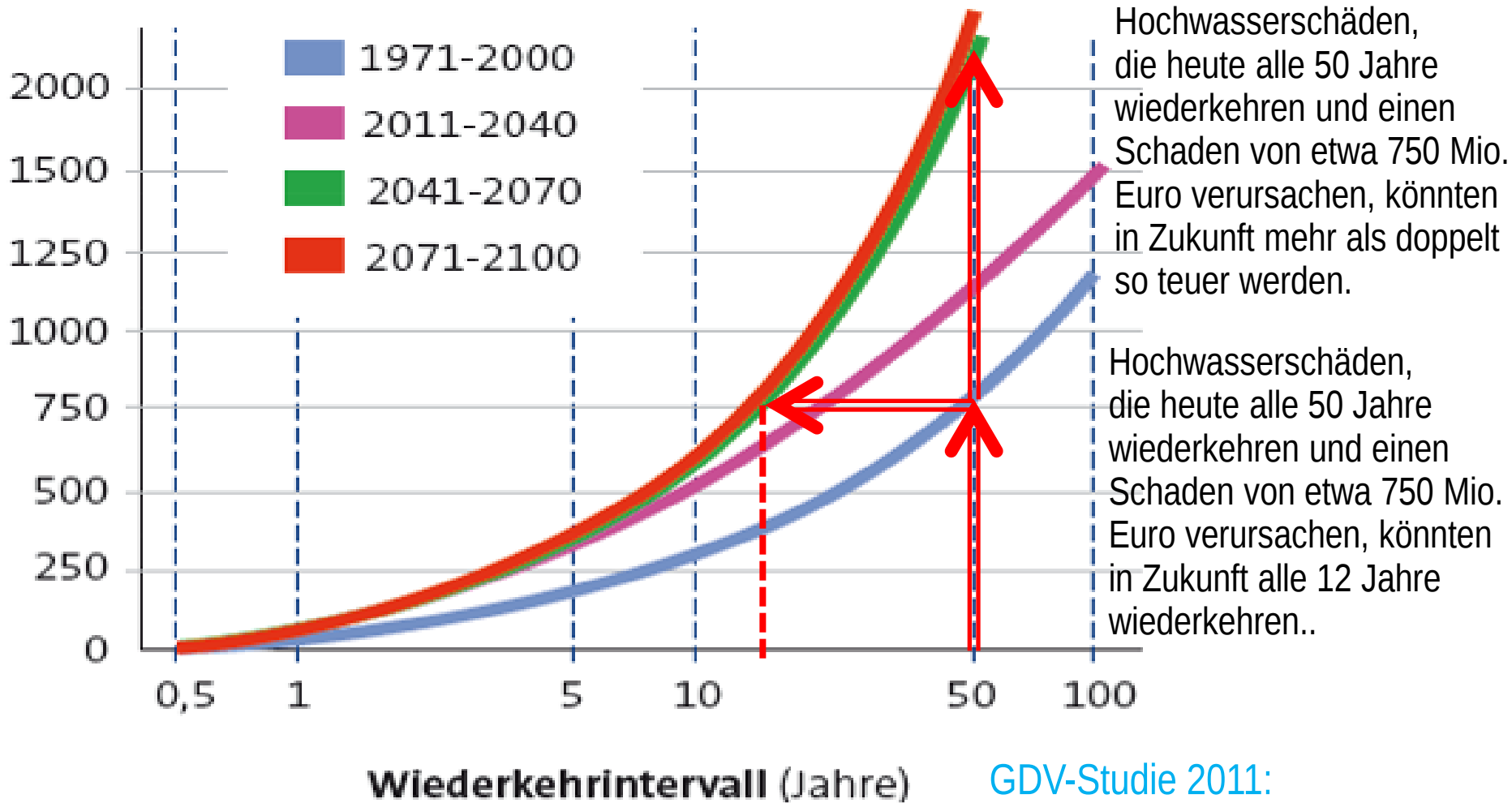
1. Resimulation der bekannten Vergangenheit

2. Simulationen der veränderten Zukunft



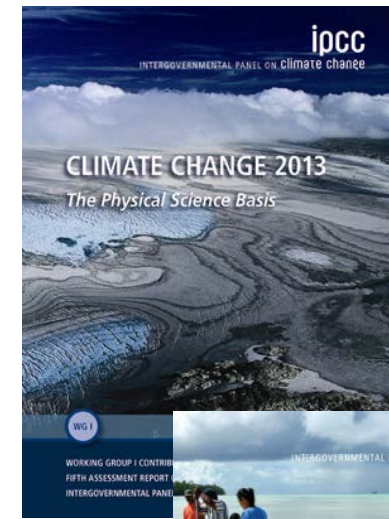
3. Kopplung von Klimadaten mit Schadensdaten

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

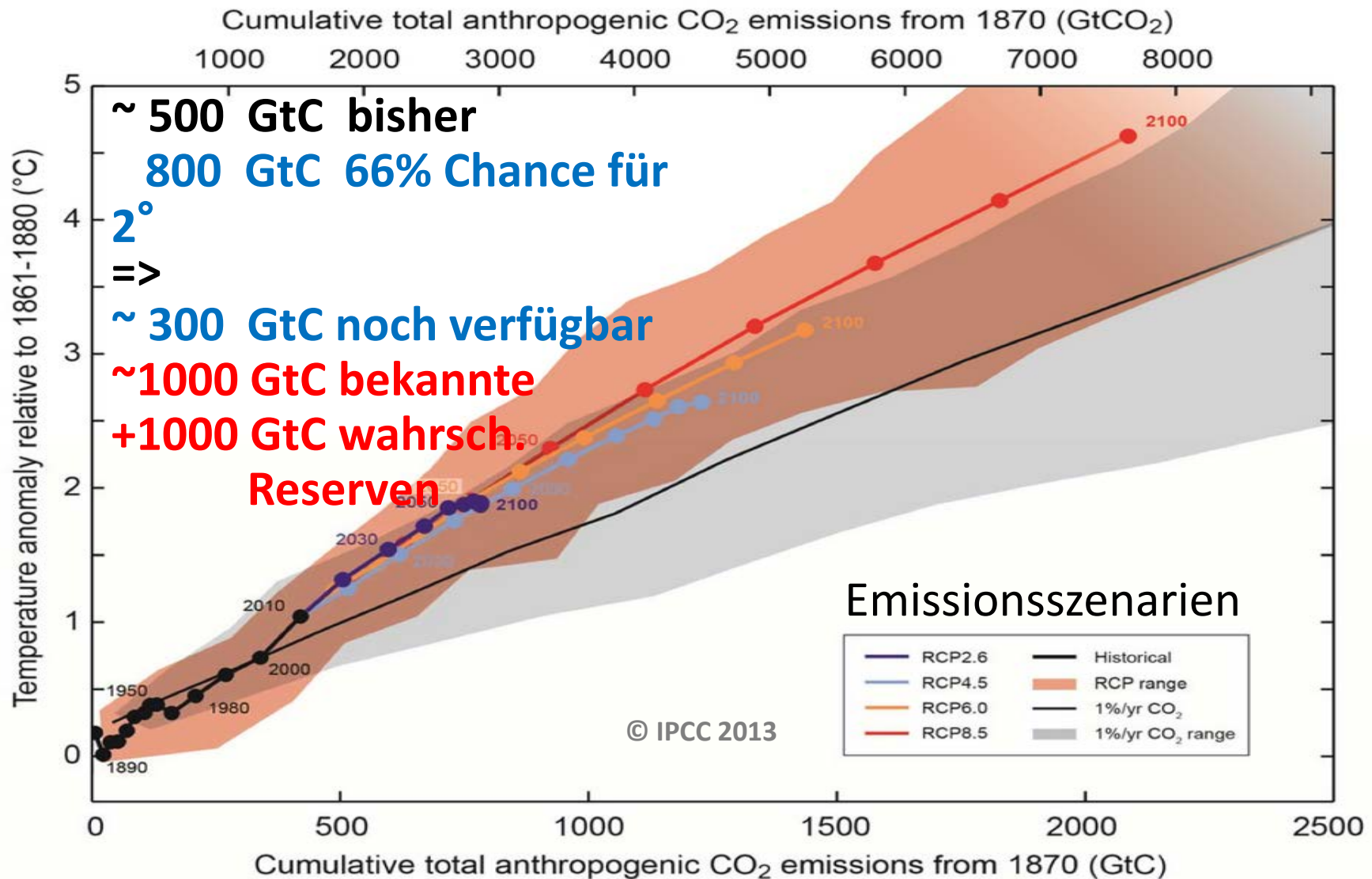


Die neuen Ergebnisse des Weltklimarats (IPCC) 2013/2014

- 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:

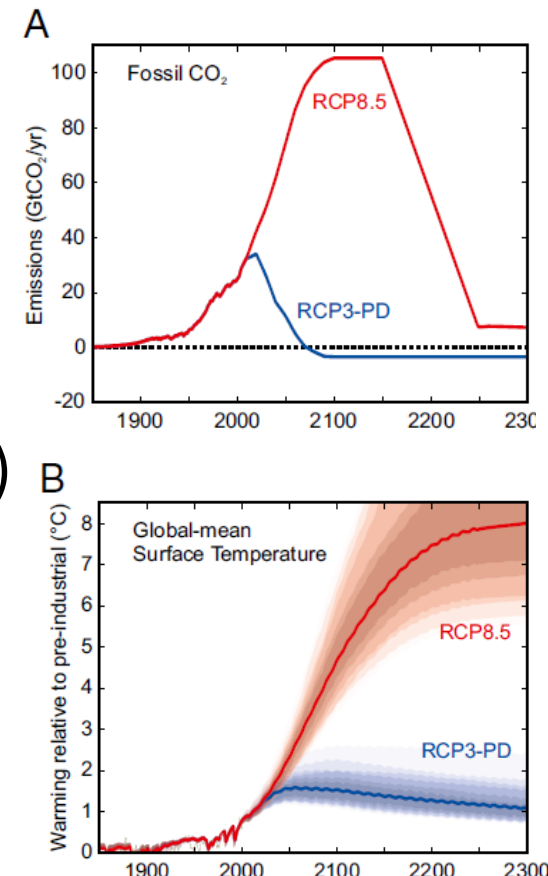
1. Industrial Air Capture (IAC)
2. Solar Radiation Management (SRM)

Alternative:

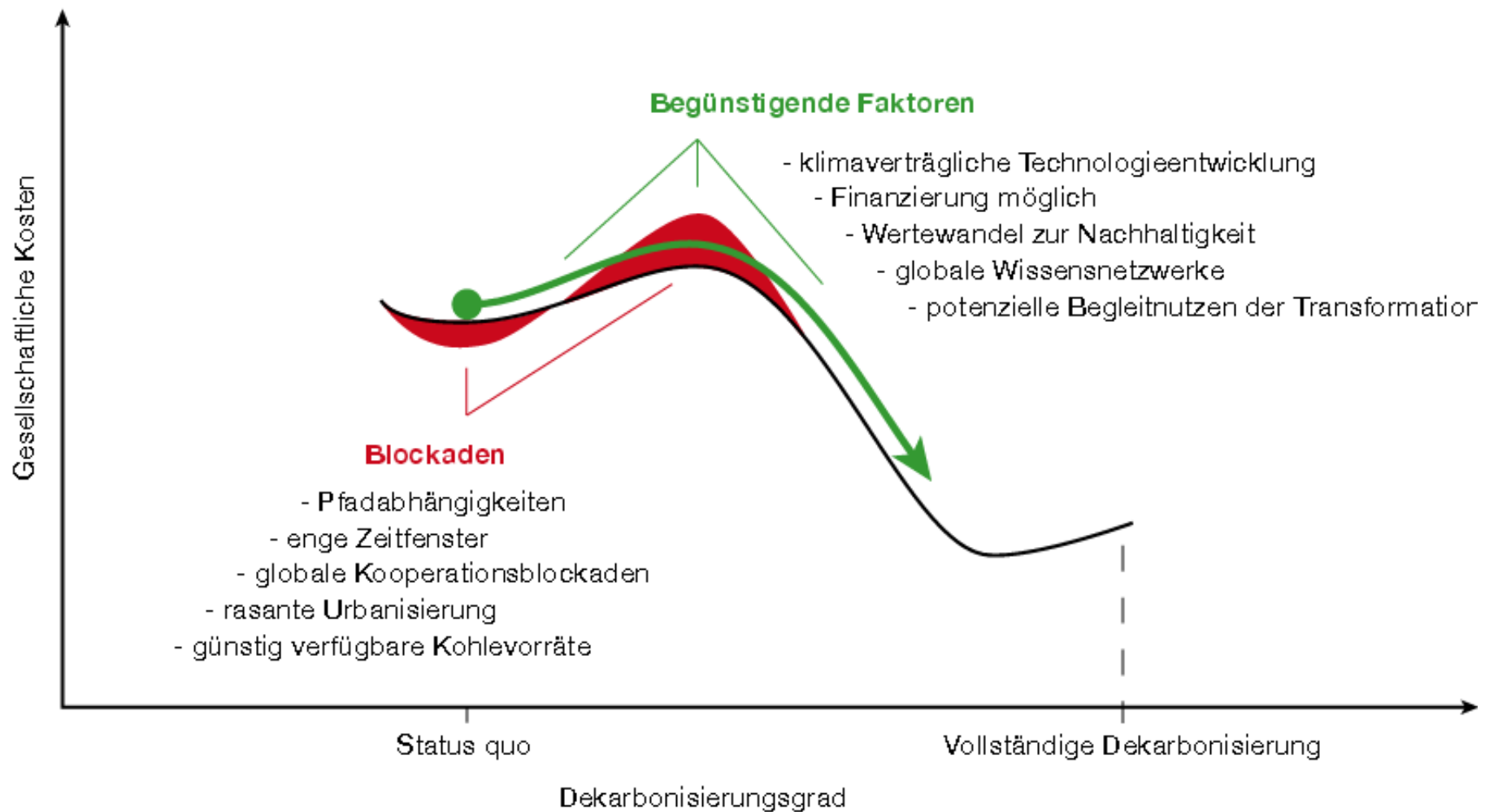
3. **Mutual Assured Decarbonization ***
(Gegenseitig vereinbarte Entkarbonisierung)

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

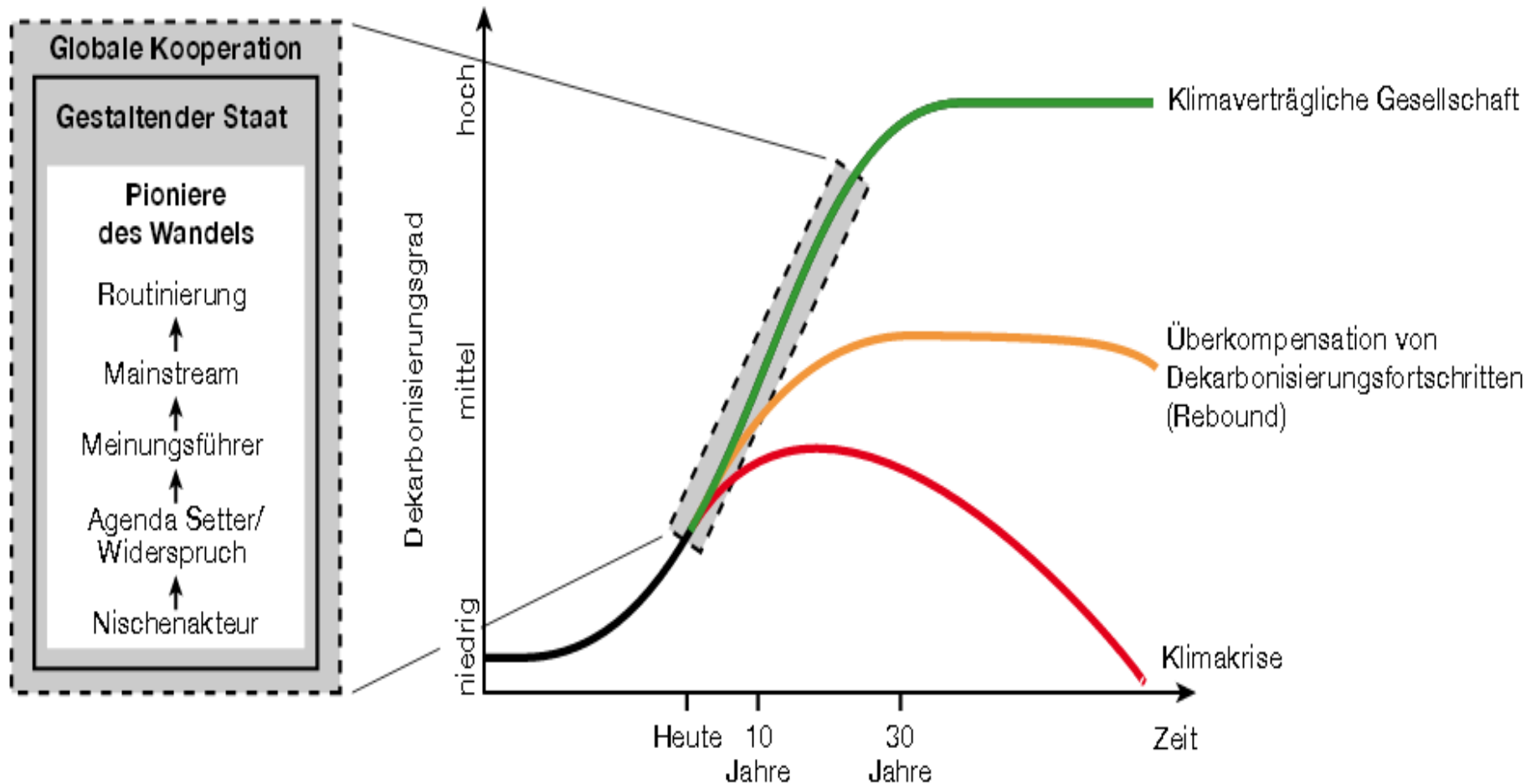
* Mutual Assured Destruction (MAD)



Topographie der Transformation zur Dekarbonisierung



Topographie der Transformation zur Dekarbonisierung



Die sieben Kardinal-Innovationen Nachhaltiger Entwicklung

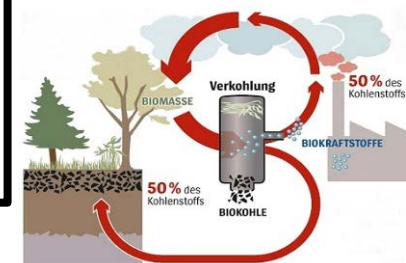
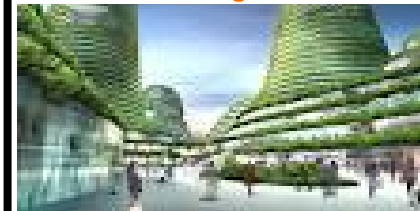
1. Integration dezentraler Erneuerbarer Energiequellen in intelligente Netzstrukturen ("Supersmart Grids") vom zahlenden Verbraucher zum kassierenden Erzeuger
2. Von energetischer Gebäudesanierung zu Plus-Energie-Gebäuden („Gebäude-Kraftwerke“)
3. Modulare Elektromobilität („Jenseits der Speicherung“)
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
KLIMAANPASSUNG
BRANDENBURG BERLIN



KLIMZUG
Klimawandel in Regionen



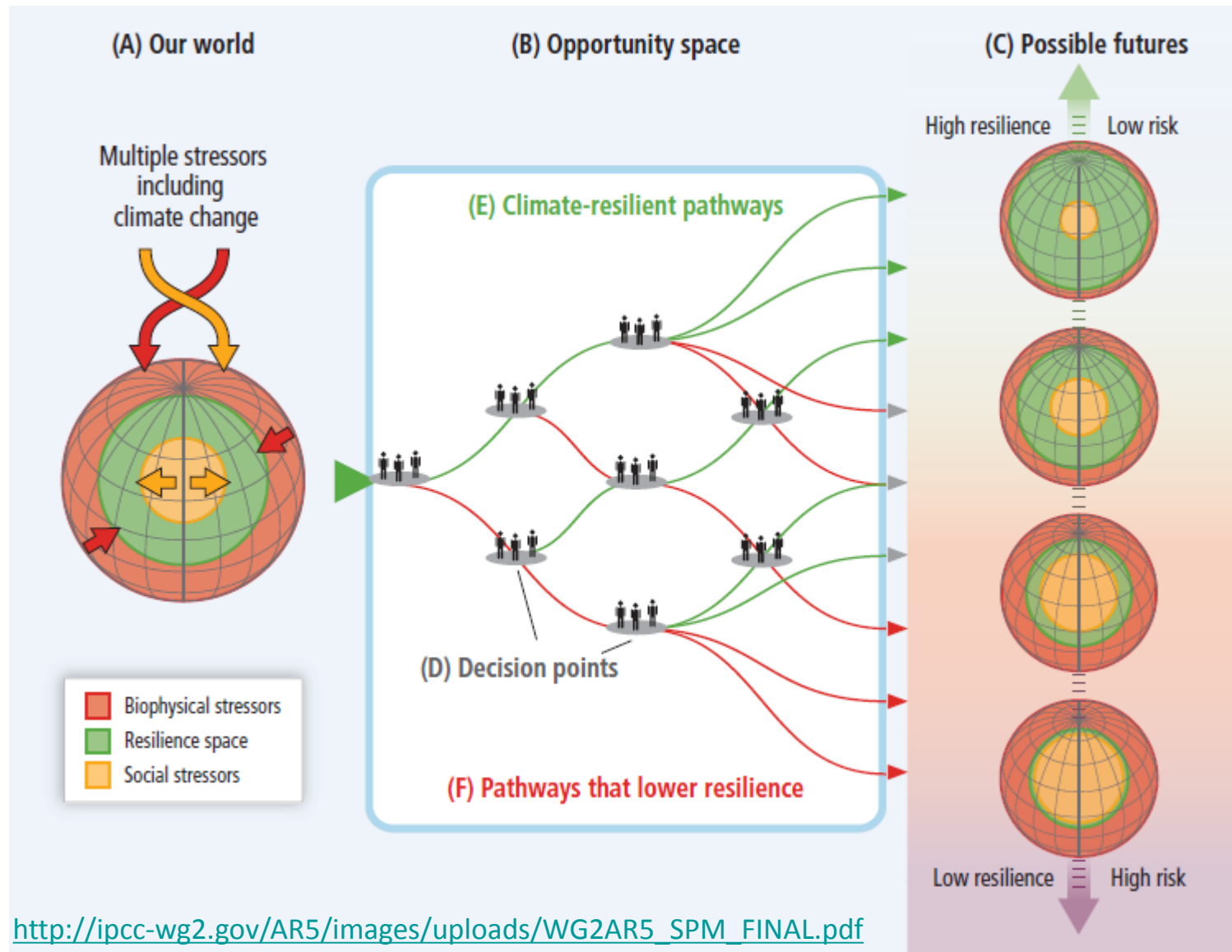
- Klimaresiliente Stadt- und Regionalplanung
- Gesundheitsschutz
- Klimaresiliente Landnutzung: Minderung von Verdunstung, Wind- und Wassererosion
- Waldumbau
- Schutz von Mooren und Feuchtgebieten
- Gewässerschutz
- Wasserspeicherung und Regulierung der Abflüsse
- Intelligenter Naturschutz: im Fokus: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

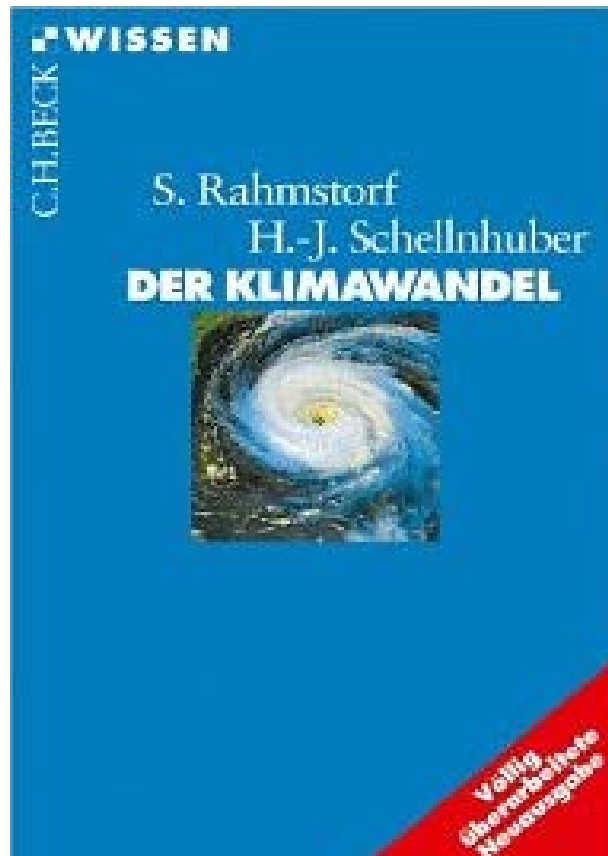
Der Klimawandel ist die Herausforderung für eine neue Art des Naturschutzes!

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

Prospects for climate-resilient pathways

Fig. SPM.9





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 !