



POTSDAM-INSTITUT FÜR
KLIMAFOLGENFORSCHUNG



Klimawandel – Eine Einführung - Klimaprojektionen und -zusammenhänge

Prof. Dr. Manfred Stock

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

Ringvorlesung Klima – Wüste – Brandenburg?

HNE-Eberswalde, 16. Oktober 2014

Klimawandel: Eine Einführung

I. Die Erkenntnisse des Weltklimarats zur Globalen Erwärmung:

1. Die Daten zur Globalen Erwärmung sind eindeutig
2. Die Erwärmung geht zum größten Teil in die Ozeane
3. Menschen verursachen größtenteils die Erwärmung
4. Die Globale Erwärmung ist weitgehend irreversibel
5. Das 2°Grad-Ziel bedeutet:
 - a) Ein Teil des Kohlenstoffs muss wieder aus der Atmosphäre raus
 - b) Der Großteil der fossilen Brennstoffe bleibt im Boden
 - c) Die Auswirkungen des Klimawandels lassen sich noch begrenzen

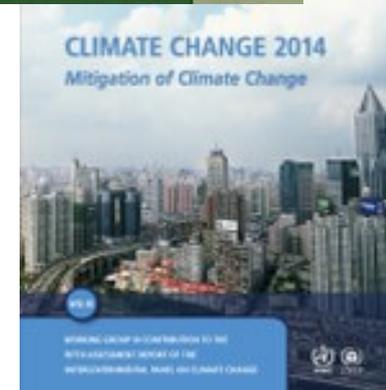
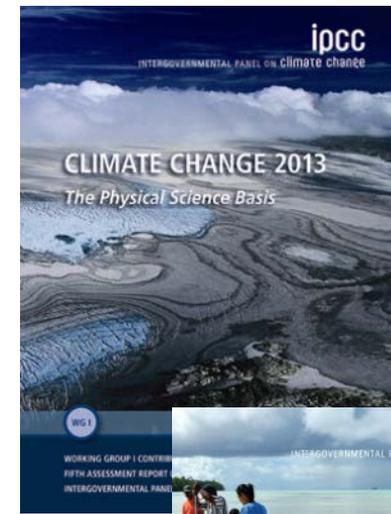
II. Wir wählen unsere Zukunft - was ist zu erwarten?

1. Mögliches Wasserdefizit für Brandenburg
2. Zunehmende Extremwetterereignisse, auch Hochwasser

III. Wir brauchen eine Transformation des Umgangs mit Energie und Landnutzung

Die neuen Ergebnisse des Weltklimarats (IPCC) 2013/2014

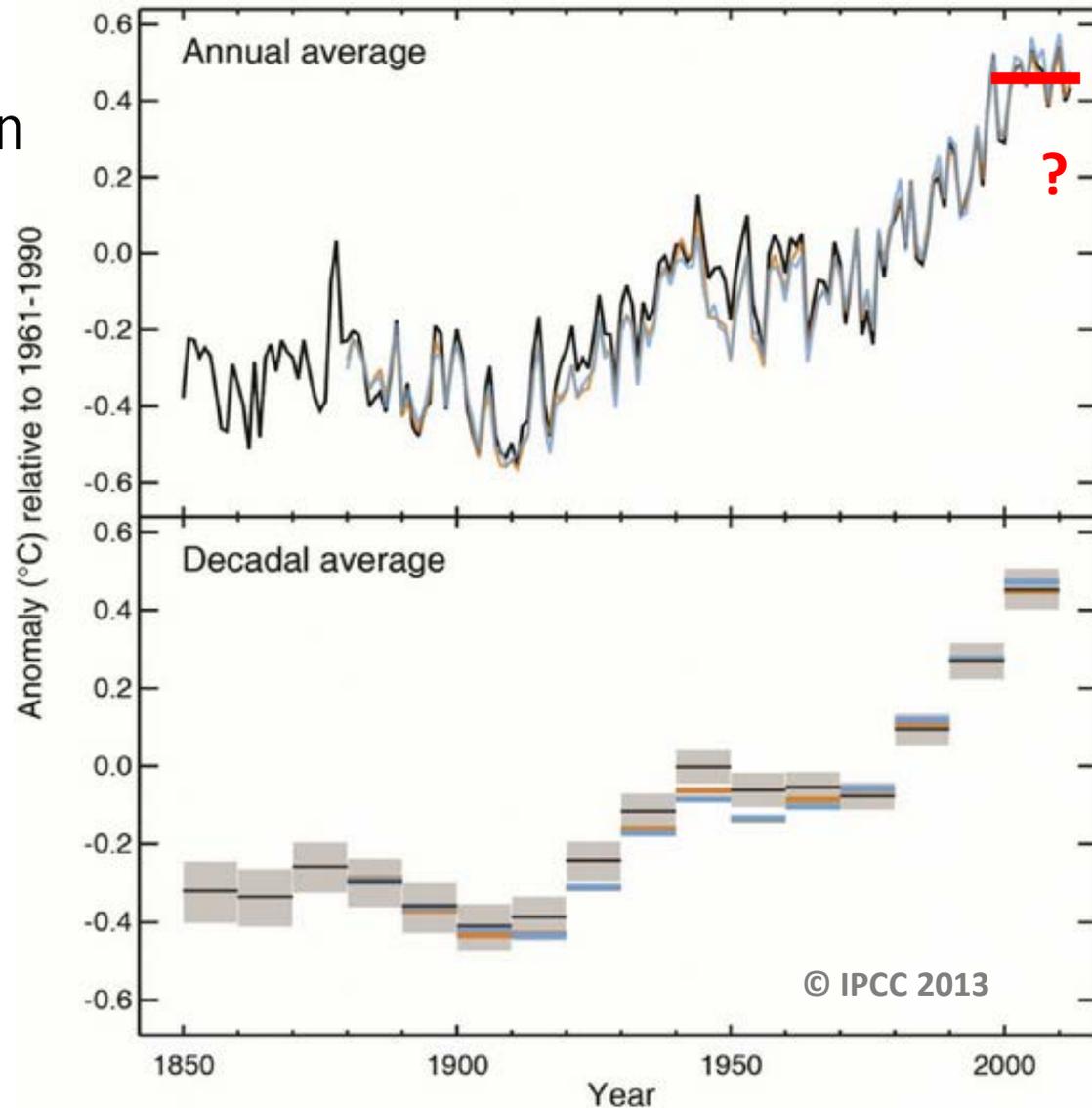
- I. Der fünfte Sachstandsbericht (AR5) hat die bestehenden Erkenntnisse zum derzeitigen Klimawandel und dem Einfluss der anthropogenen Treibhausgasemissionen bestätigt und weiter konkretisiert.
- II. Verstärkt sich der Klimawandel in den kommenden Jahrzehnten weiter, nimmt Hitzestress zu, Extremereignisse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



Macht der Klimawandel eine Pause?

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

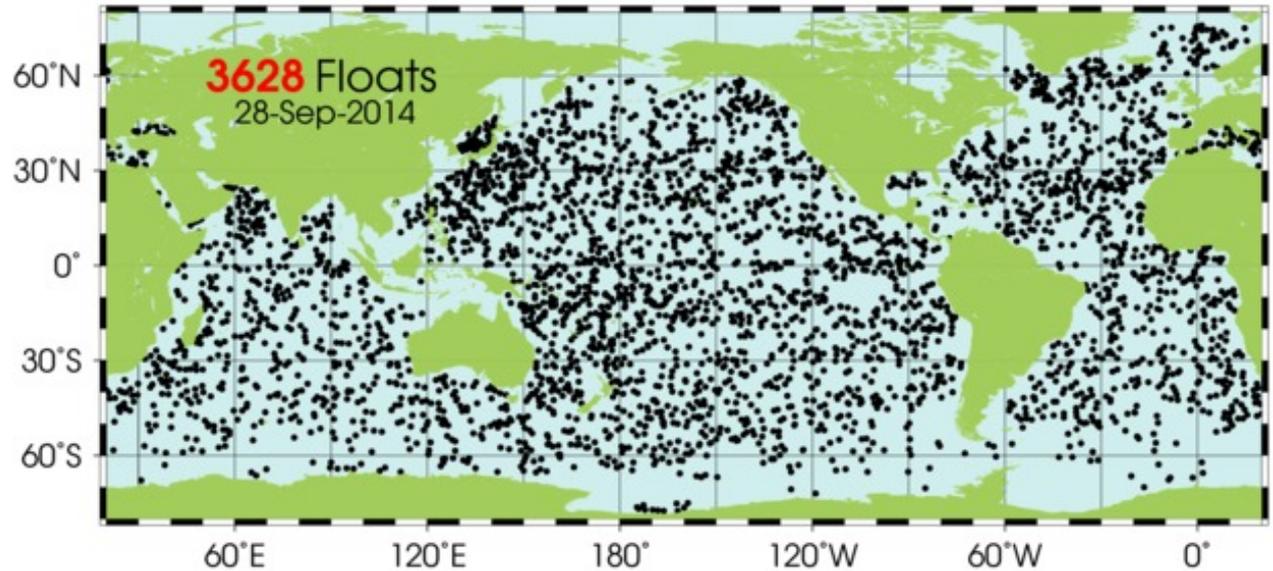
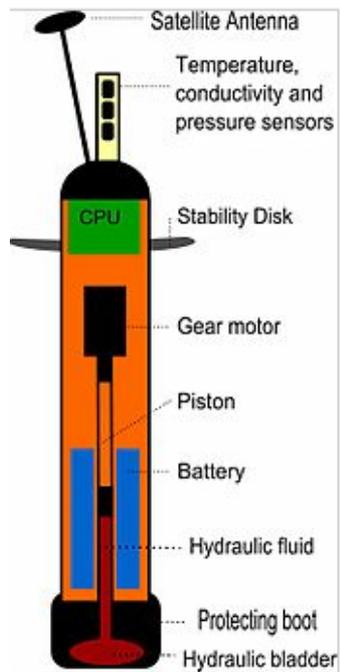
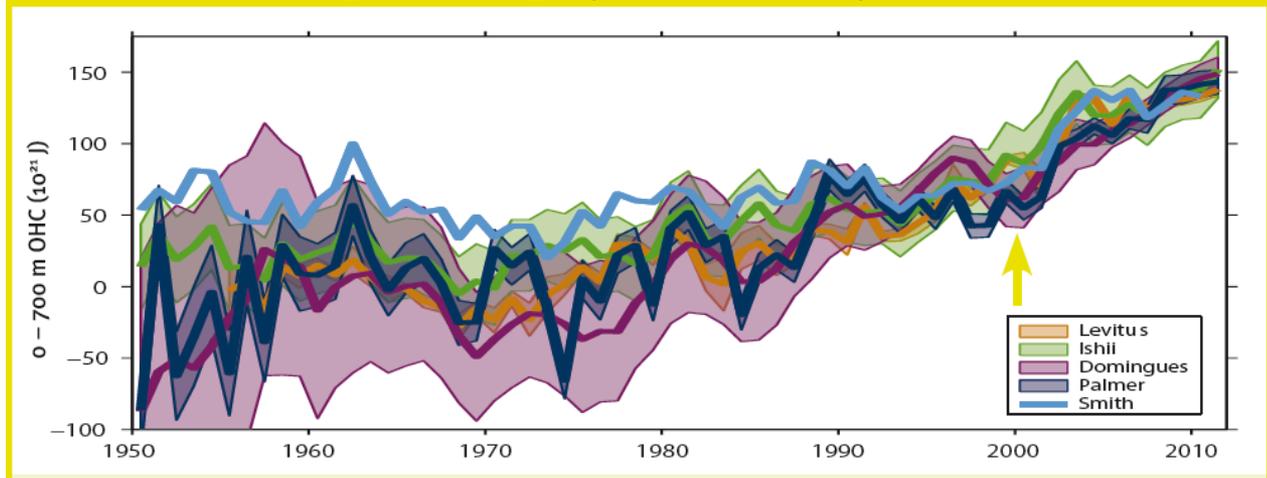


Abb. 2: Der Ozean als größter Energiespeicher im Klimasystem



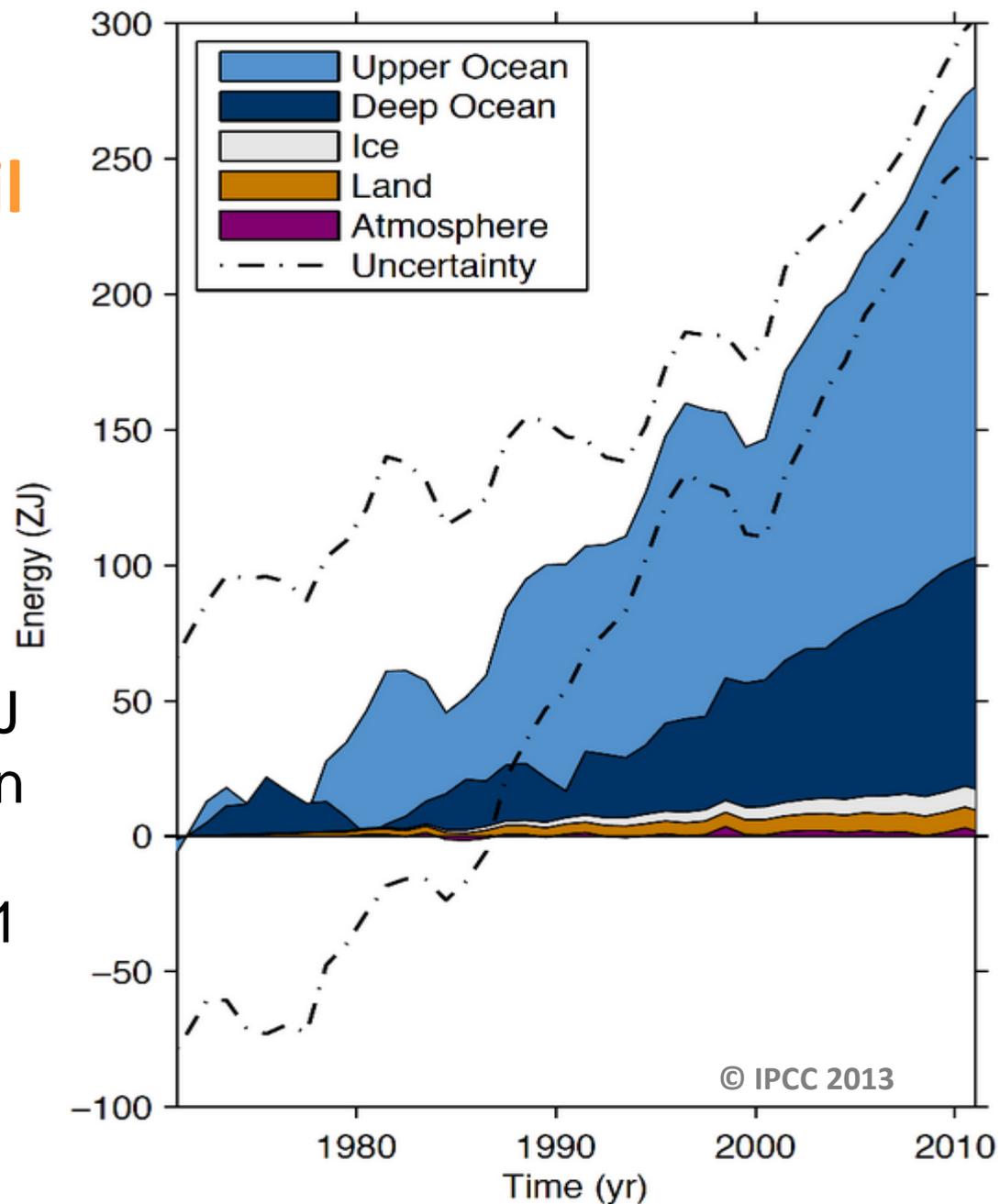
http://www.dpg-physik.de/veroeffentlichung/physik_konkret/pix/Physik_Konkret_19.pdf



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)



© IPCC 2013

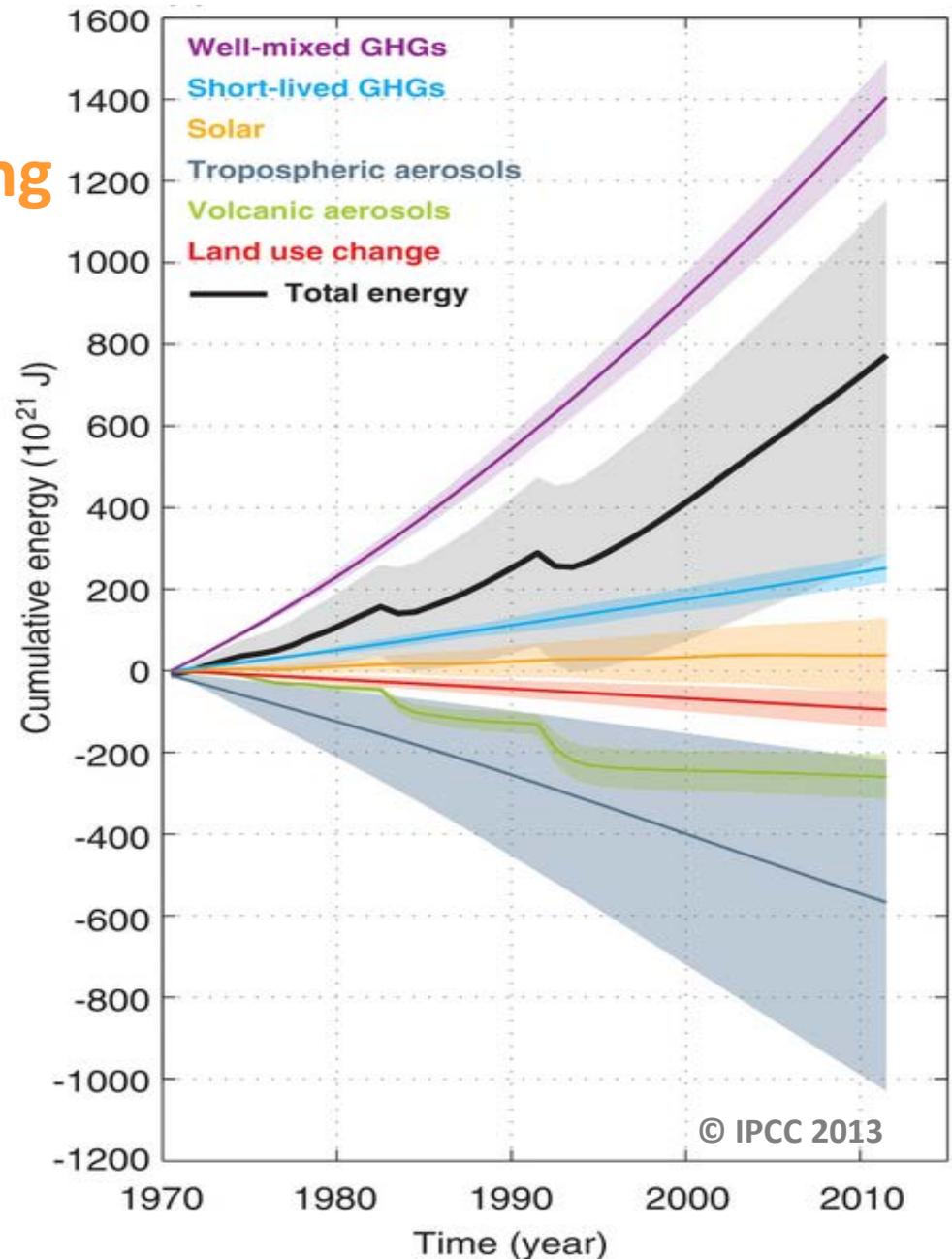
3. Menschen verursachen größtenteils die Erwärmung

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:

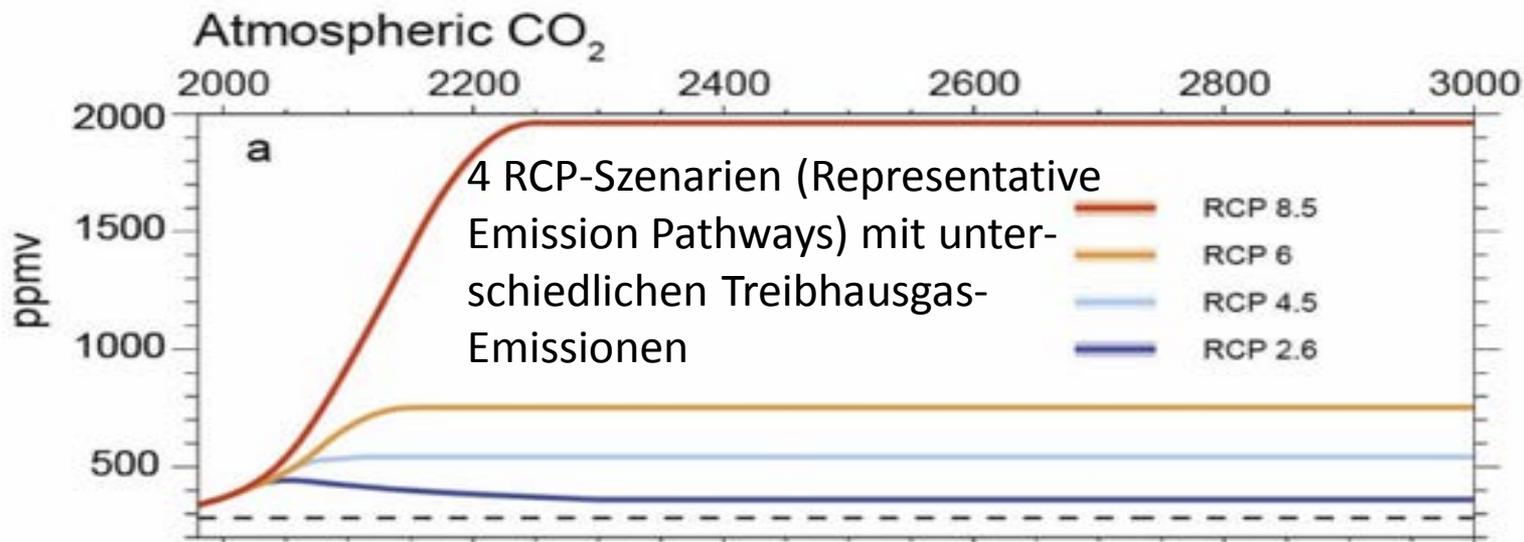
„Höchstwahrscheinlich ist der
Mensch verantwortlich
für den größten Teil dieser
Energiezunahme“



4. Die Erwärmung ist weitgehend irreversibel

CO₂-Anteil in der Atmosphäre

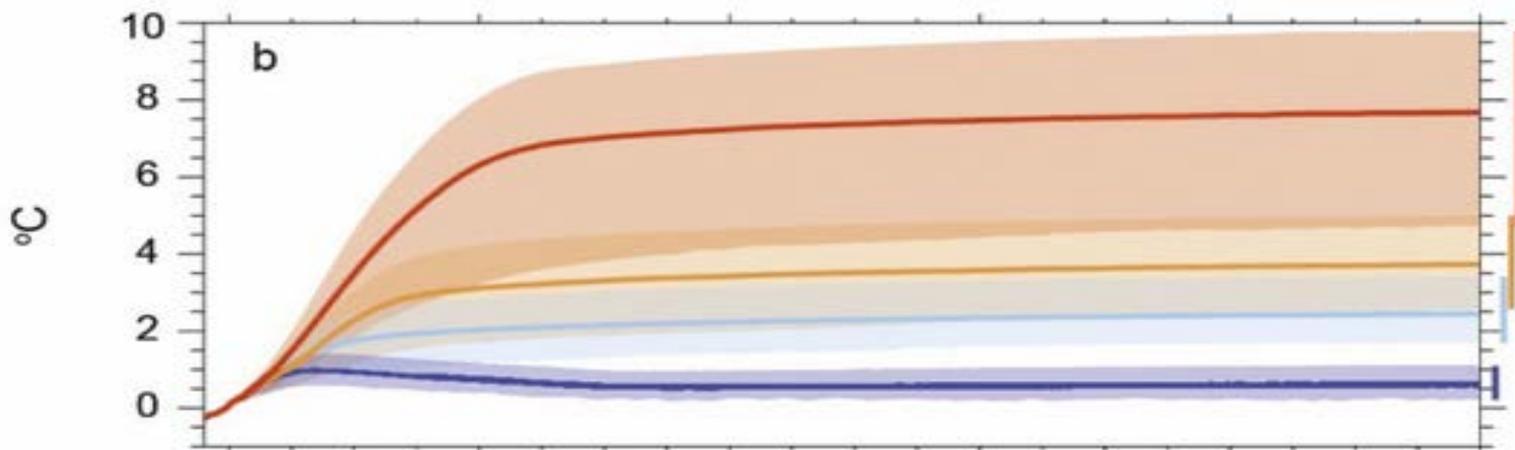
(Fig. 12.43)



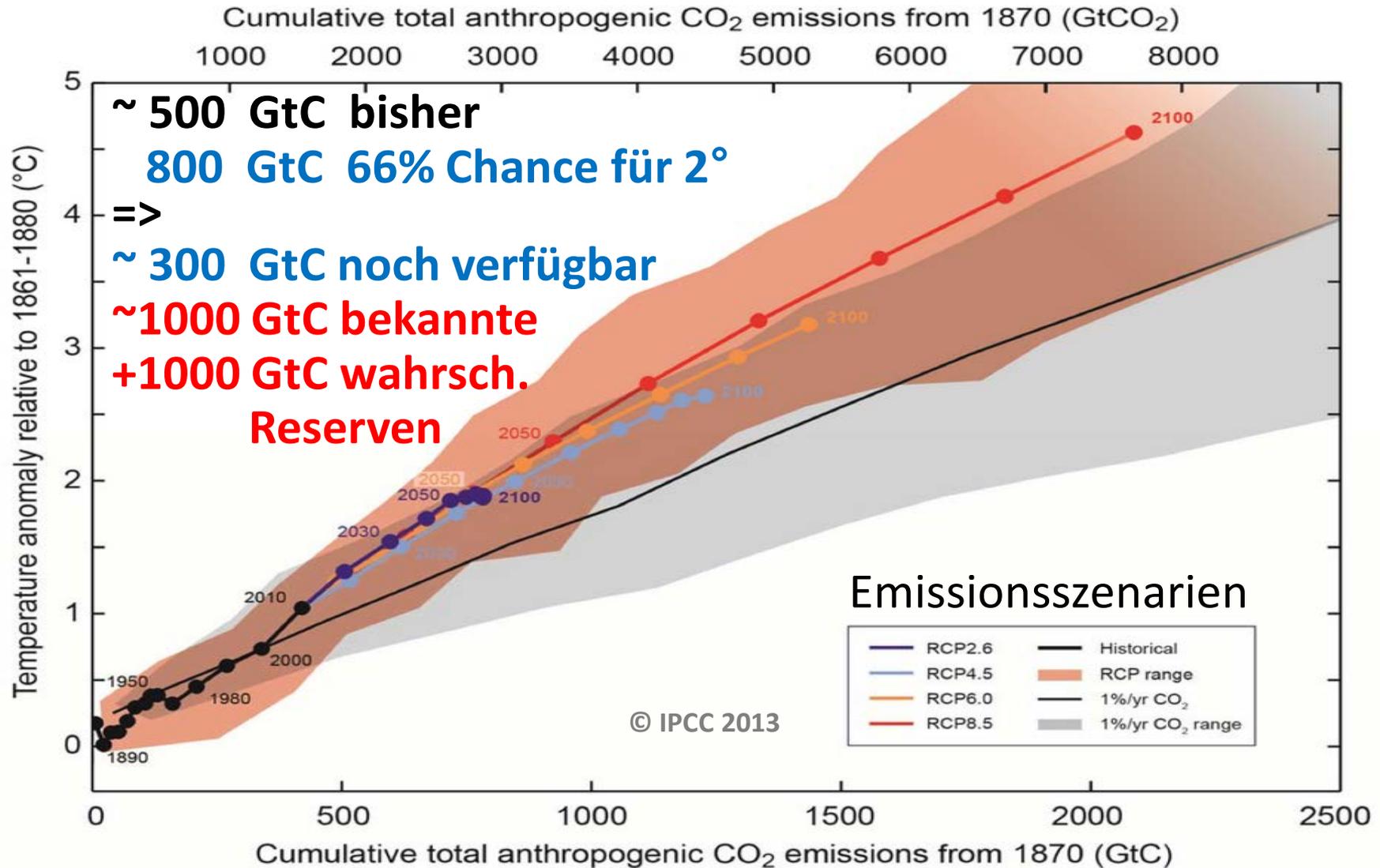
Temperaturänderung an der Oberfläche

Surface air temperature change

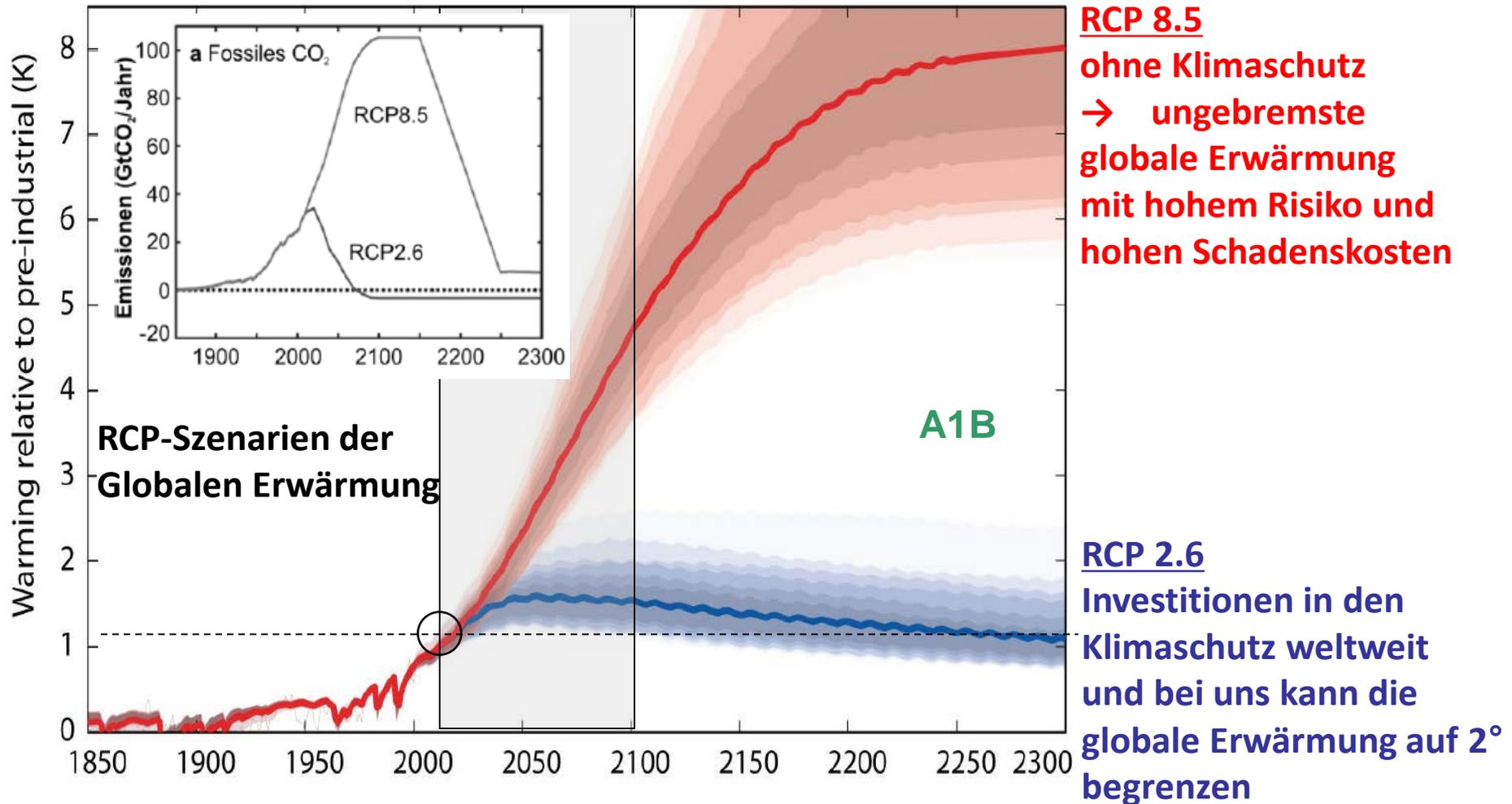
© IPCC 2013



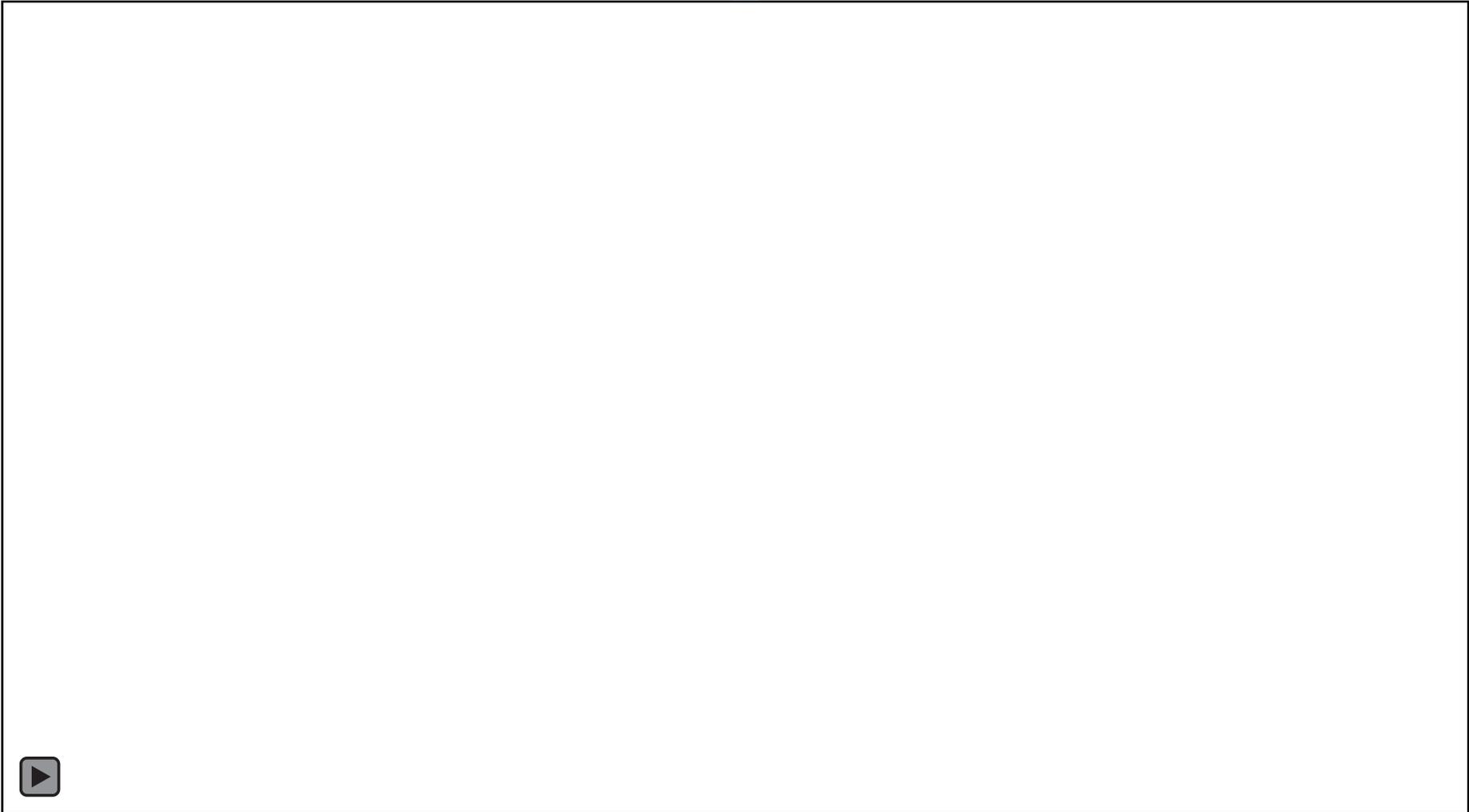
um unter 2°C globaler Erwärmung zu bleiben, muss ein Großteil der fossilen Brennstoffe im Boden bleiben



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>

Klimawandel: Eine Einführung

I. Die Erkenntnisse des Weltklimarats zur Globalen Erwärmung:

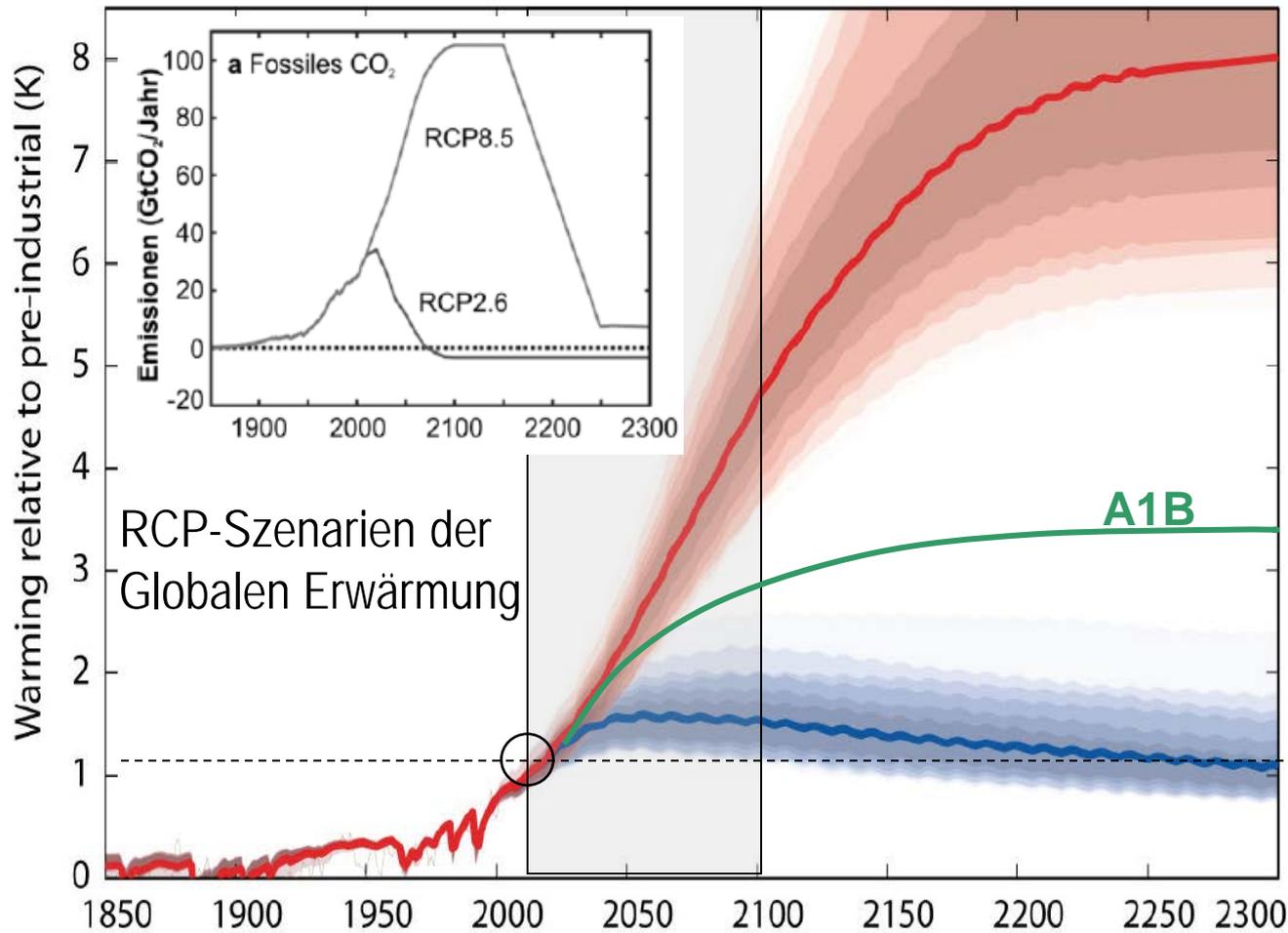
1. Die Daten zur Globalen Erwärmung sind eindeutig
2. Die Erwärmung geht zum größten Teil in die Ozeane
3. Menschen verursachen größtenteils die Erwärmung
4. Die Globale Erwärmung ist weitgehend irreversibel
5. Das 2°Grad-Ziel bedeutet:
 - a) Ein Teil des Kohlenstoffs muss wieder aus der Atmosphäre raus
 - b) Der Großteil der fossilen Brennstoffe bleibt im Boden
 - c) Die Auswirkungen des Klimawandels lassen sich noch begrenzen

II. Wir wählen unsere Zukunft - was ist zu erwarten?

1. Mögliches Wasserdefizit für Brandenburg
2. Zunehmende Extremwetterereignisse, auch Hochwasser

III. Wir brauchen eine Transformation des Umgangs mit Energie und Landnutzung

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

Klimaänderungen in Europa und Unsicherheiten

Jahr

Winter (DJF)

Sommer (JJA)

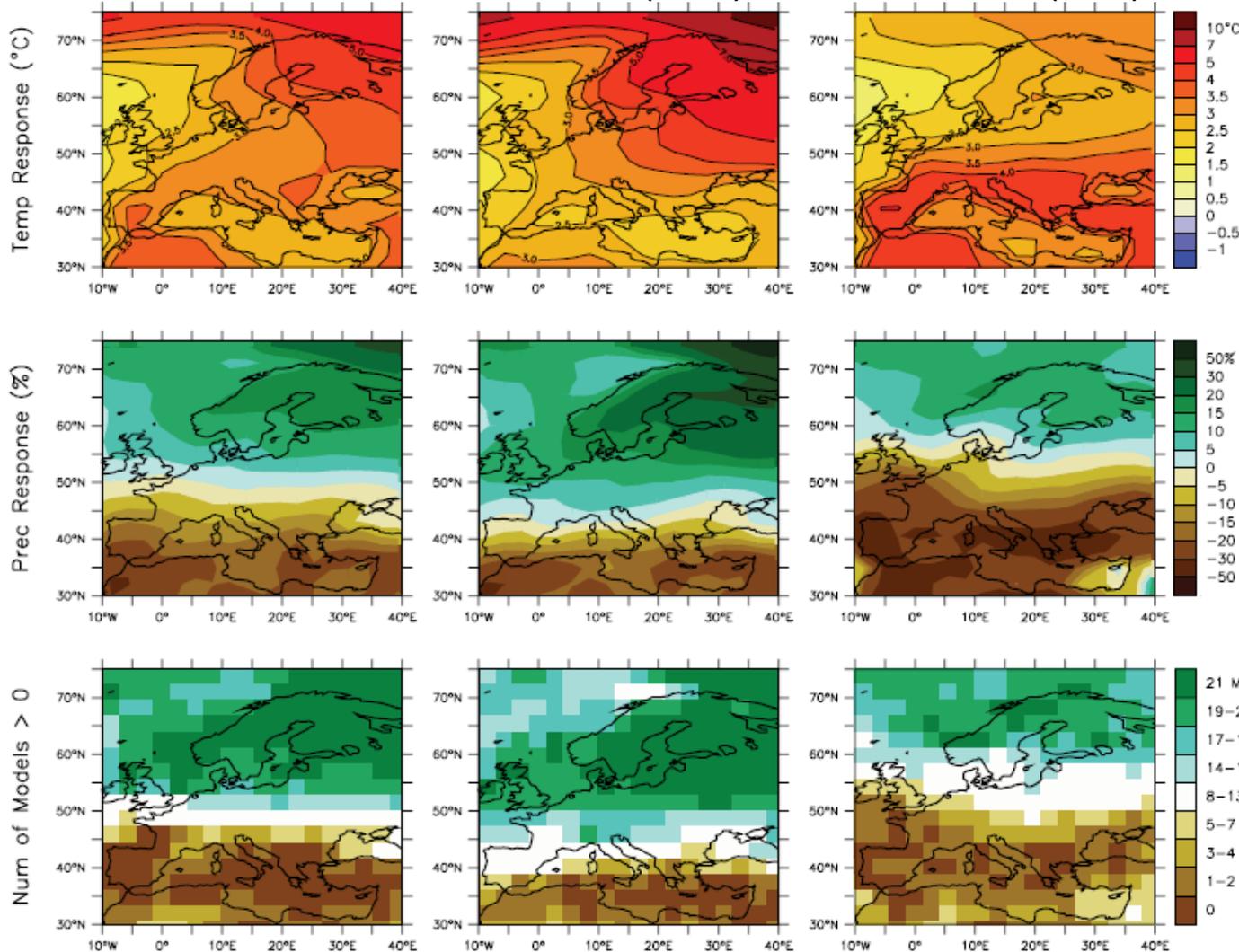
A1B Szenario, 21 Modelle
 Änderungen im Mittel
 1980-1999 zu 2080-2099,

Temperatur-
 differenz °C

Niederschlags-
 änderung %

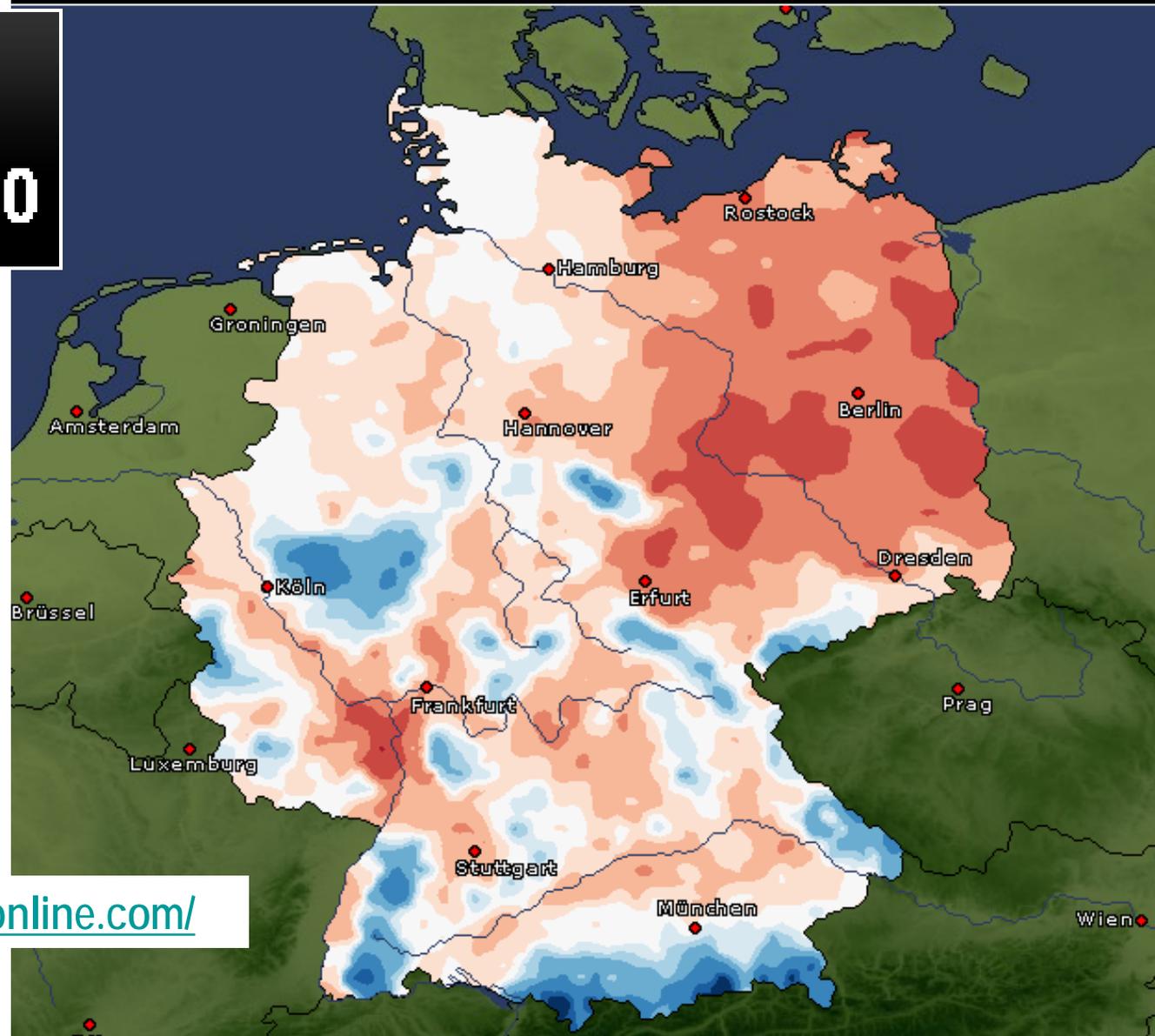
Anzahl der Modelle,
 die eine Erhöhung
 des Niederschlags
 berechnen

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

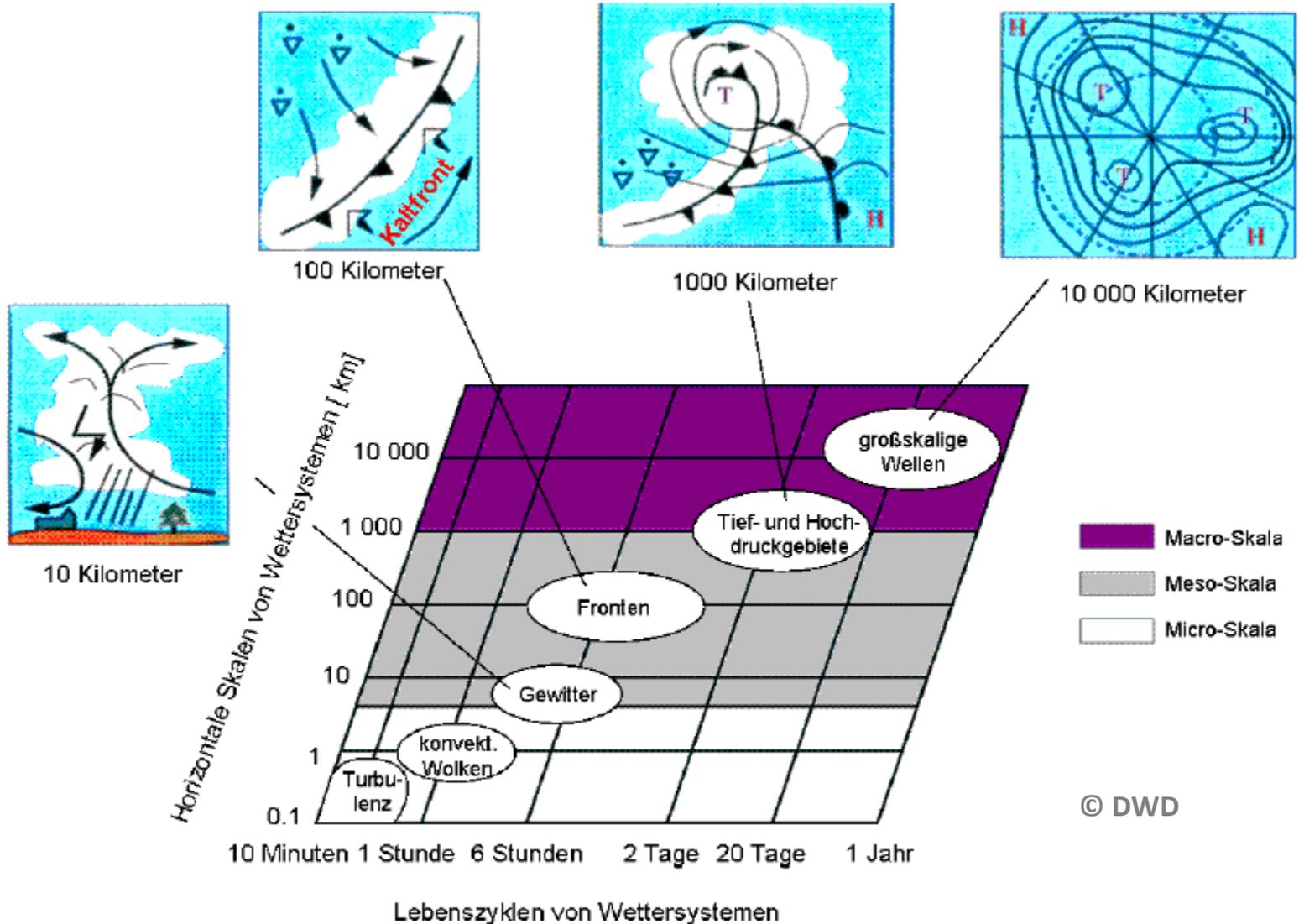
- zu niedriger **Wasserstand**
- Hässliche **Uferstreifen**
- Häufigere **Überschwemmungen**
- Verringerung der **Fließgeschwindigkeit**
- Steigende **Wassertemperaturen**
- Sinkende **Wasserqualität**
- Veränderung des **Fischbestandes**
- Verringerte **Widerstandsfähigkeit** gegenüber Belastungen



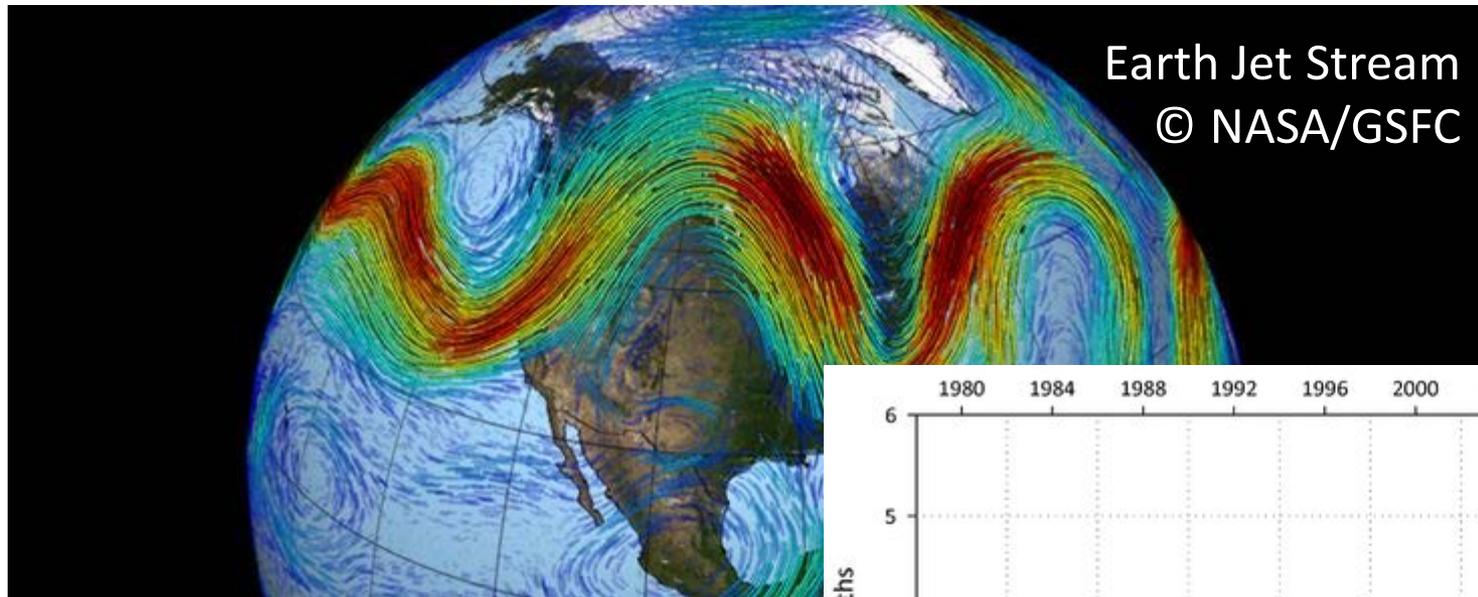
Potenziell besonders gefährdete Gewässer:

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

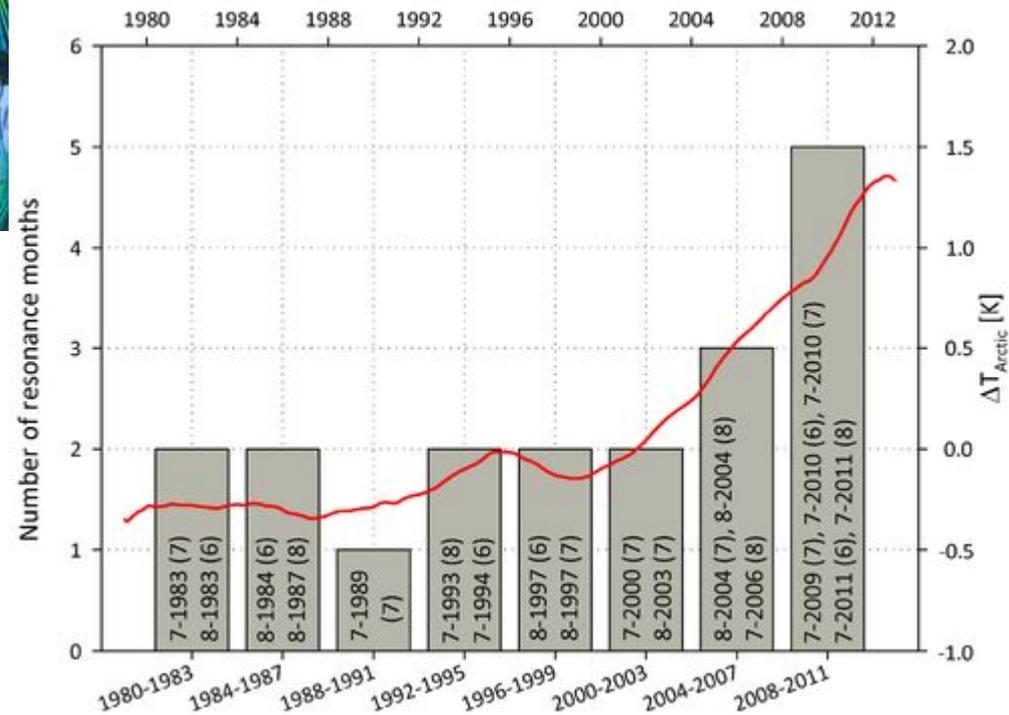
Skalierung von Wettersystemen



Mehr Wetterextreme durch Aufschaukeln riesiger Wellen in der Atmosphäre



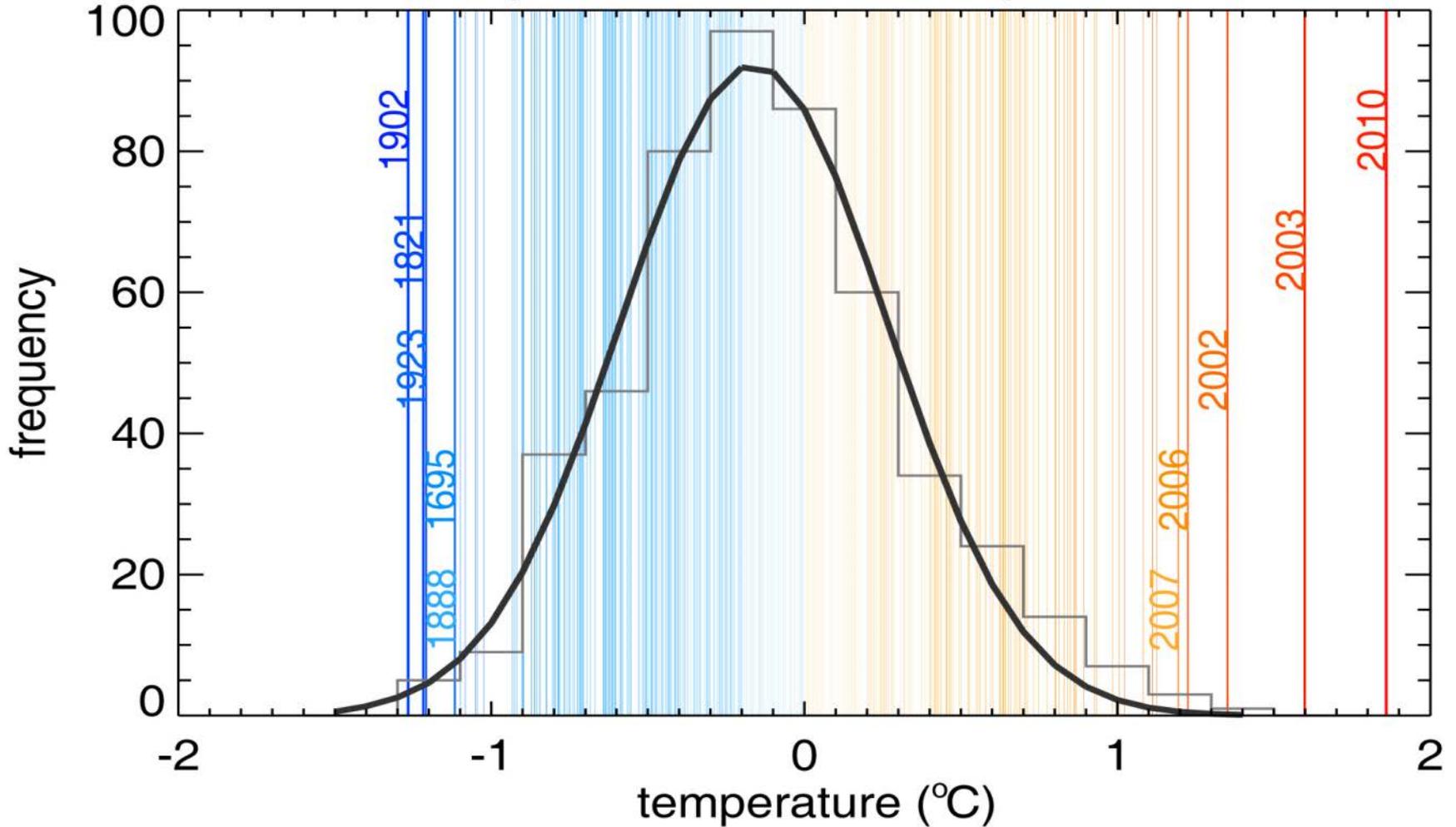
Das schwindende arktische Meereis verändert planetare Strömungen in der Atmosphäre; länger anhaltende Hochs (Hitzewellen) oder Tiefs (Starkregen) sind die Folge.



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

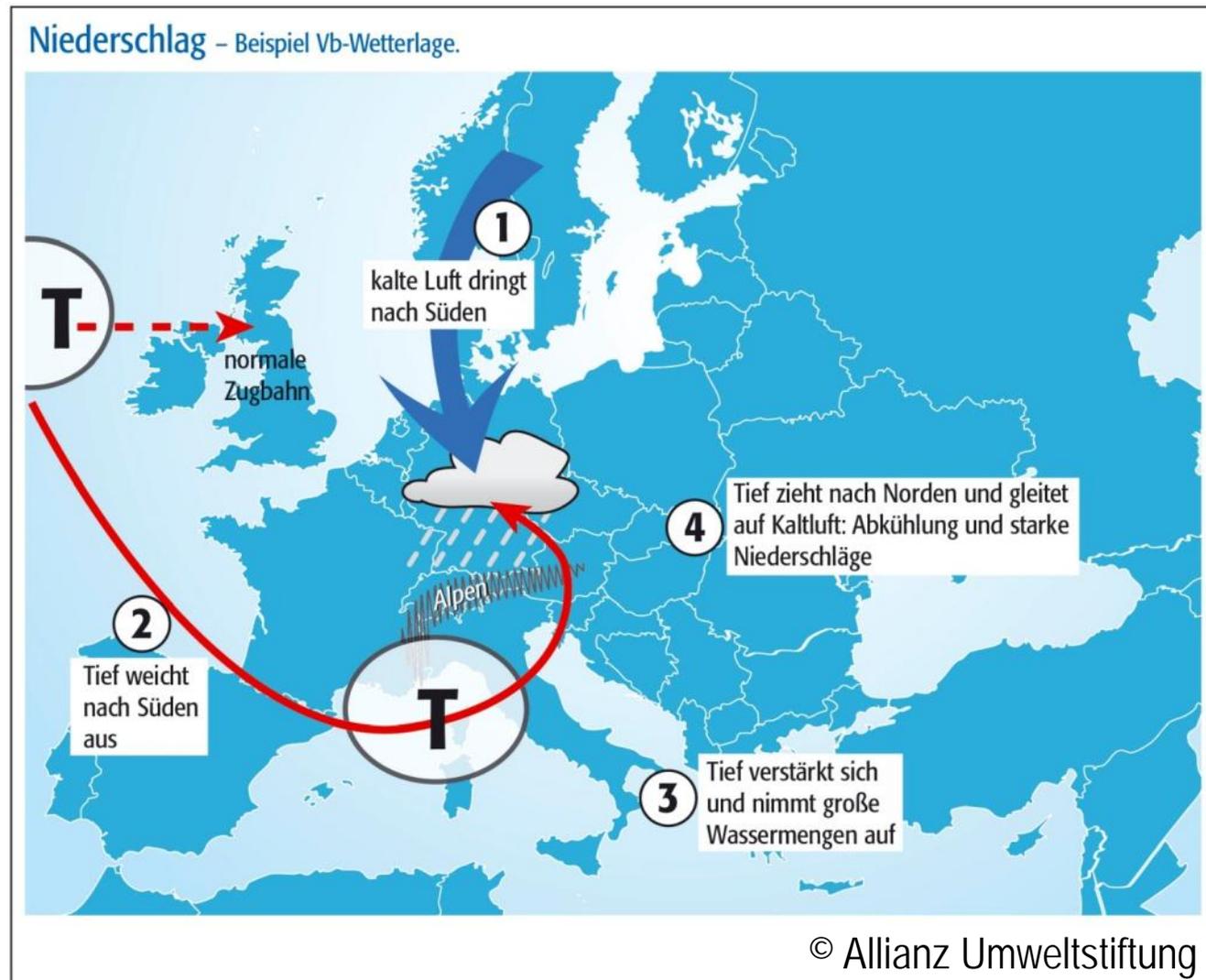
Der Hitzesommer 2010 brach alle Rekorde

European summer temperature

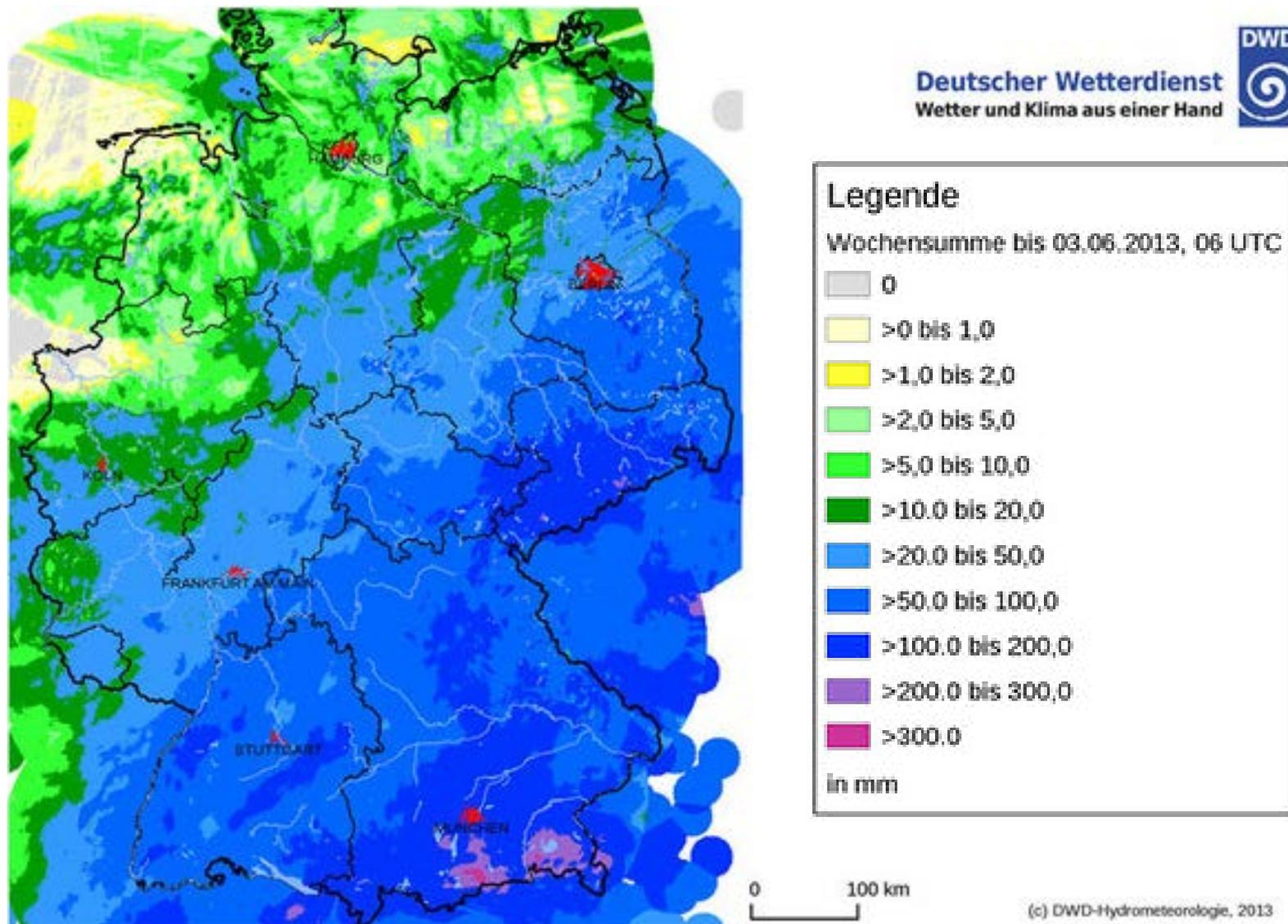


Barriopedro, D. et al., *Science*, (2011)

Hochwasserfaktor: Starkregen-Wetterlage



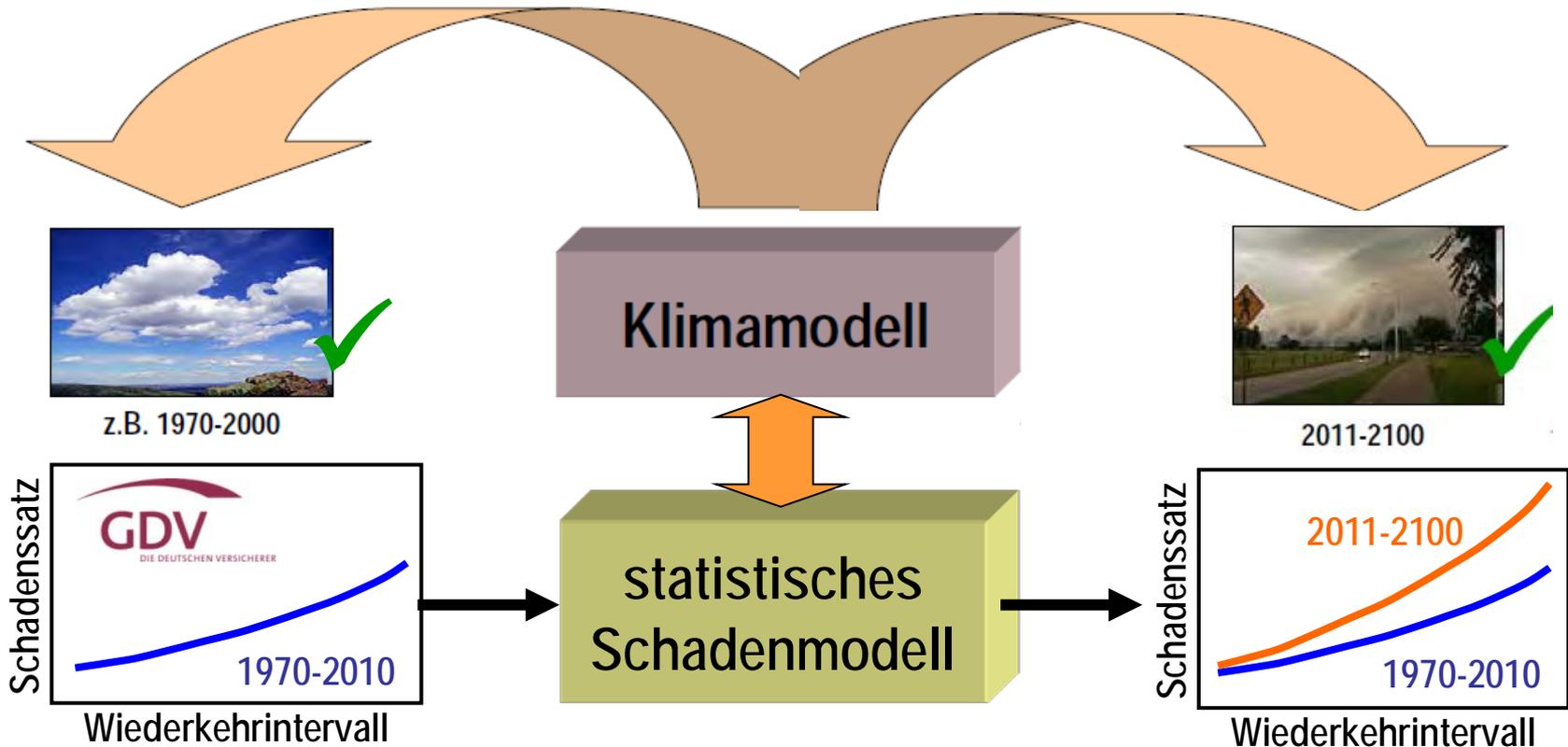
Niederschlagssummen 28. Mai bis 3. Juni 2013



Ermittlung zukünftiger Schadensentwicklungen mit Regionalen Klimamodellen und Versicherungsdaten

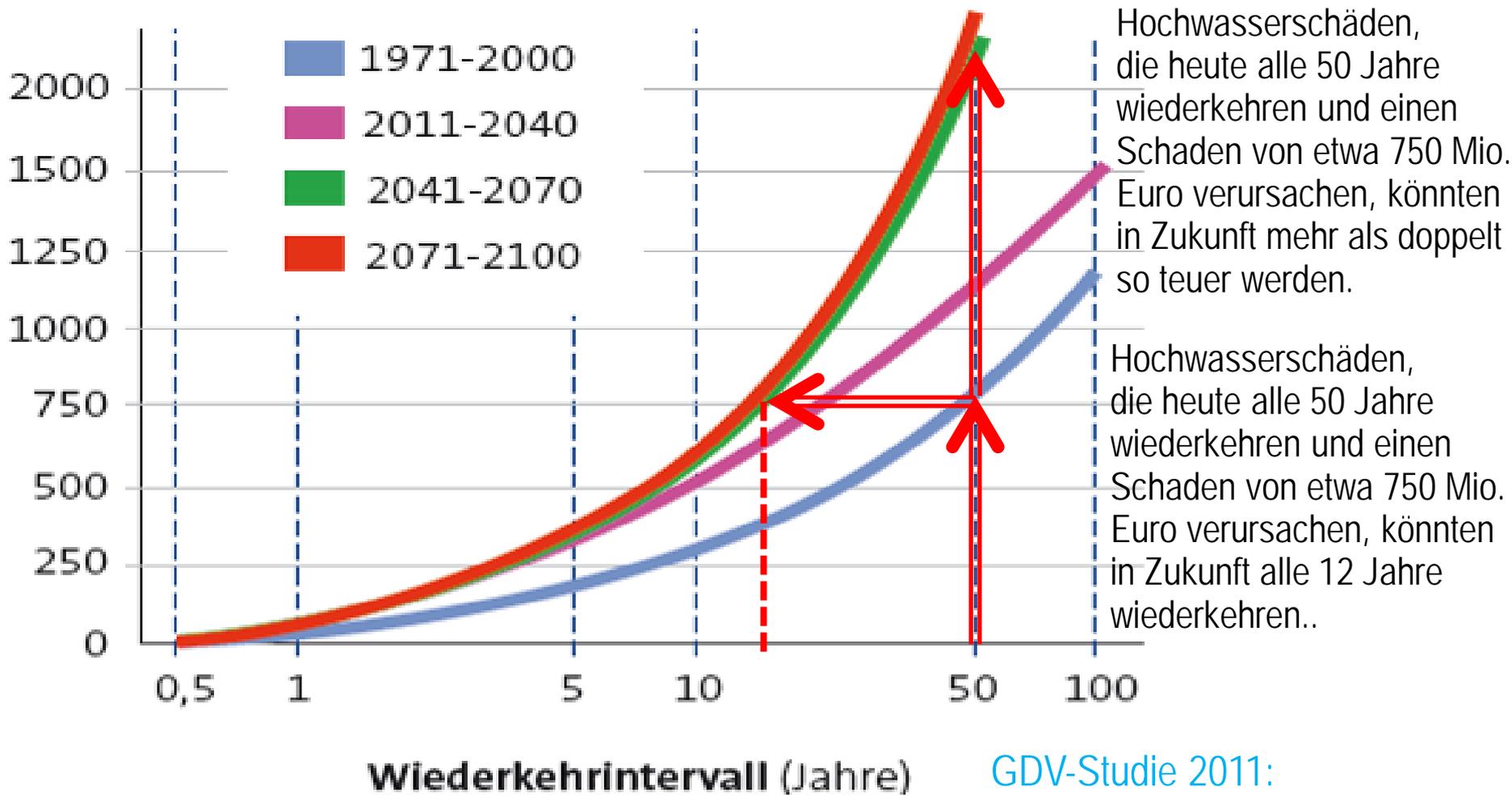
1. Resimulation der bekannten Vergangenheit

2. Simulationen der veränderten Zukunft



3. Kopplung von Klimadaten mit Schadensdaten

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



GDV-Studie 2011:
„Herausforderung Klimawandel“

Klimawandel: Eine Einführung

I. Die Erkenntnisse des Weltklimarats zur Globalen Erwärmung:

1. Die Daten zur Globalen Erwärmung sind eindeutig
2. Die Erwärmung geht zum größten Teil in die Ozeane
3. Menschen verursachen größtenteils die Erwärmung
4. Die Globale Erwärmung ist weitgehend irreversibel
5. Das 2°Grad-Ziel bedeutet:
 - a) Ein Teil des Kohlenstoffs muss wieder aus der Atmosphäre raus
 - b) Der Großteil der fossilen Brennstoffe bleibt im Boden
 - c) Die Auswirkungen des Klimawandels lassen sich noch begrenzen

II. Wir wählen unsere Zukunft - was ist zu erwarten?

1. Mögliches Wasserdefizit für Brandenburg
2. Zunehmende Extremwetterereignisse, auch Hochwasser

III. Wir brauchen eine Transformation des Umgangs mit Energie und Landnutzung

Anpassung an den Klimawandel

Beispiele:

- Klimaresiliente Stadt- und Regionalplanung
- Gesundheitsschutz
- Klimaresiliente Landnutzung
- Minderung von Verdunstung, Windschutz
- Waldumbau
- Moorschutz
- Wasserspeicherung
- Gewässerschutz
- Regulierung der Abflüsse
- Intelligenter Naturschutz (Ökosystemleistungen)



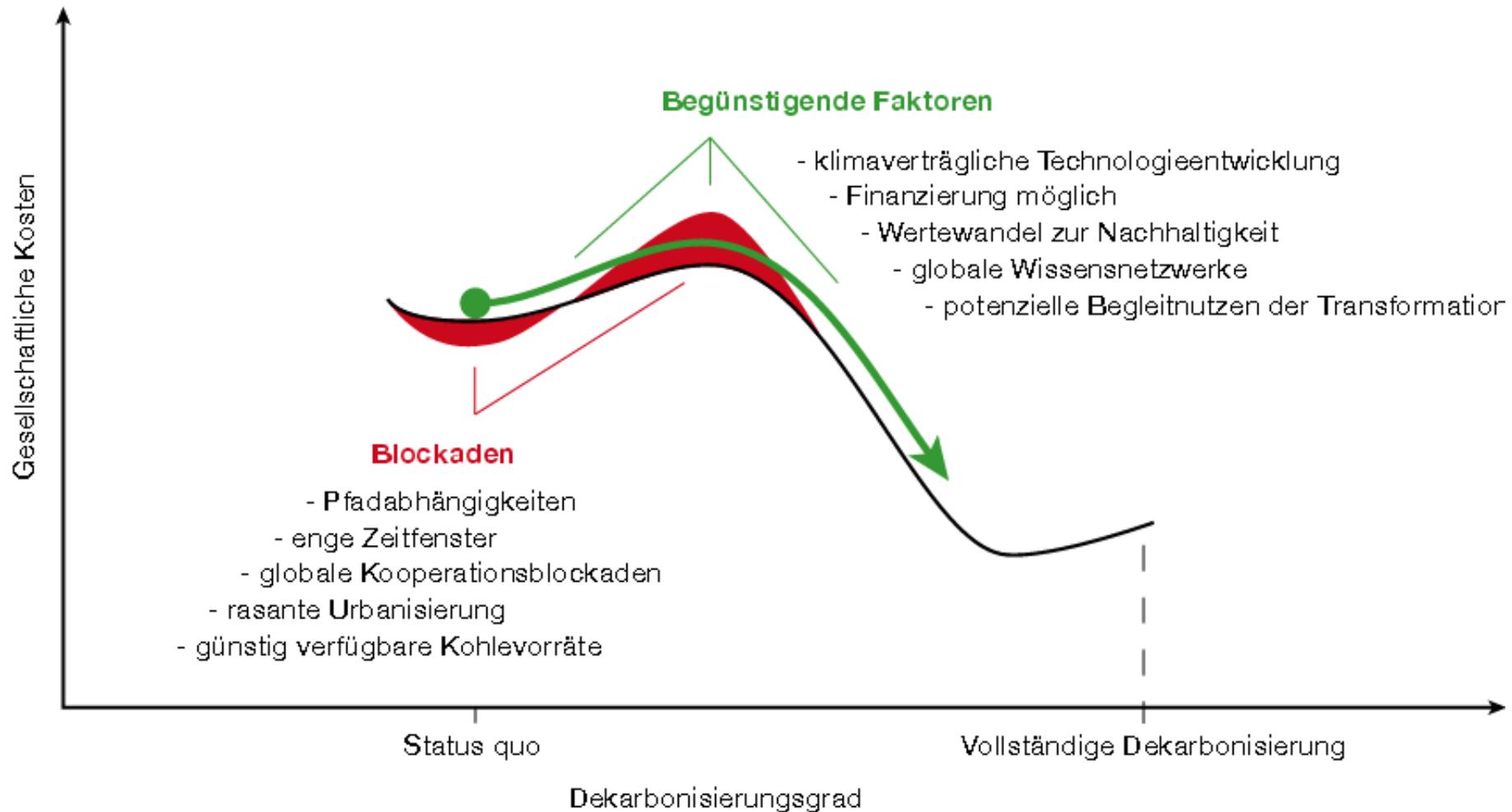
INNOVATIONSNETZWERK
KLIMAAANPASSUNG
BRANDENBURG BERLIN



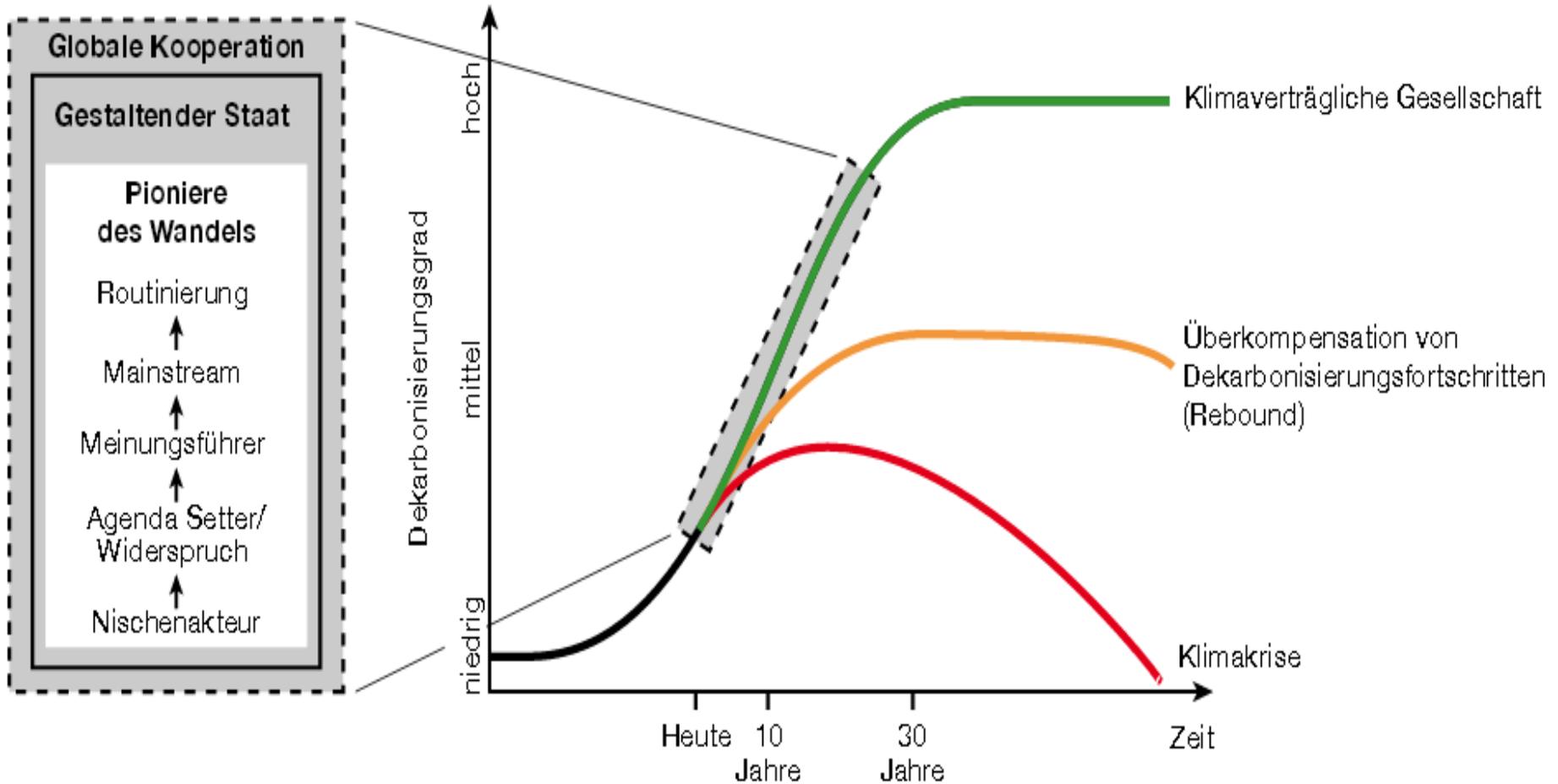
<http://www.inka-bb.de/>



Topographie der Transformation zur Dekarbonisierung



Topographie der Transformation zur Dekarbonisierung



Die sieben Kardinal-Innovationen Nachhaltiger Entwicklung

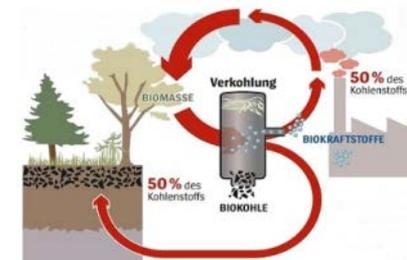
1. Integration dezentraler Erneuerbarer Energiequellen in intelligente Netzstrukturen ("Supersmart Grids") vom zahlenden Verbraucher zum kassierenden Erzeuger
2. Von energetischer Gebäudesanierung zu Plus-Energie-Gebäuden („Gebäude-Kraftwerke“)
3. Modulare Elektromobilität („Jenseits der Speicherung“)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



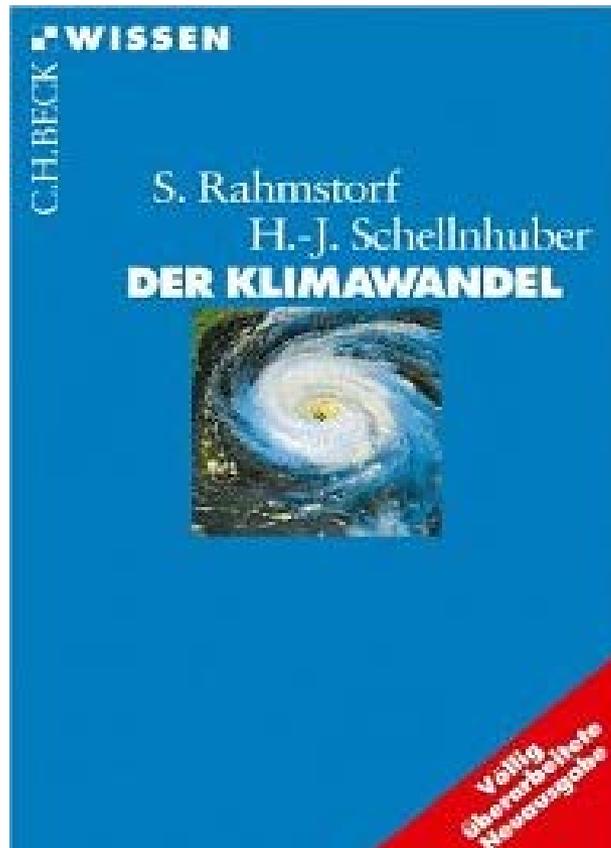
Feldheim – das
1. Energiedorf
in Brandenburg



Plus-Energie-Haus



© H.J. Schellhuber



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

DER KLIMAWANDEL

Diagnose, Prognose, Therapie

Beck Verlag 2006

7. Auflage 2012 € 7,90

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !**