POTSDAM-INSTITUT FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG

Wie häufig sind Jahrhunderthochwasser?

Zum Umgang mit Wetterextremen im Klimawandel

Prof. Dr. Manfred Stock
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK),
Forschungsbereich Klimawirkungen

Lauenburger Klimatag, 6. Juni 2014

Leibniz-Gemeinschaft

Wie häufig sind Jahrhunderthochwasser?

Zum Umgang mit Wetterextremen im Klimawandel

1. **Kurzvorstellung: Klimafolgenforschung am PIK**
2. **Was verursacht Hochwasser?**
3. **Werden die Wetterextreme häufiger und heftiger?**
4. **Was sind die Ursachen des Klimawandels und wie geht es weiter mit der globalen Erwärmung?**
5. **Wie können wir mit Hochwasser und dem Klimawandel umgehen?**

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

- Gründung 1992: 32 Mitarbeiter
- Situation 2013: 350 Mitarbeiter
  Natur- & Sozialwissenschaften
- Institutionelle Förderung je 50%
  Wissenschaftsetat Bund/Land
  Leibniz-Gemeinschaft

- **Forschungsbereiche am PIK:**
  1. Erdsystemanalyse
  2. Klimawirkung und Vulnerabilität
  3. Nachhaltige Lösungsstrategien
  4. Transdisziplinäre Konzepte & Methoden

http://www.pik-potsdam.de/

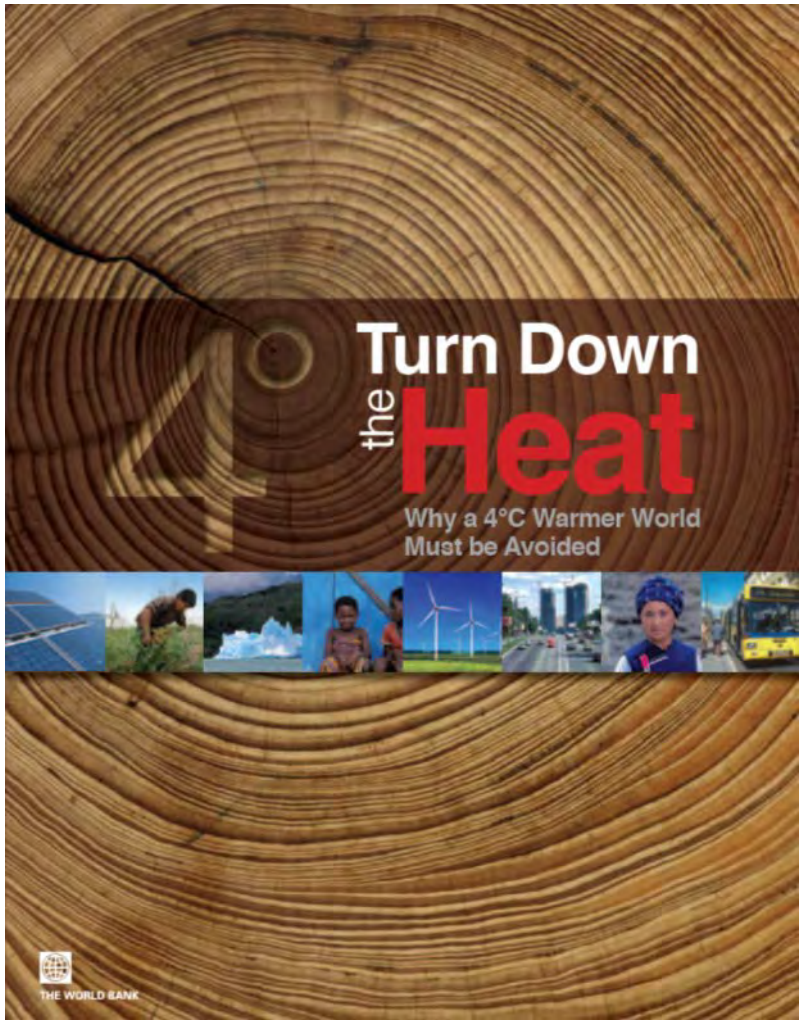
Bericht des Weltklimarats (IPCC) 2013/2014 (unter Mitwirkung des PIK)

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!

Bericht für die Weltbank



November 2012
Ein Bericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung für die Weltbank

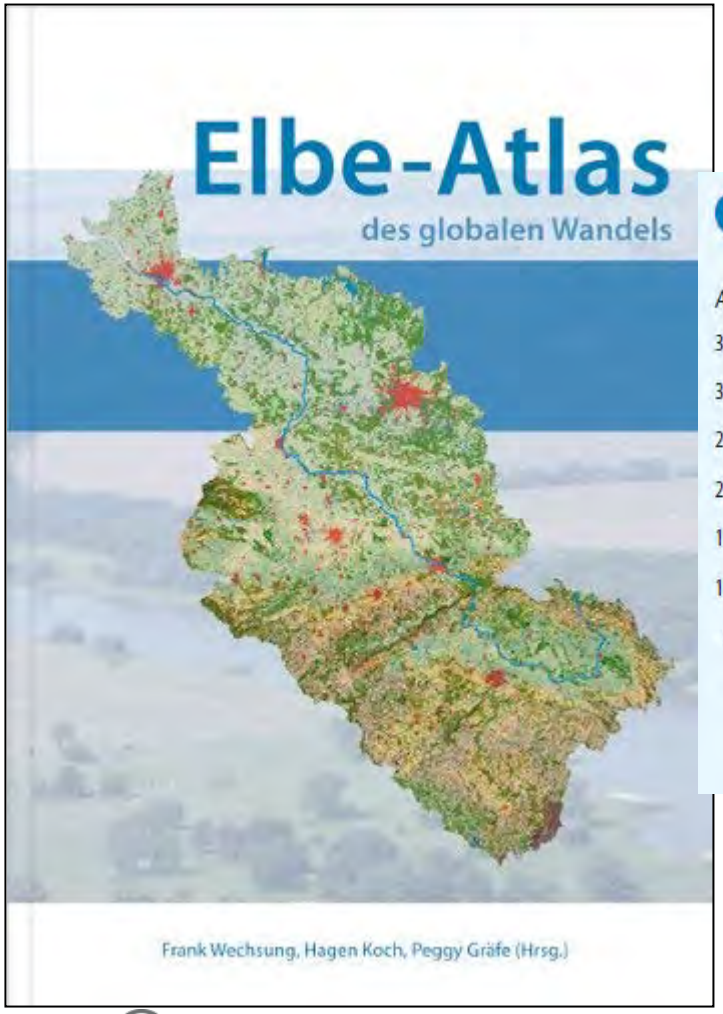
Hans Joachim Schellnhuber, William Hare, Olivia Serdeczny, Sophie Adams, Dim Coumou, Katja Frieler, Maria Martin, Ilona M. Otto, Mahé Perrette, Alexander Robinson, Marcia Rocha, Michiel Schaeffer, Jacob Schewe, Xiaoxi Wang, and Lila Warszawski

Frage: Ist eine erfolgreiche Anpassung an eine globale Erwärmung von 4 Grad möglich und machbar?

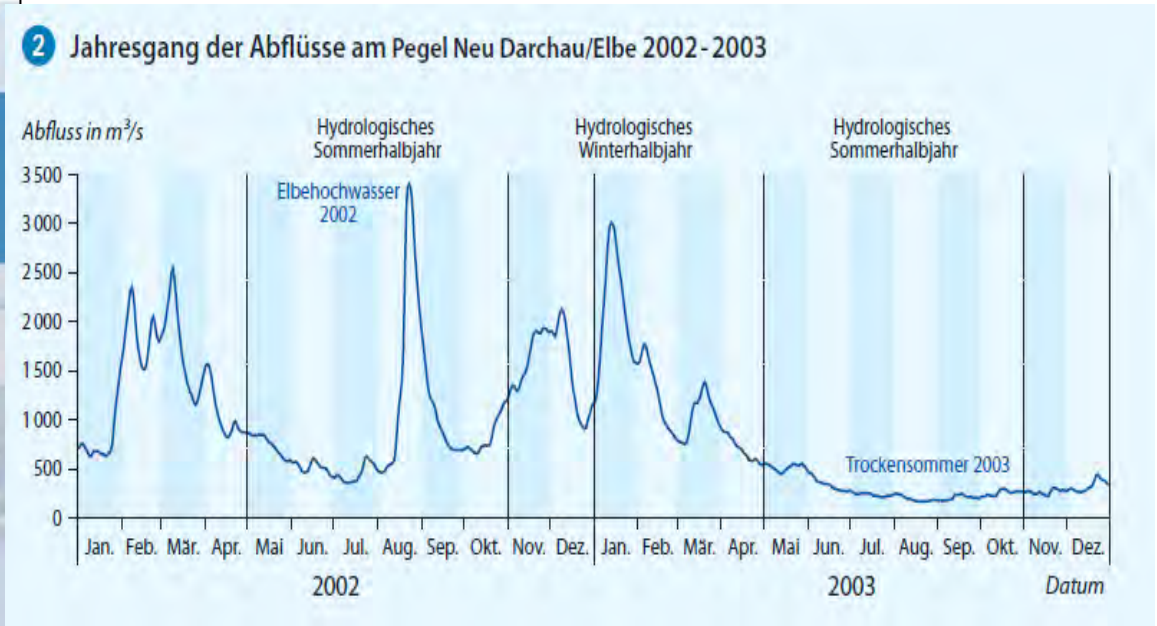
Antwort: höchstwahrscheinlich nicht!

GLOWA-Elbe

Auswirkungen des globalen Wandels auf Umwelt und Gesellschaft im Elbegebiet



Die Abfolge Hochwasserjahr 2002 und Trockenjahr 2003 könnte sich in der Abfolge 2013-2014 wiederholen.



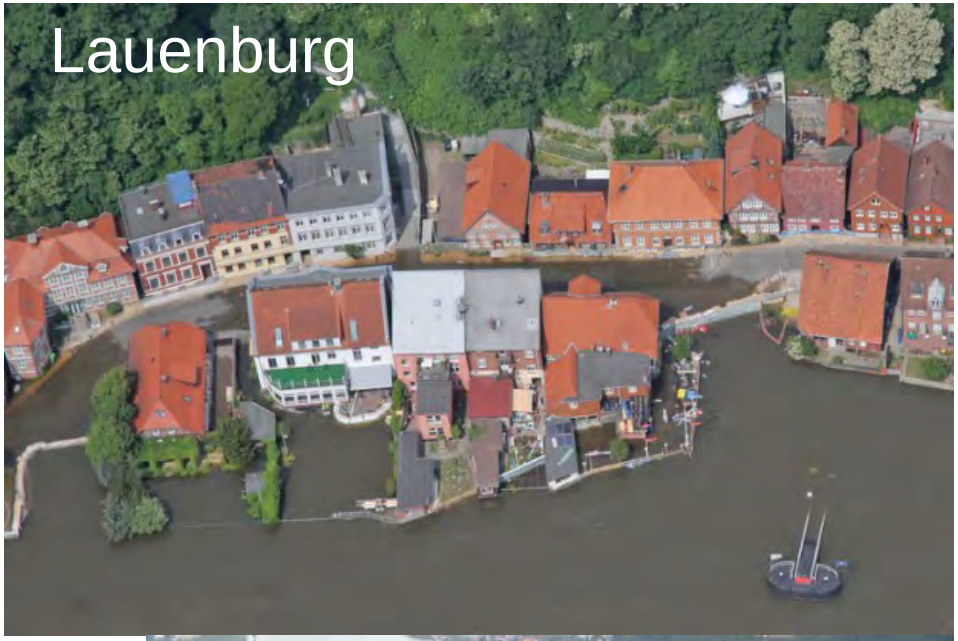
Wechsung, Frank; Koch, Hagen; Gräfe, Peggy (Hrsg.), Weißensee-Verlag, Dez. 2011, 102 Seiten
http://www.glowa-elbe.de/

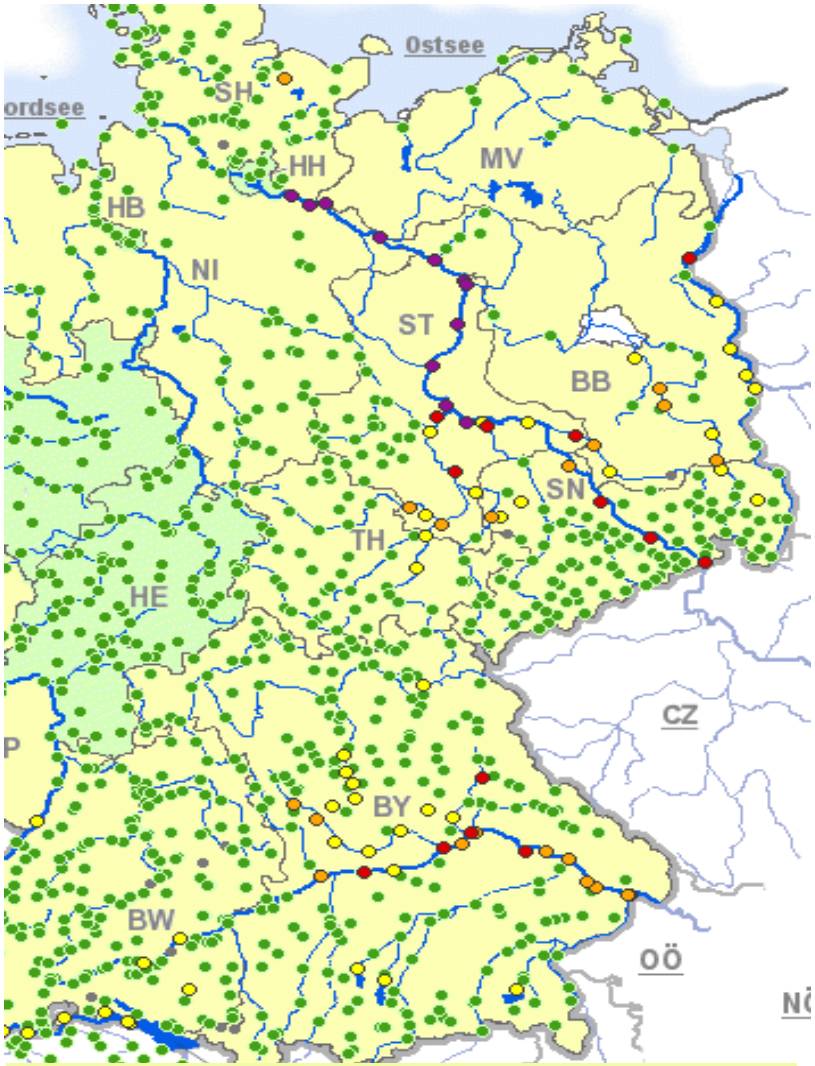
Wie häufig sind Jahrhunderthochwasser?

Zum Umgang mit Wetterextremen im Klimawandel

1. **Kurzvorstellung: Klimafolgenforschung am PIK**
2. **Was verursacht Hochwasser?**
3. **Werden die Wetterextreme häufiger und heftiger?**
4. **Was sind die Ursachen des Klimawandels und wie geht es weiter mit der globalen Erwärmung?**
5. **Wie können wir mit Hochwasser und dem Klimawandel umgehen?**

Hochwassersituation im Juni 2013





http://www.br.de/nachrichten/niederbayern/ausstellung-fotos-hochwasser-passau-100.html

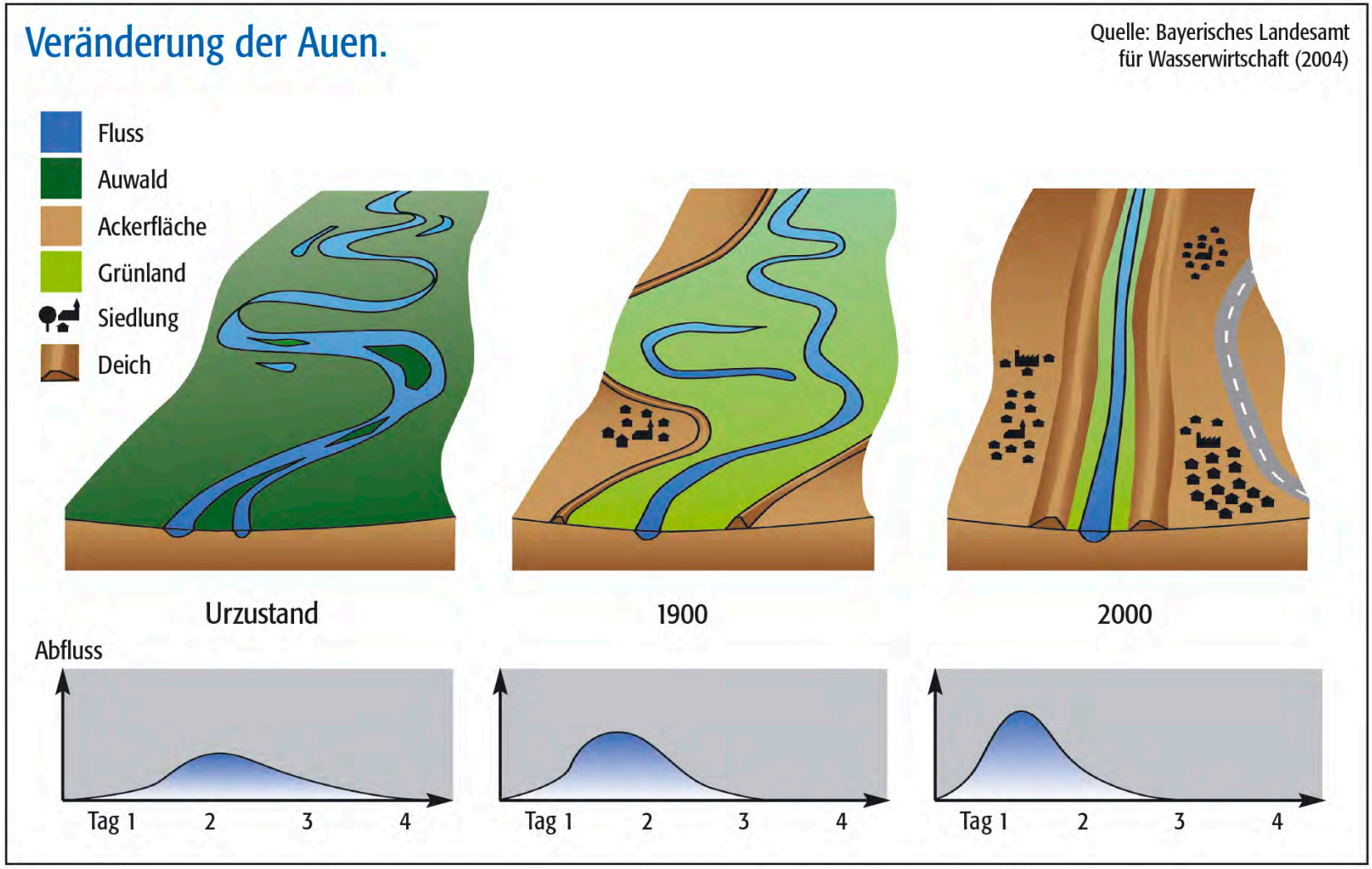
http://www.hochwasserzentralen.de/
12.06.13, 16:40 Uhr

https://umweltstiftung.allianz.de/publikationen/wissen/index.html

Informationen zum Thema "Hochwasser": Ursachen, Schutz und Vorsorge.

Informationen zum Thema "Klima": Grundlagen, Geschichte und Projektionen.

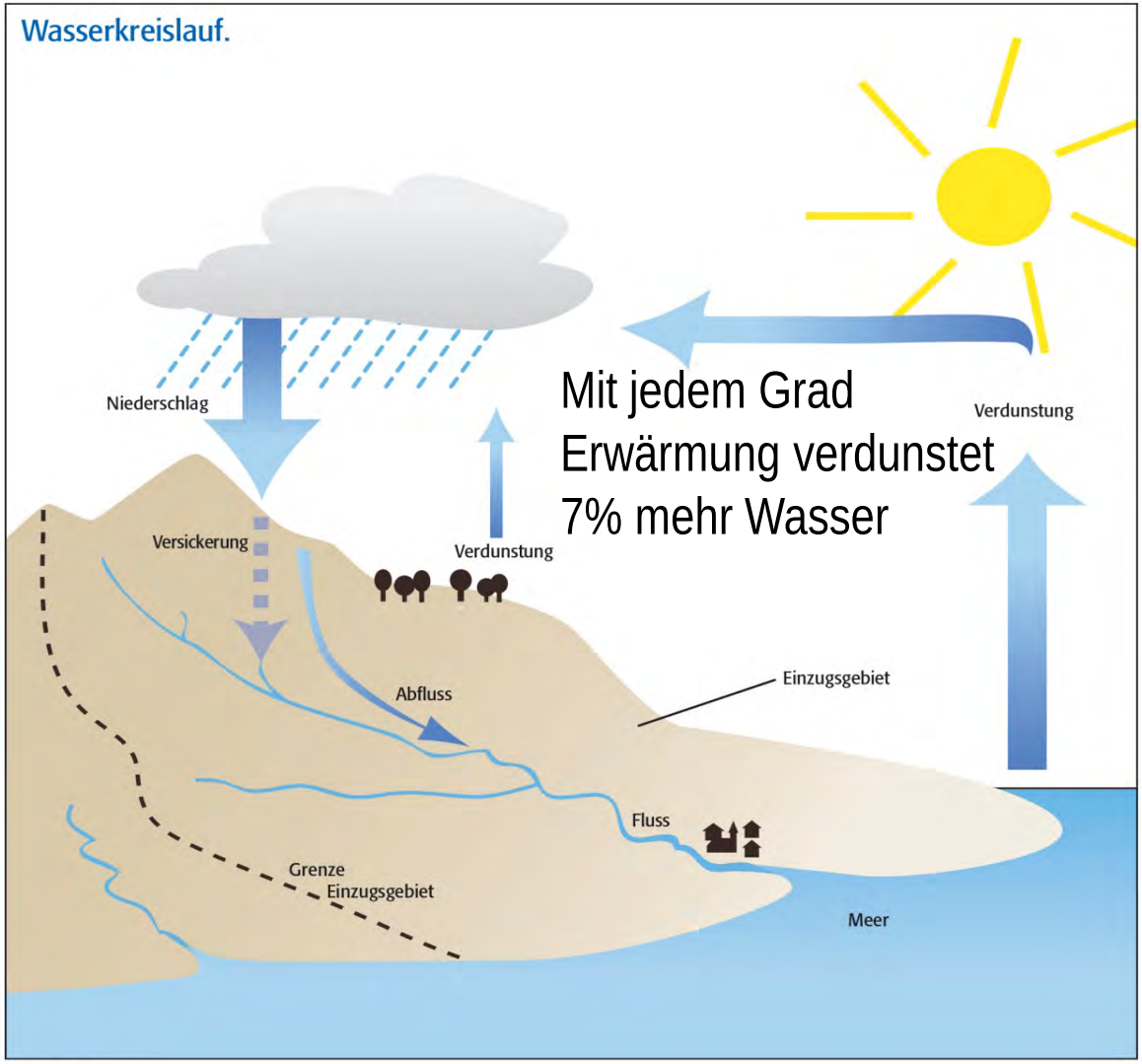
Hochwasserfaktor 1: Wandel in Fluss & Landschaft



© Allianz Umweltstiftung

© Allianz Umweltstiftung

Hochwasserfaktor 2: mehr Wärme → mehr Wasser

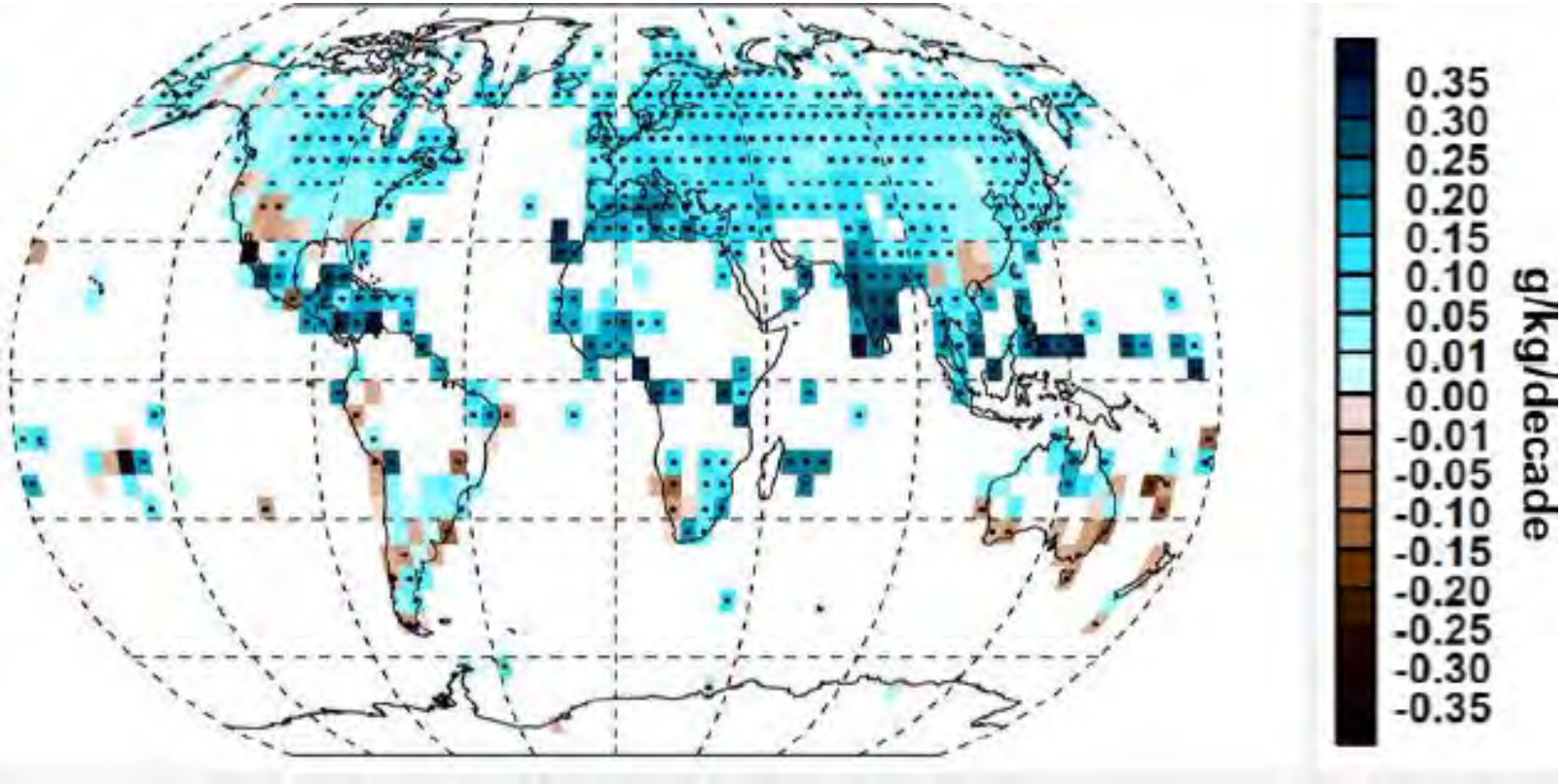


Mit jedem Grad Erwärmung verdunstet 7% mehr Wasser

© Allianz Umweltstiftung

© Allianz Umweltstiftung

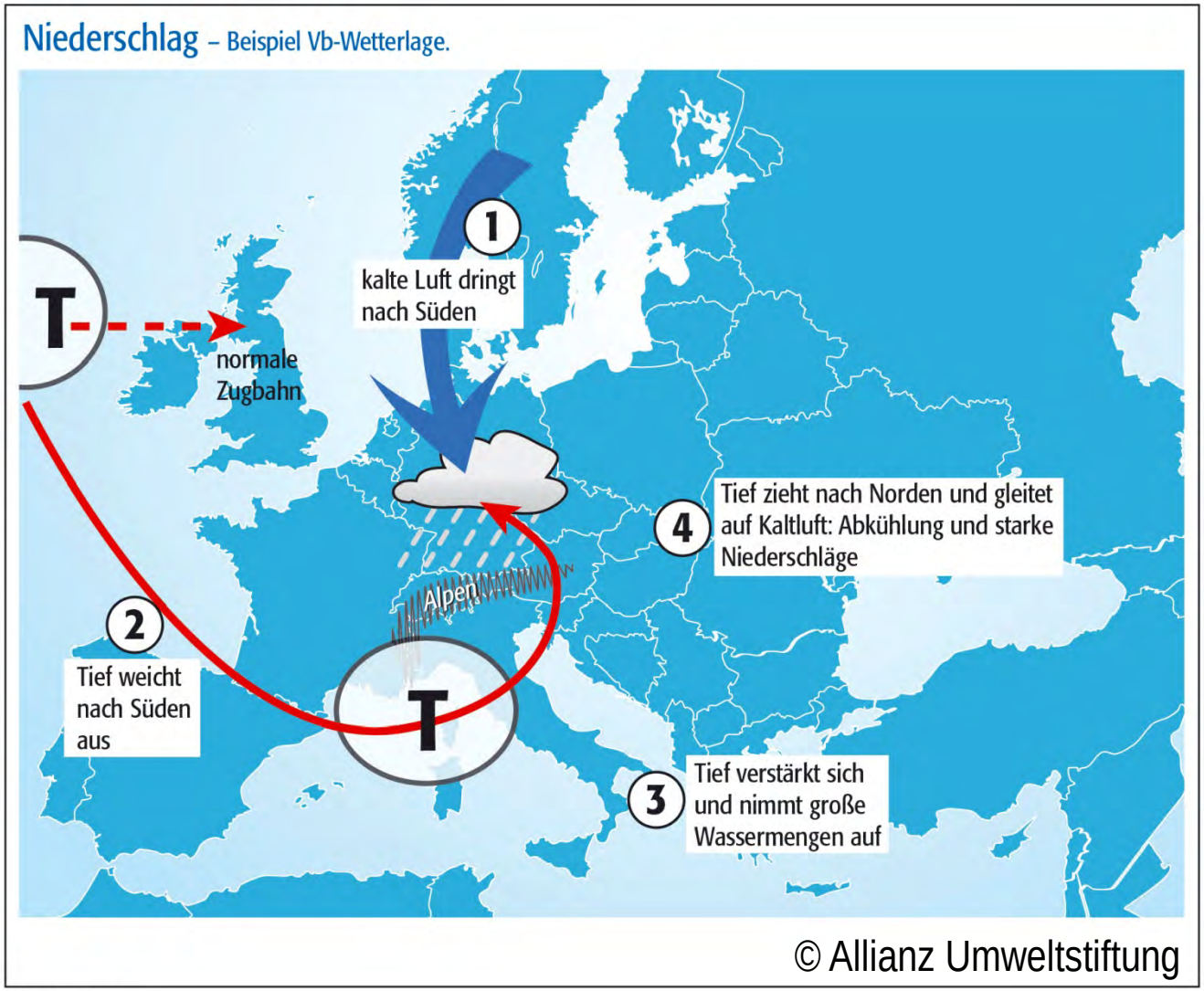
Veränderung der Spezifischen Feuchte der unteren Atmosphäre zwischen 1973 und 2012



Quelle: Willett et. al. (2013), Clim. Past, 9, 657–677

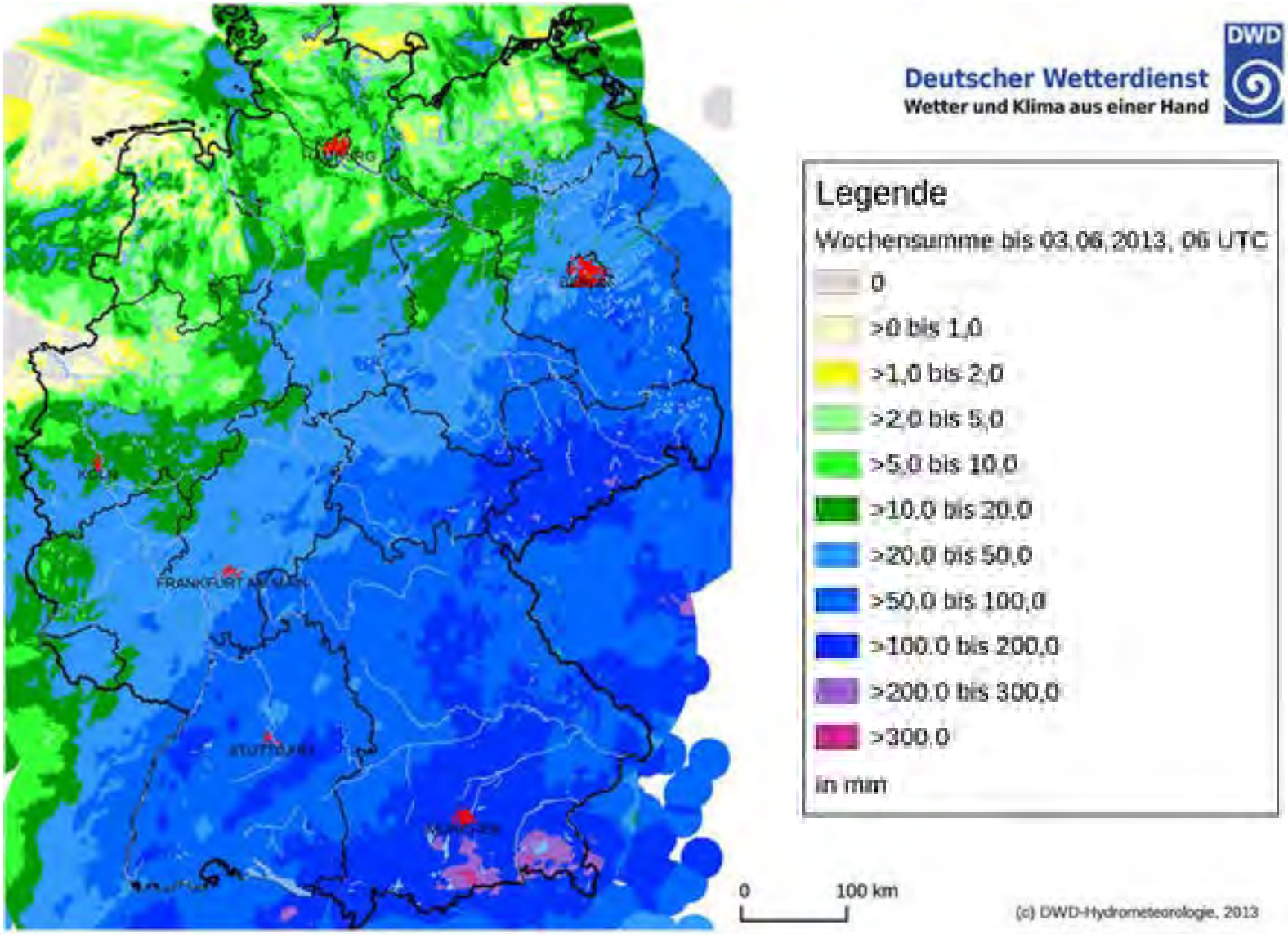
Klimamodell-Studien zeigen: Anstieg auf Grund des anthropogenen Klimawandels zu erwarten

Hochwasserfaktor 3: Starkregen-Wetterlage



© Allianz Umweltstiftung

Niederschlagssummen 28. Mai bis 3. Juni 2013



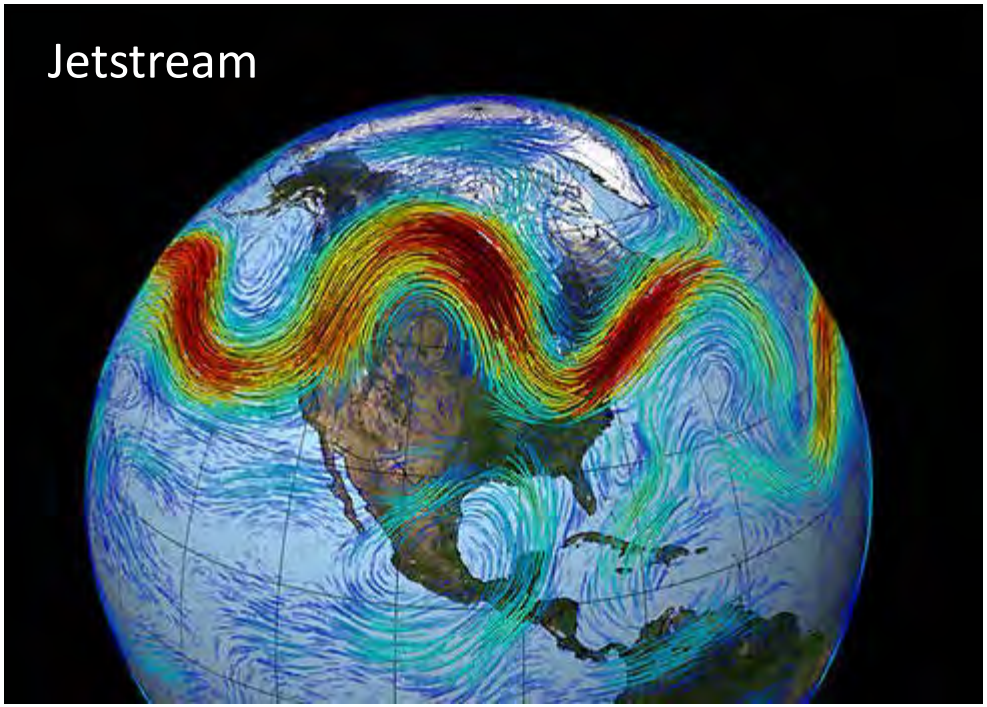
Wie häufig sind Jahrhunderthochwasser?

Zum Umgang mit Wetterextremen im Klimawandel

1. **Kurzvorstellung: Klimafolgenforschung am PIK**
2. **Was verursacht Hochwasser?**
3. **Werden die Wetterextreme häufiger und heftiger?**
4. **Was sind die Ursachen des Klimawandels und wie geht es weiter mit der globalen Erwärmung?**
5. **Wie können wir mit Hochwasser und dem Klimawandel umgehen?**

Drei „Jahrhundert-Hochwasser“ in 15 Jahren: Ist die Flut-Katastrophe ein Zeichen des Klimawandels?

http://www.focus.de/wissen/klima/tid-31688/wetter-versus-klima-katastrophale-wetterereignisse-bestaetigen-nicht-zwangslaeufig-den-klimawandel-hitzewellen-oder-ueberschwemmungen-gehoeren-zum-normalen-wettergeschehen_aid_1007417.html



NASA, Goddard Space Flight Center

25.02.2013: http://www.pik-potsdam.de/aktuelles/
Wetter-Extreme: Neuer Mechanismus entdeckt – die Störung riesiger Wellen in der Atmosphäre

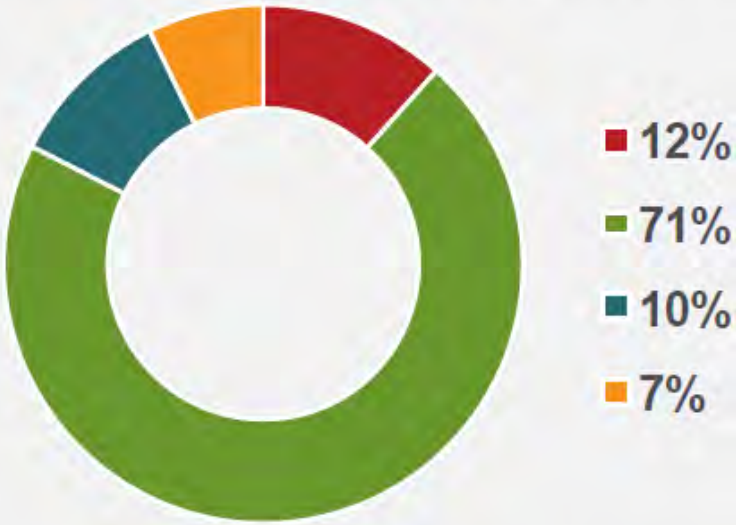
- Einzelne Wetterereignisse bestätigen nicht zwangsläufig den Klimawandel,
- Hitzewellen oder Überschwemmungen gehören zum normalen Wettergeschehen
- Aber: zunehmend mehr Extreme seit Beginn der Industrialisierung:
  - ca. 5-mal mehr extreme Hitzewellen
  - ca. 2-mal mehr Starkniederschläge in D
- 2 mögliche Einflüsse des Klimawandels:
  - Mehr Wasser in der Atmosphäre durch höhere Temperaturen (Physik, Messdaten)
  - Längere Dauer bestimmter extremer Wetterlagen (Oderflut 1997, Elbeflut 2002, Jahrhundertsommer 2003, russische Rekordhitze 2010) durch veränderte planetare atmosphärische Wellen (Theorie)

Naturkatastrophen weltweit 1980 – 2013

Prozentuale Verteilung der versicherten Schäden

Munich RE

88% der versicherte Schäden* (880 Mrd. US$)
durch wetterbedingte Ereignisse!



*in Werten von 2013

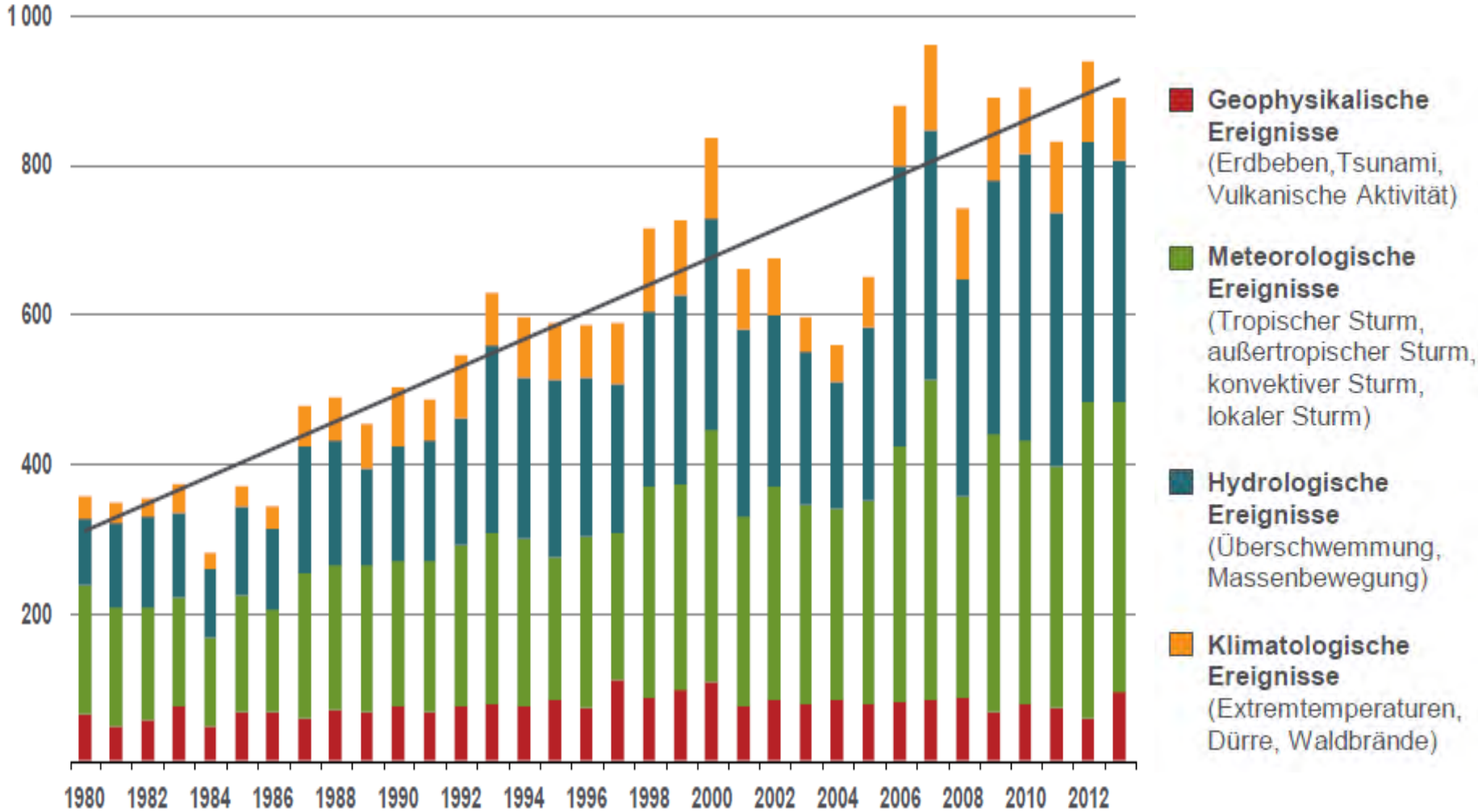
- **Geophysikalische Ereignisse** (Erdbeben, Tsunami, Vulkanausbruch)
- **Meteorologische Ereignisse** (Sturm)
- **Hydrologische Ereignisse** (Überschwemmung, Massenbewegung)
- **Klimatologische Ereignisse** (Temperaturextreme, Dürre, Waldbrand)

Alle reden über das Wetter,
aber keiner tut etwas dagegen. *(Mark Twain)*

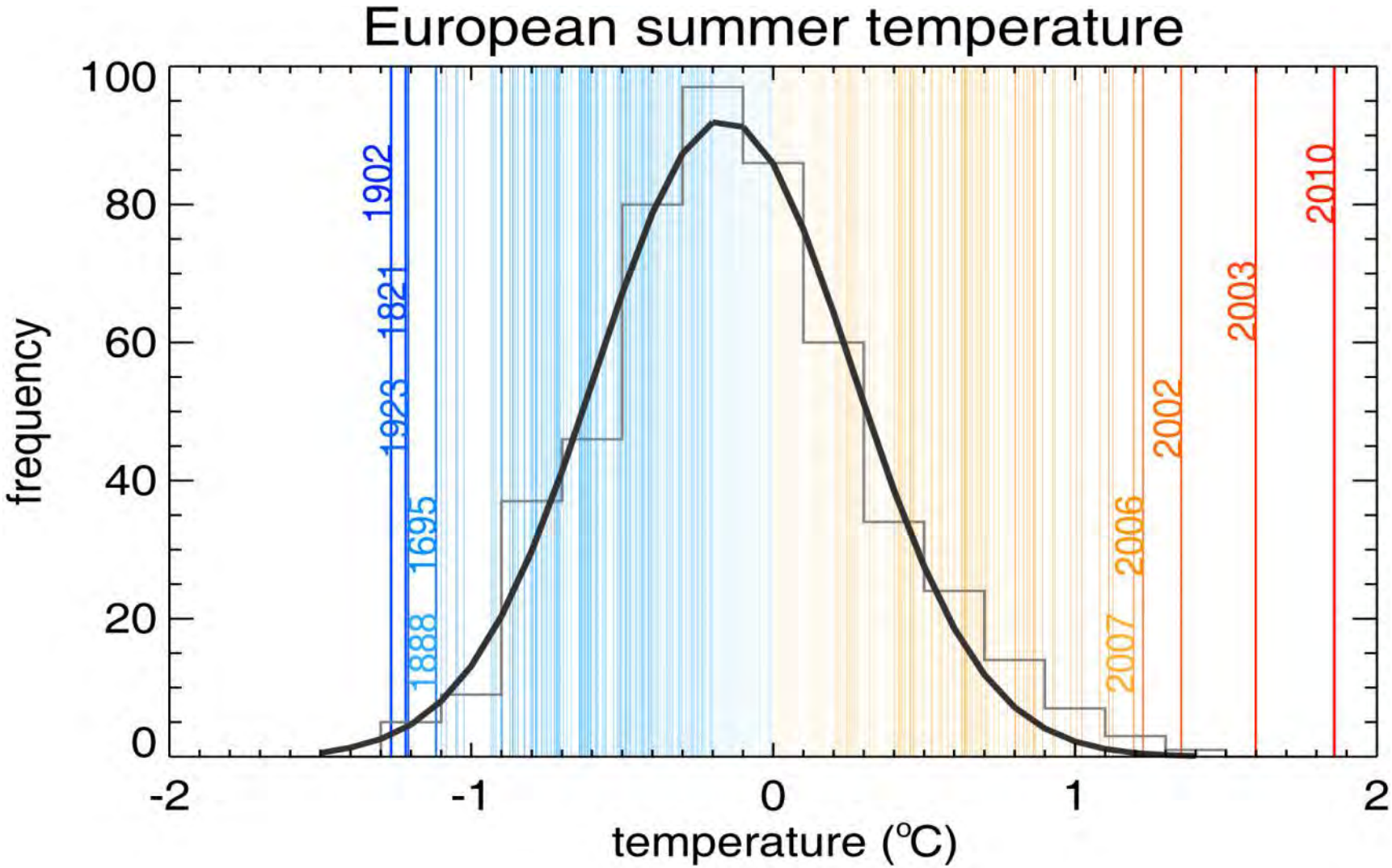
Schadensereignisse weltweit 1980 – 2013

Anzahl der Ereignisse

Munich RE

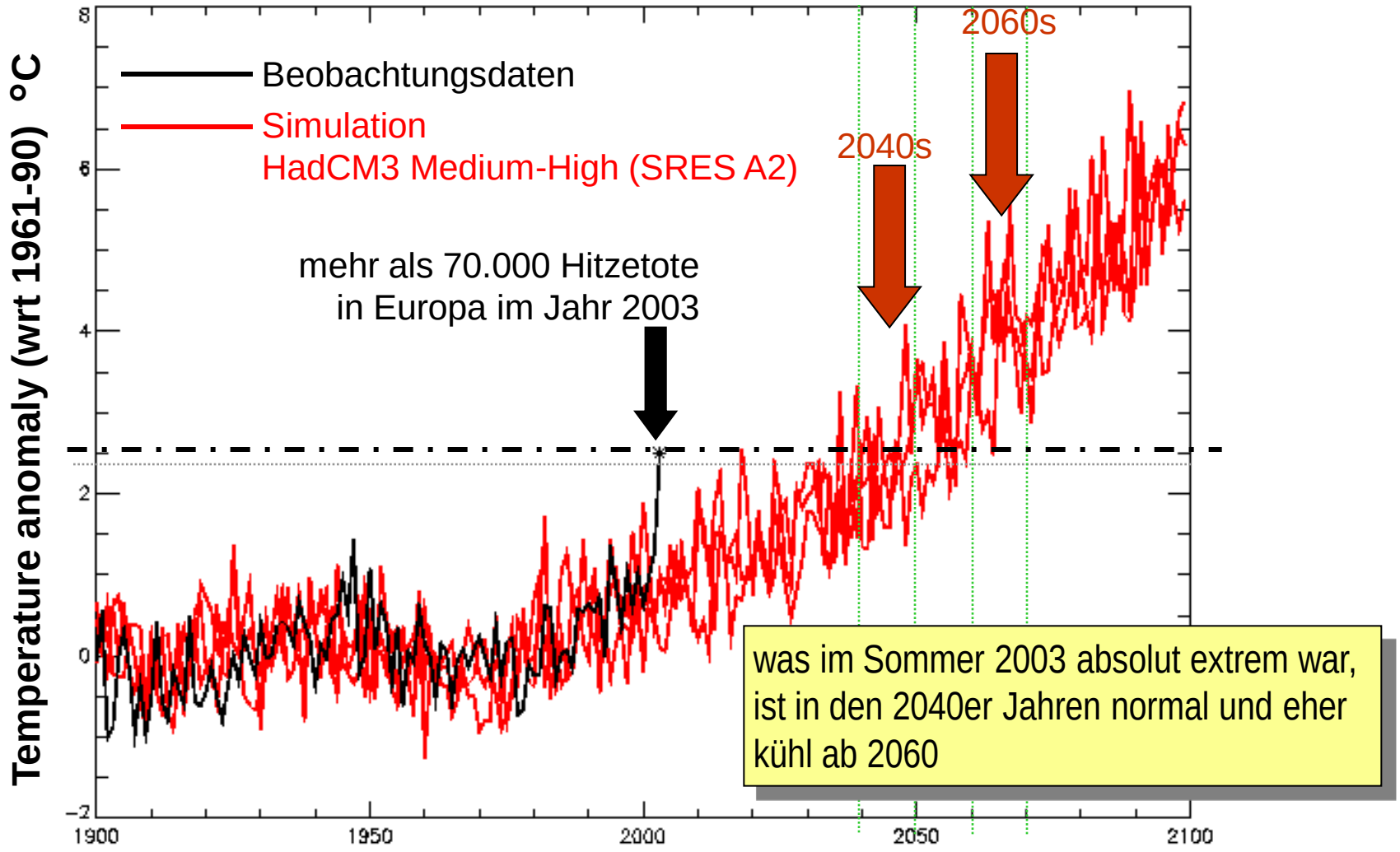


Der Hitzesommer 2010 brach alle Rekorde



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

Zunahme der Sommertemperaturen in Europa



Extremwetter 2010: Sommer in Deutschland

Niedrigpegelstand der Elbe in Dresden, Augustusbrücke am 12.07.2010

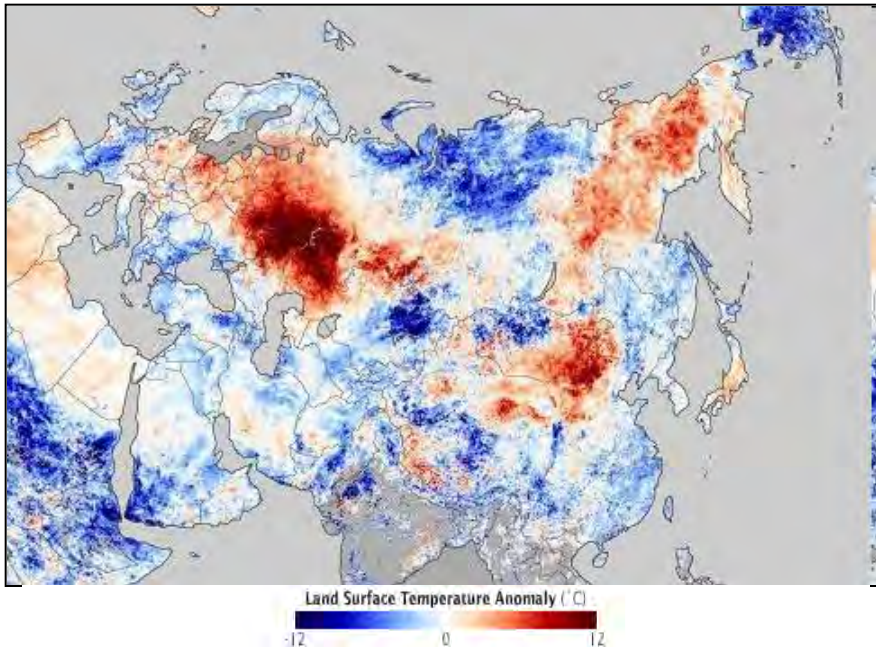
Hochpegelstand der Elbe in Dresden, Augustusbrücke am 16.08.2010

Quelle: Der Spiegel

Extremwetter 2010: Hitze und Feuerkatastrophe in Russland

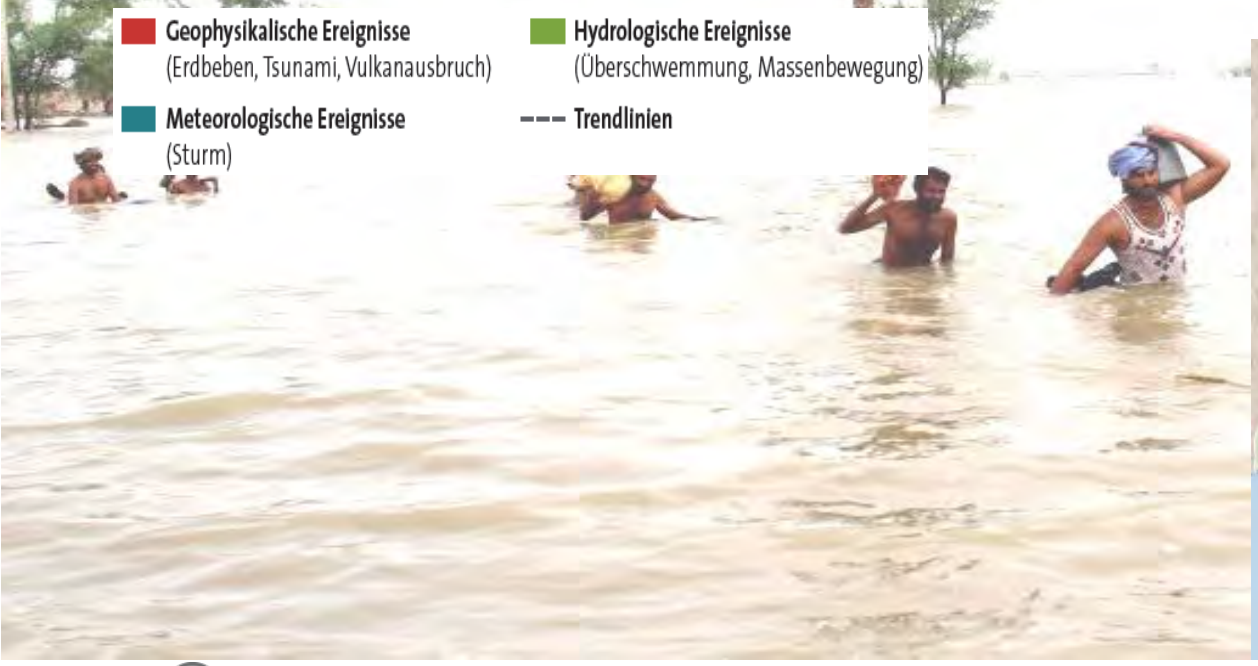
- Wärmster Juli 2010 in Moskau seit Beginn der Wetteraufzeichnungen vor 130 Jahren.
- Temperaturrekorde zwischen 35°C und 38.2°C an mehr als 7 aufeinanderfolgendenden Tagen im Juli.
- ~ 12 Millionen Hektar Land verbrannt
- Wald- und Torfbrände belasten die Luft in Moskau

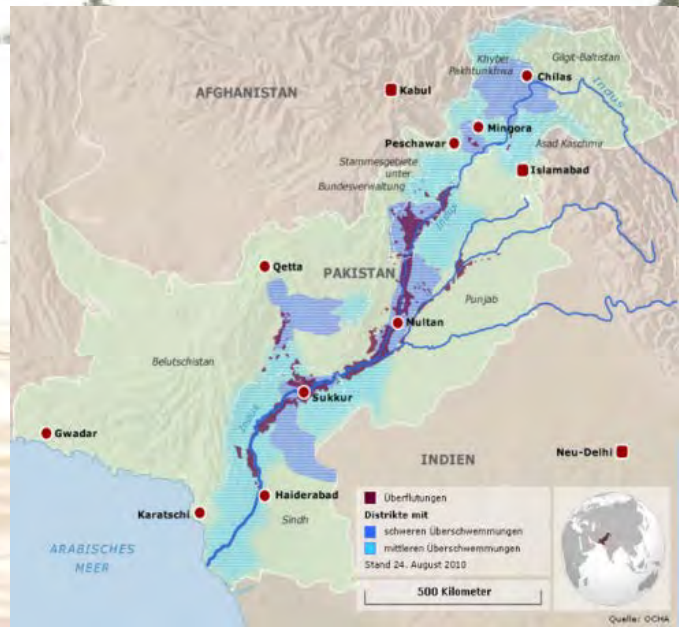
Temperaturanomalie 20.-27. Juli 2010
im Vergleich zu den Jahren 2000-2008



Extremwetter 2010: Flutkatastrophe in Pakistan

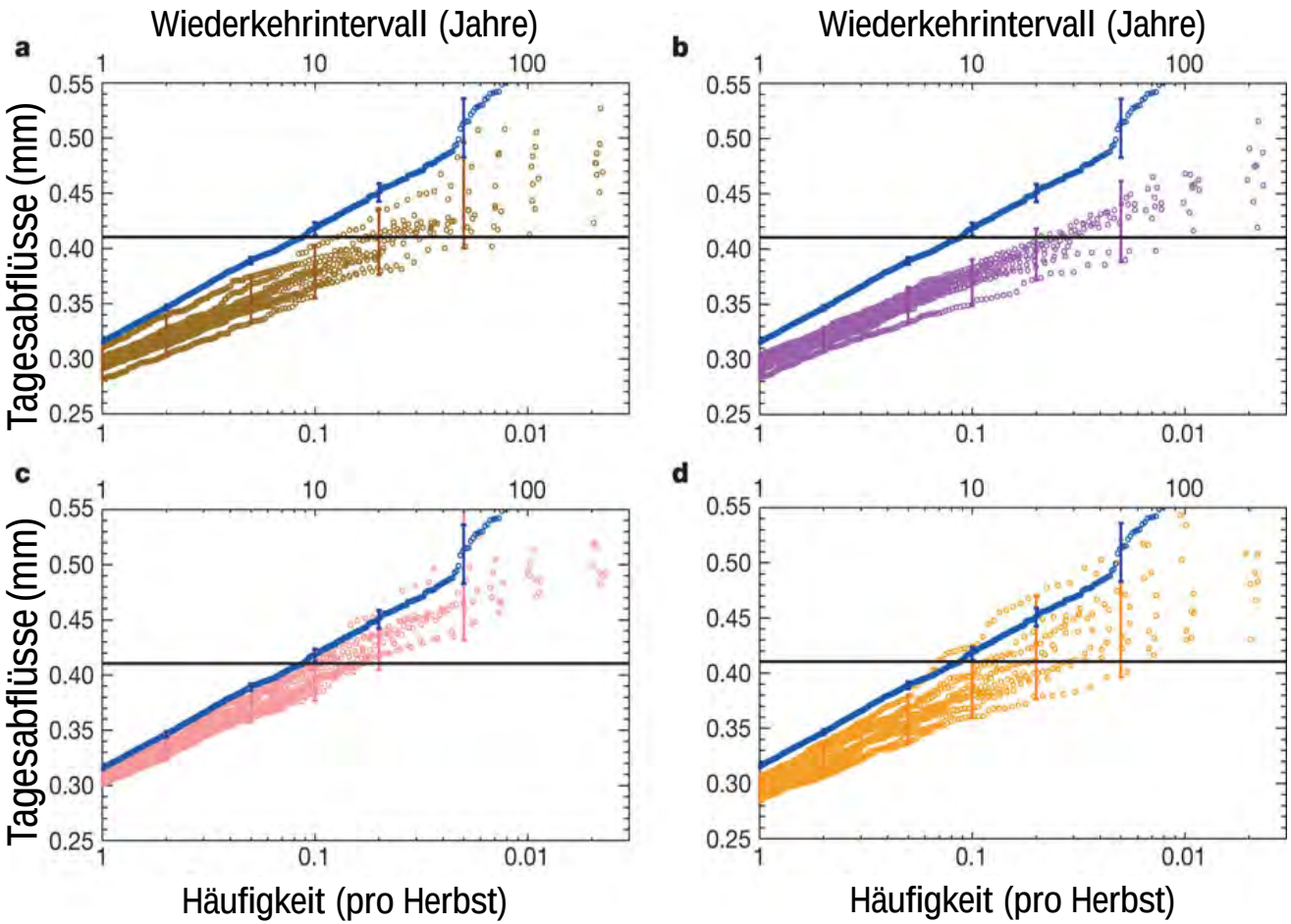
- Extrem starker Monsunregen ab Juli nach Rekord-Temperaturen von 53,5°C
- Niederschläge von 300 mm innerhalb von 36 Stunden.
- Überflutetes Gebiet bildet den größten Süßwassersee der Welt.
- Höchste Wasserstände des Indus im Norden des Landes seit 110 Jahren.
- Mehr als 20 Millionen Menschen obdachlos, über 1600 Todesopfer.





Berechnete Zunahme der Hochwasser-Häufigkeit durch den Klimawandel in England zur Flut im Herbst 2000

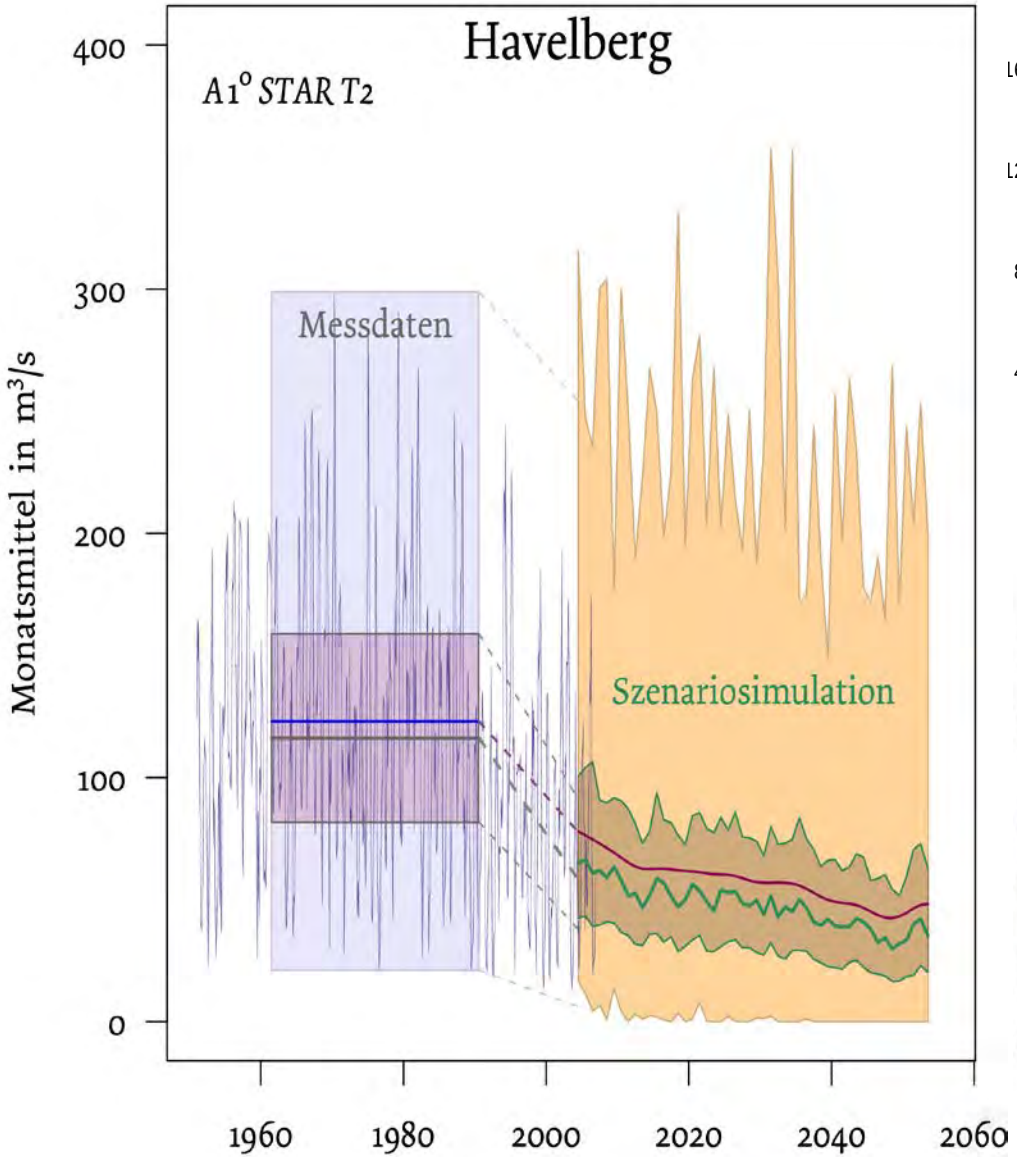
Blaue Kurve: Ist-Abflüsse 1958-2001, farbige Kurven: berechnete Abflüsse ohne Klimawandel (4 Modelle)

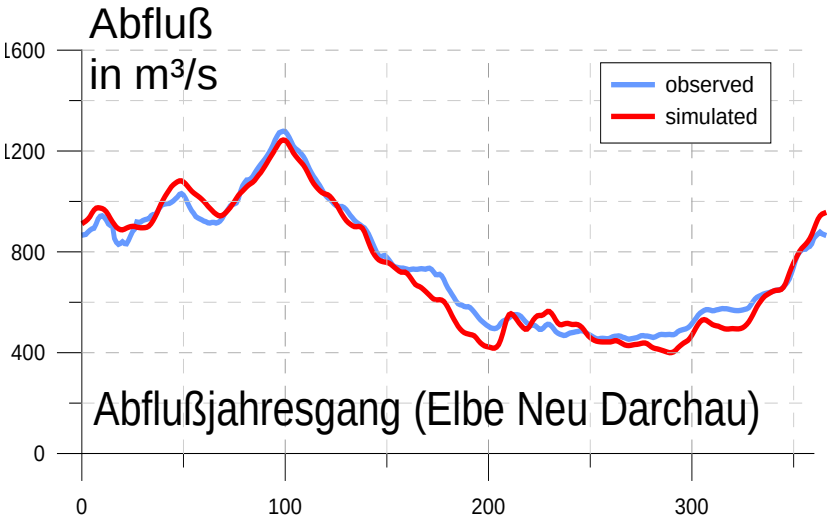


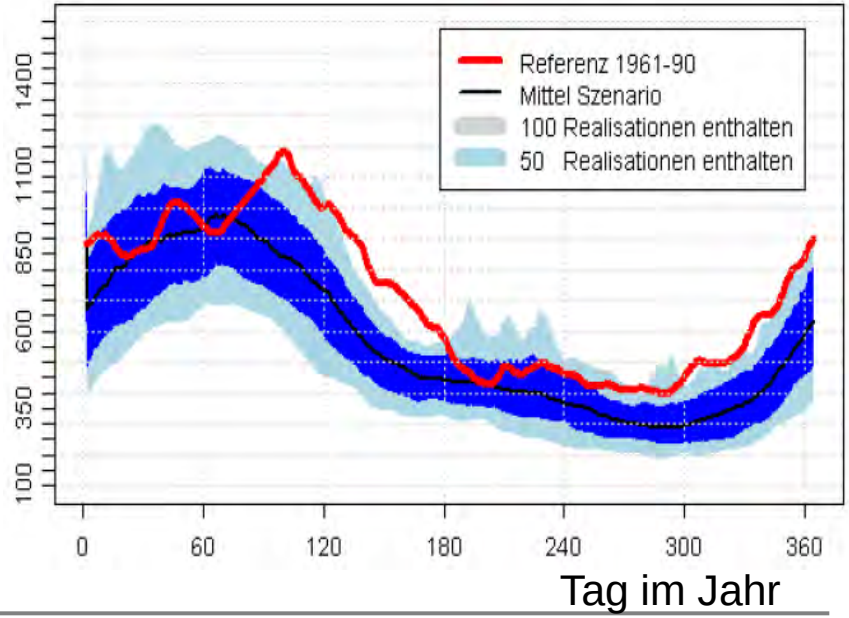
P Pall *et al. Nature* **470**, 382-385 (2011) doi:10.1038/nature09762

nature

Abflussänderung: Monatsmittel und Jahresgang







Ermittlung zukünftiger Schadensentwicklungen mit Regionalen Klimamodellen und Versicherungsdaten

1. Resimulation der bekannten Vergangenheit

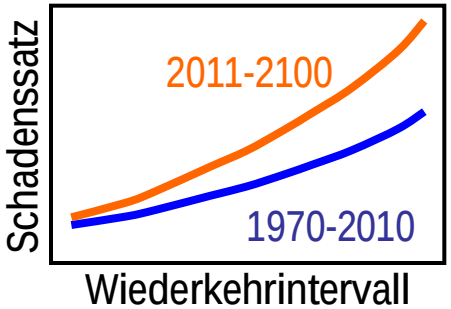
2. Simulationen der veränderten Zukunft

z.B. 1970-2000

Klimamodell

2011-2100

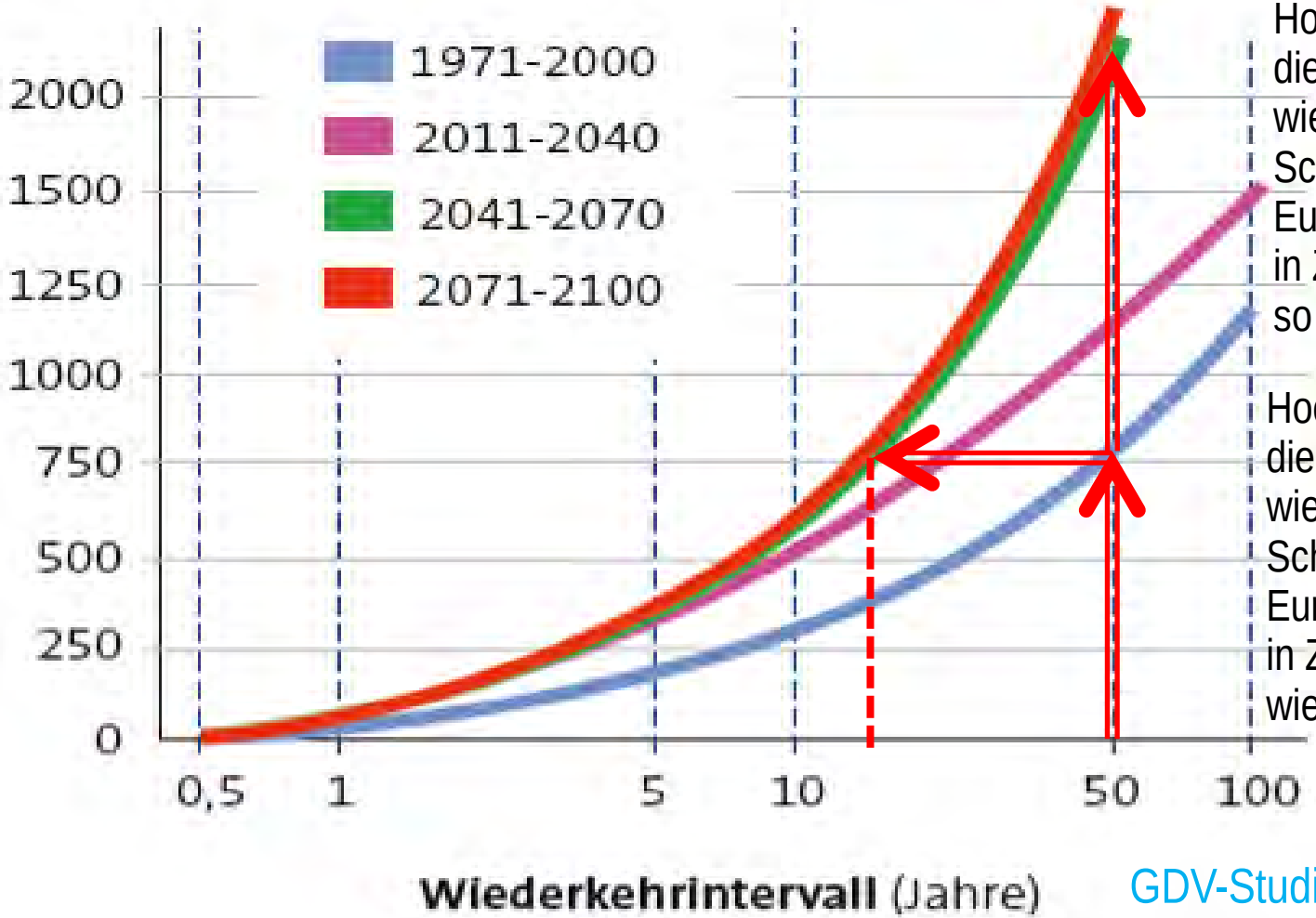
statistisches Schadenmodell



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..

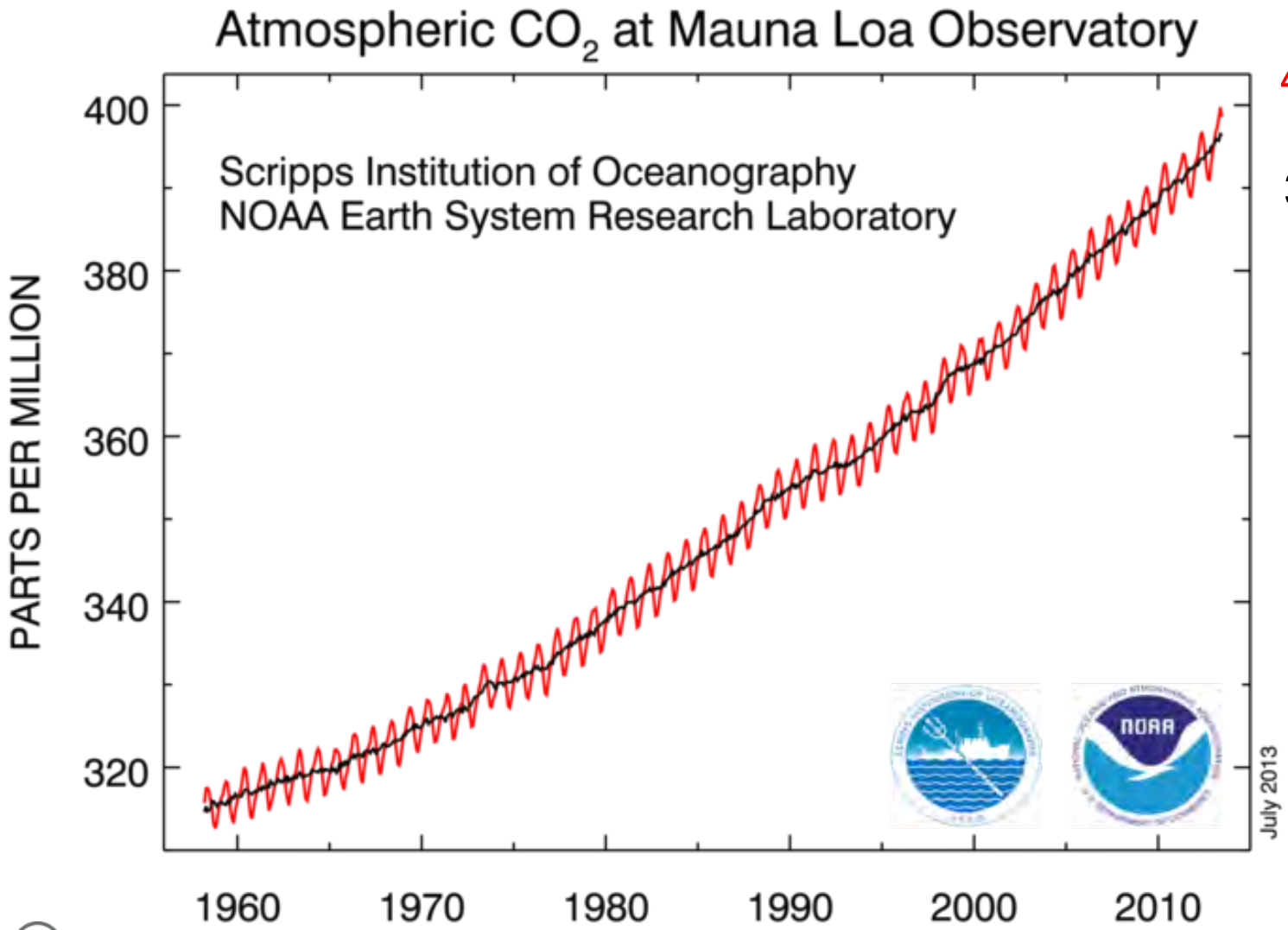
GDV-Studie 2011: „Herausforderung Klimawandel“

Wie häufig sind Jahrhunderthochwasser?

Zum Umgang mit Wetterextremen im Klimawandel

1. **Kurzvorstellung: Klimafolgenforschung am PIK**
2. **Was verursacht Hochwasser?**
3. **Werden die Wetterextreme häufiger und heftiger?**
4. **Was sind die Ursachen des Klimawandels und wie geht es weiter mit der globalen Erwärmung?**
5. **Wie können wir mit Hochwasser und dem Klimawandel umgehen?**

Der Anstieg von CO_2 in der Atmosphäre



401.3 ppm
April 2014
398.58 ppm
Juni 2013

Macht der Klimawandel Pause oder nicht?

Abb. 1: Temperaturentwicklung seit 1850

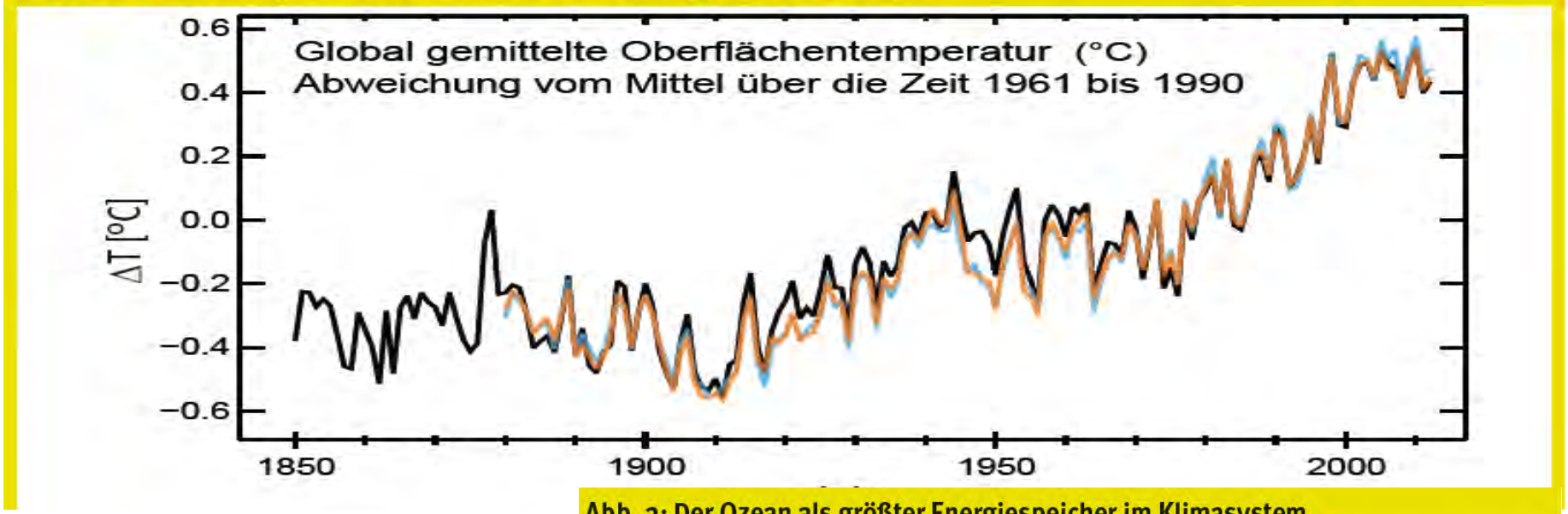
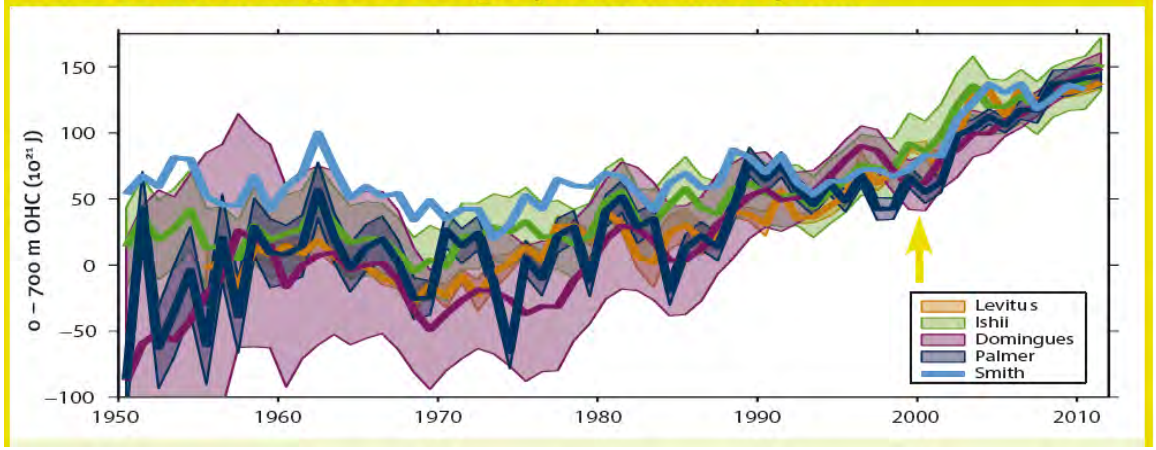
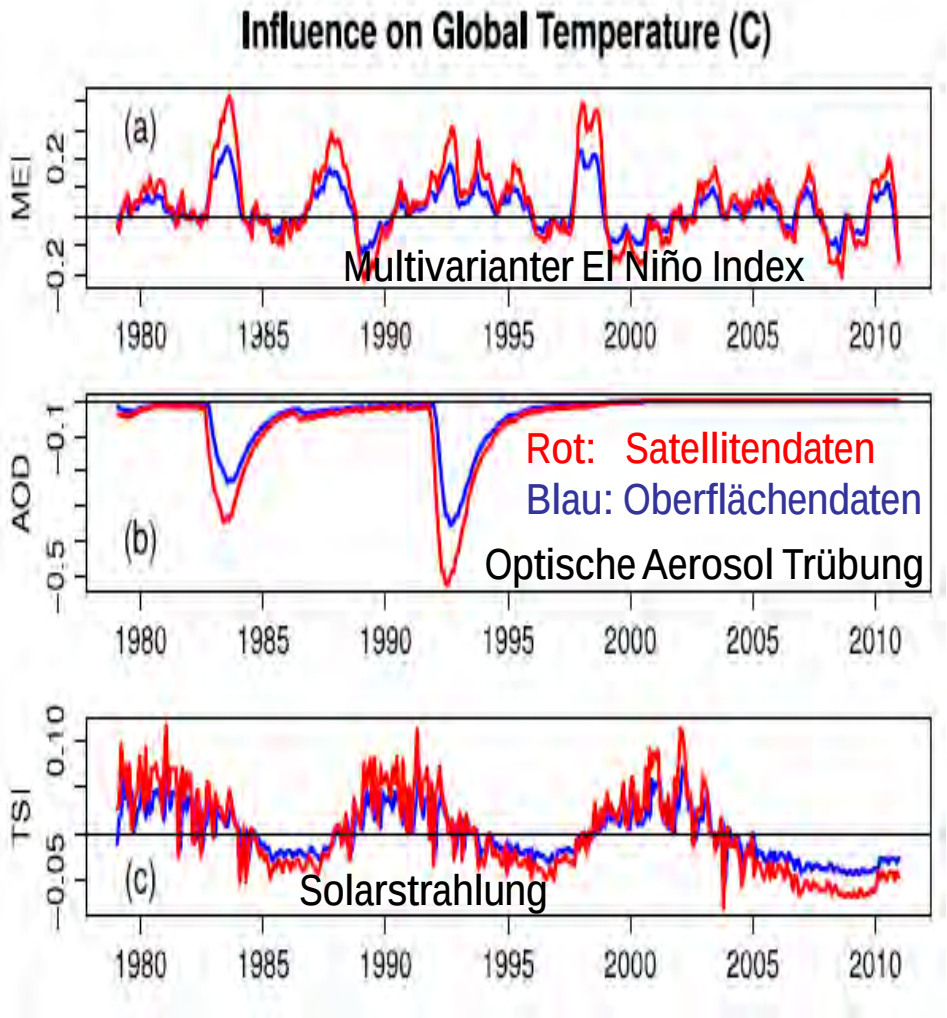


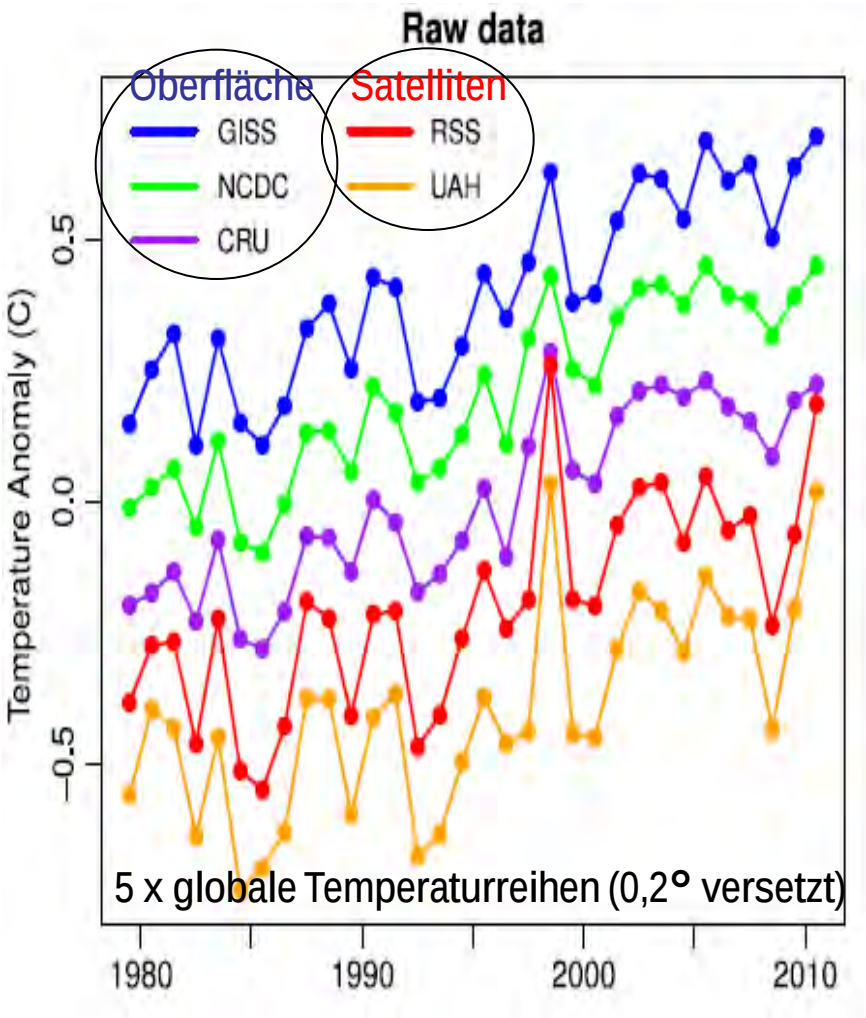
Abb. 2: Der Ozean als größter Energiespeicher im Klimasystem



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

Globale Erwärmung:
Natürliche Einflüsse und anthropogene Treibhausgase



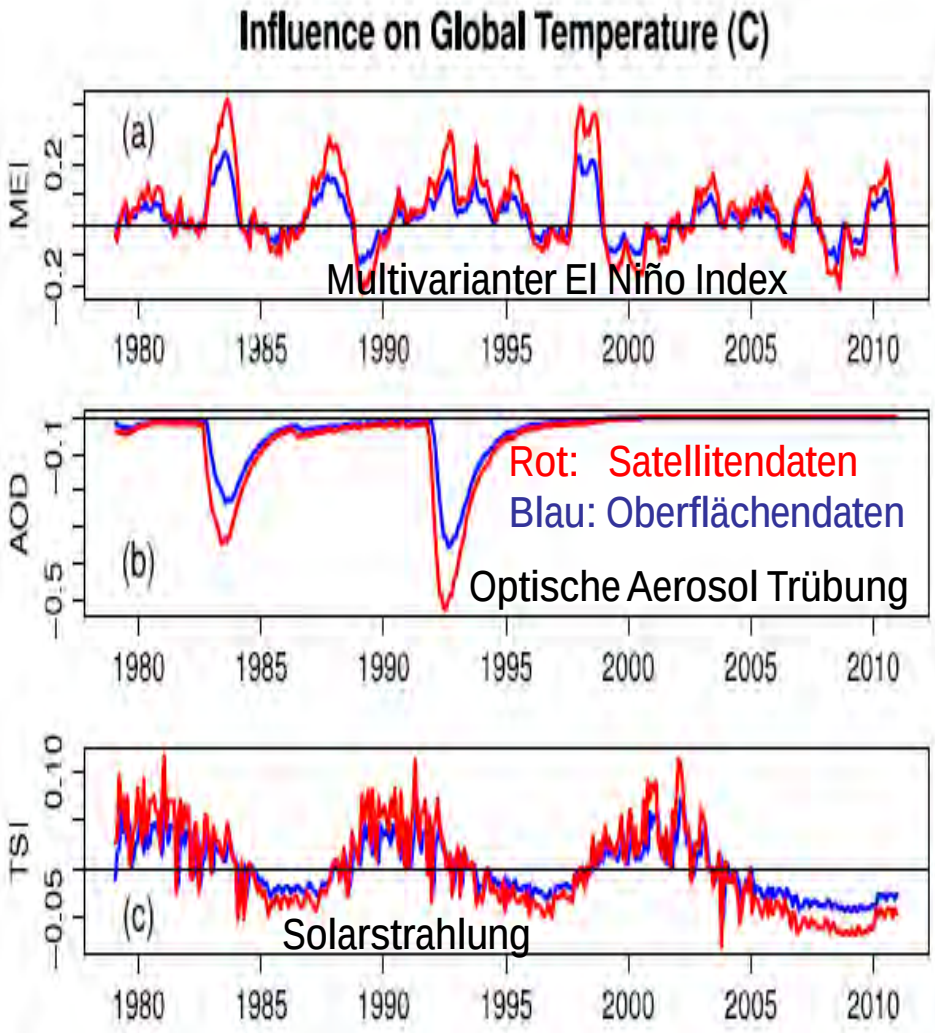


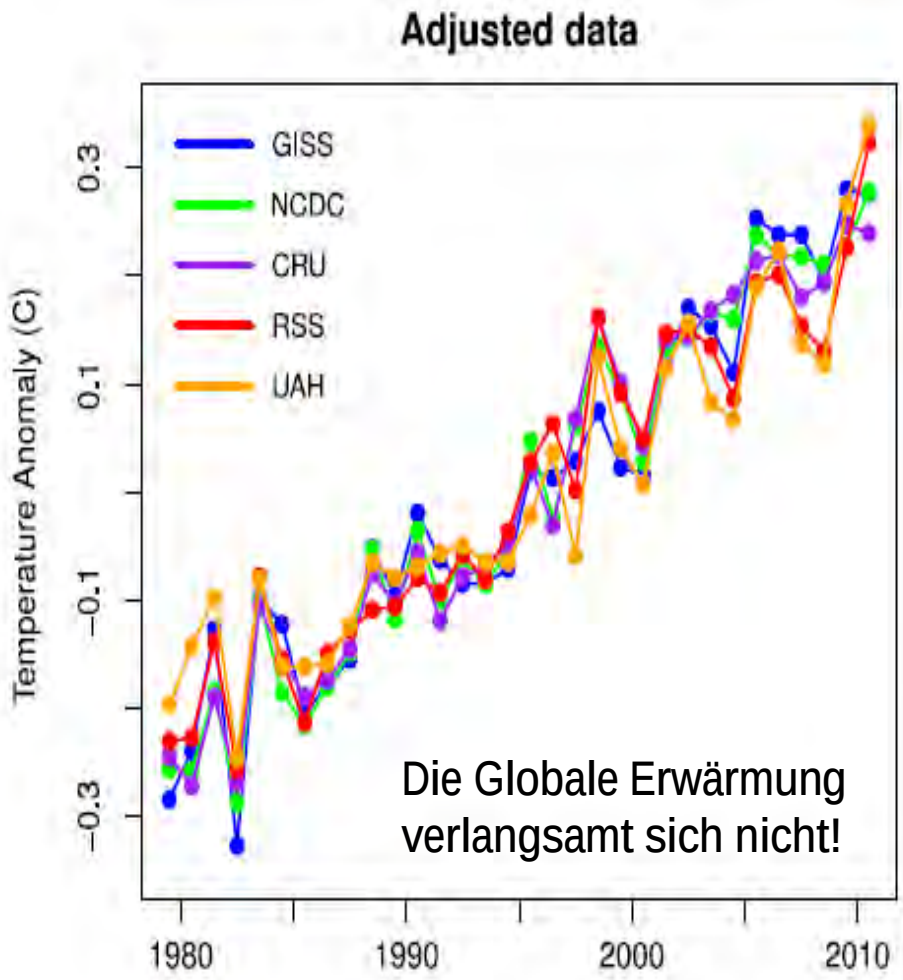
Quelle: Grant Foster and Stefan Rahmstorf 2011 Environ. Res. Lett. 6

Globale Erwärmung

links: Natürlich bedingte Temperaturänderungen

rechts: Globale Erwärmung ohne natürliche Einflüsse





Quelle: Grant Foster and Stefan Rahmstorf 2011 Environ. Res. Lett. 6

Zwischenfazit

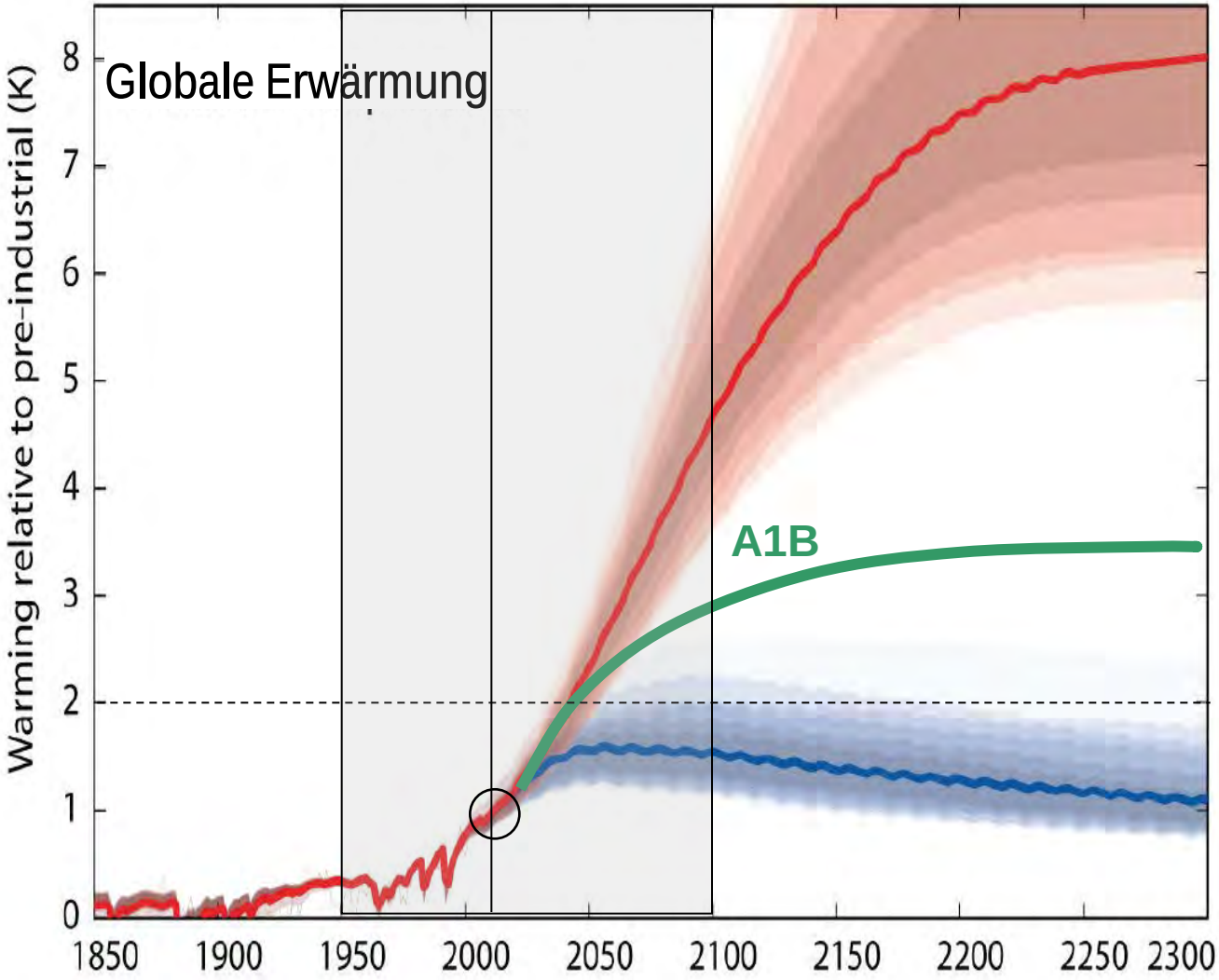
Die angebliche Pause in der globalen Erwärmung, abgeleitet aus einer 15-jährigen Stagnation des mittleren Anstiegs der Temperatur in der Atmosphäre, gibt es nicht.

Obwohl die mittlere Sonneneinstrahlung in den letzten 30 Jahren leicht zurückgegangen ist, hat die globale Erwärmung in den Ozeanen deutlich zugenommen.

Die 15-jährige Stagnation der Erwärmung der Atmosphäre kommt durch den natürlichen Energieaustausch zwischen Atmosphäre und den sie kühlenden Ozeanen zustande.

Zieht man diesen Kühleffekt ab, sieht man, dass die globale Erwärmung durch Treibhausgase unvermindert weiter geht!

Was die Zukunft bringen kann, hängt davon ab was wir (heute) tun!



ohne Klimaschutz: ungebremste globale Erwärmung mit hohen Schadenskosten

Übliches Szenarium für die Auswirkungen des Klimawandels

Klimaschutz weltweit und bei uns kann die globale Erwärmung auf ca. 2° begrenzen

Wie häufig sind Jahrhunderthochwasser?

Zum Umgang mit Wetterextremen im Klimawandel

1. **Kurzvorstellung: Klimafolgenforschung am PIK**
2. **Was verursacht Hochwasser?**
3. **Werden die Wetterextreme häufiger und heftiger?**
4. **Was sind die Ursachen des Klimawandels und wie geht es weiter mit der globalen Erwärmung?**
5. **Wie können wir mit Hochwasser und dem Klimawandel umgehen?**

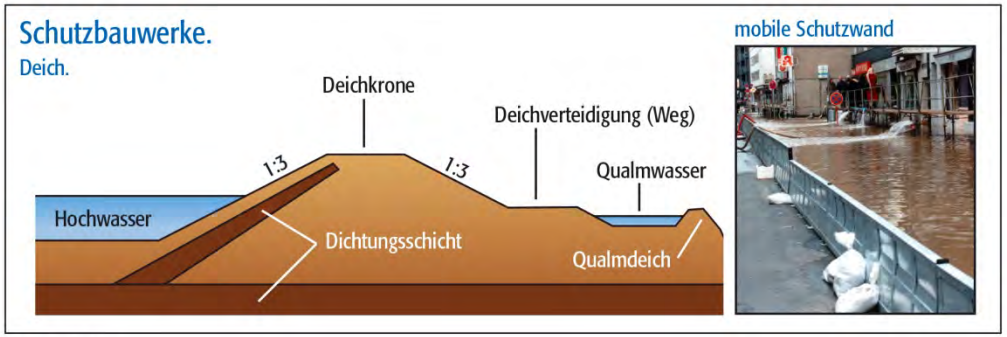
© Dr. Jörn Birkmann, United Nations University

Hochwasserschutzmaßnahmen

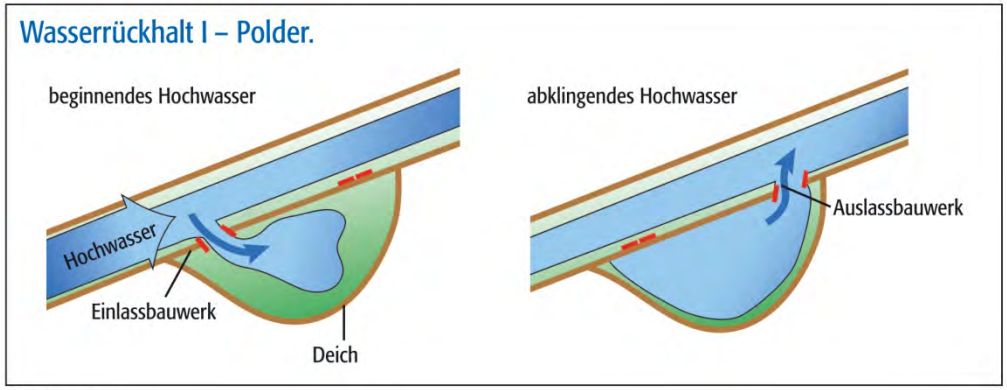
© Allianz Umweltstiftung

© Allianz Umweltstiftung

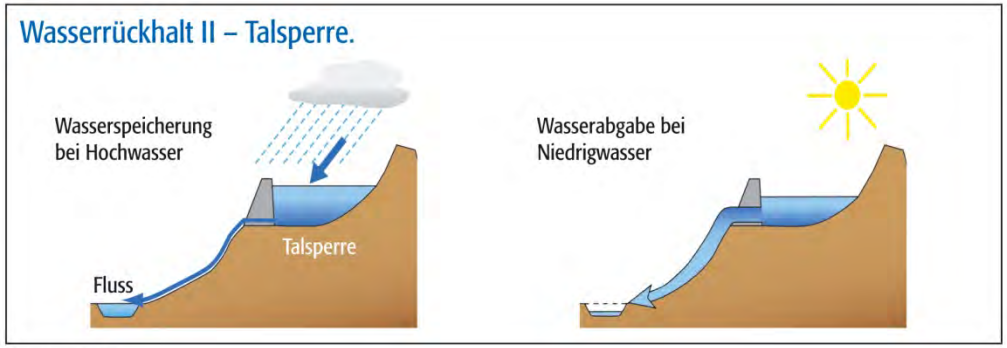
Technischer Hochwasserschutz



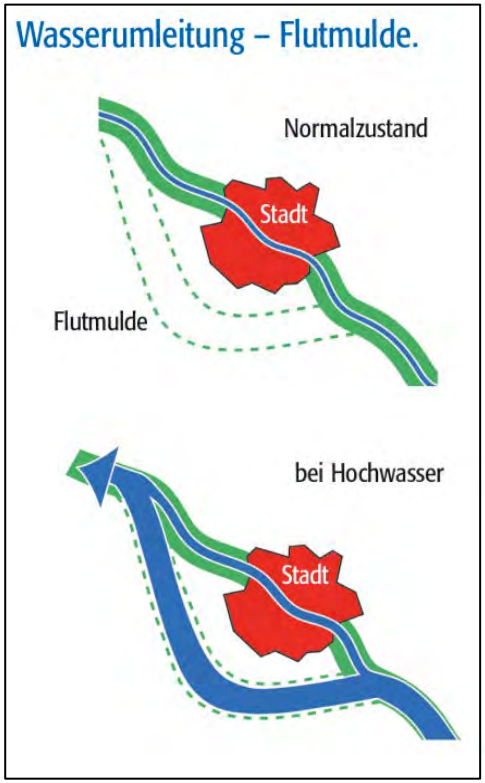
© Allianz Umweltstiftung



© Allianz Umweltstiftung

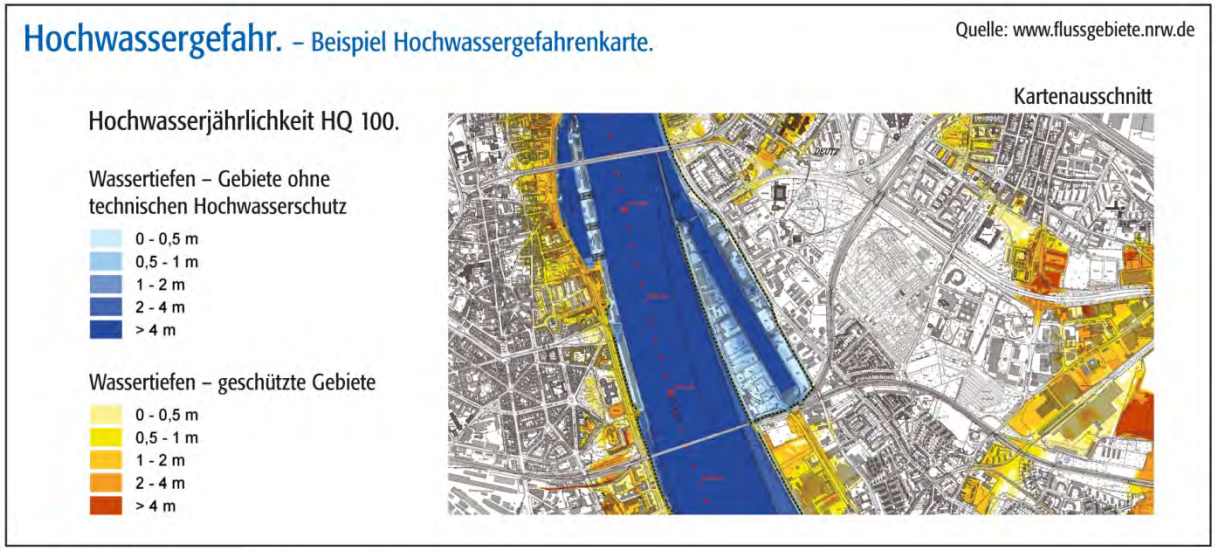


© Allianz Umweltstiftung

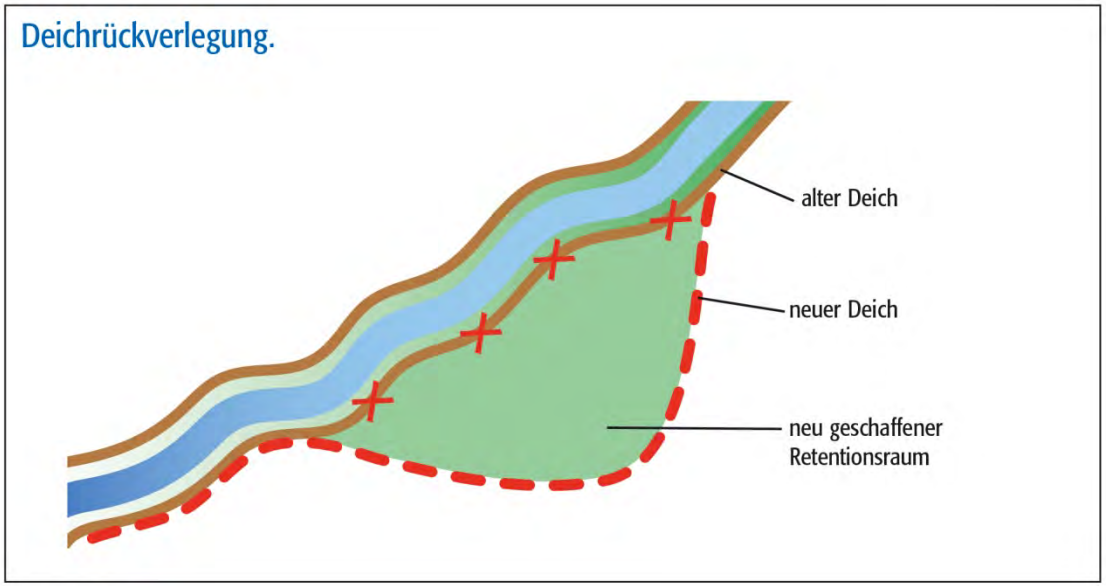


© Allianz Umweltstiftung

Gefahrenbewusstsein und natürlicher Schutz



© Allianz Umweltstiftung



© Allianz Umweltstiftung

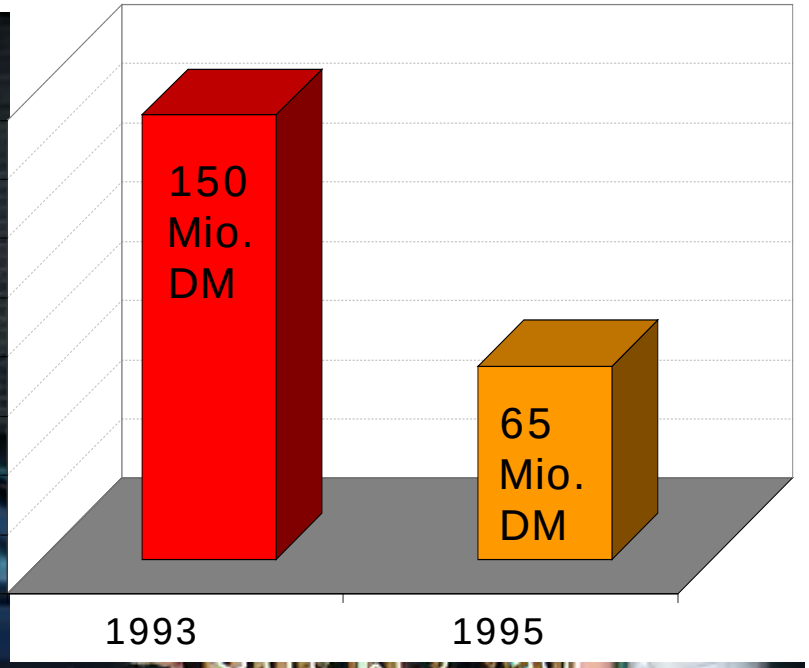
© Allianz Umweltstiftung

Ausweisung von Überflutungsflächen und risikoangepasstes Bauen

Überflutungsflächen
(Stadt Dresden)

- Klassifizierung von Risikoflächen
- An Hochwasser angepasste Gebäude

Haus auf ausgewiesener Überflutungsfläche
(Stadt Dresden)

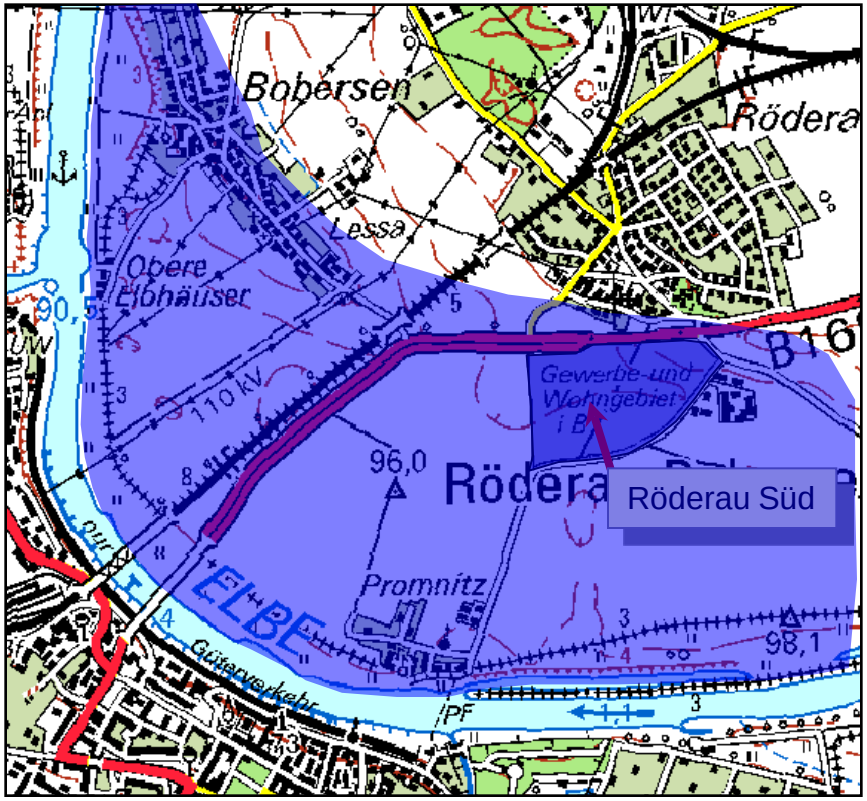


- Nahezu gleicher Wasserstand:
  1993: 10,63 m
  1995: 10,69 m

- Aber die Schäden waren 1995 um mehr als 50% niedriger!

Ausweisung von Risikozonen und Entsiedlung

Kein Wiederaufbau: Beispiel Röderau-Süd



TOP50 Sachsen, Ausschnitt Röderau, bei Riesa

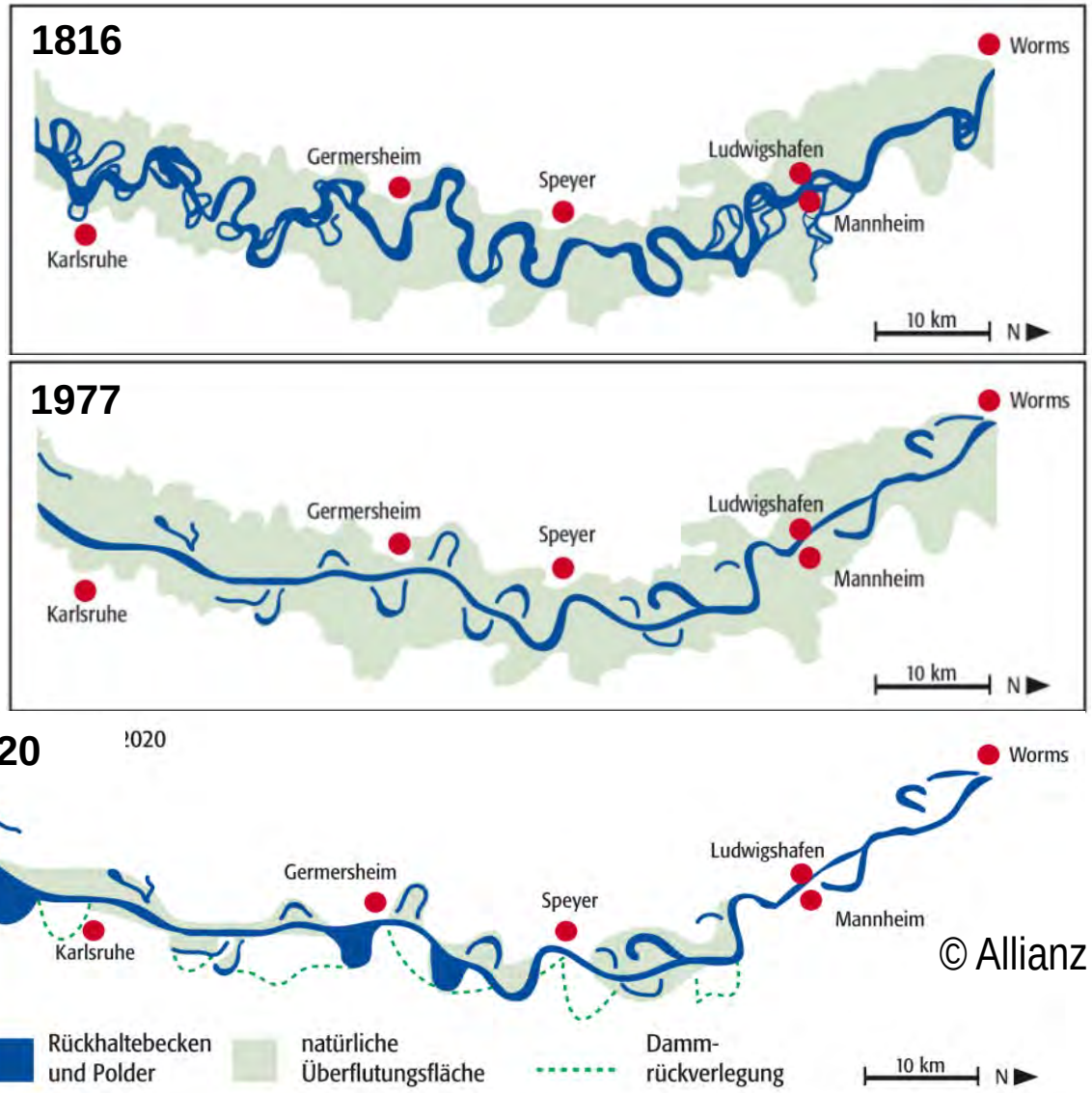
- Altes Überschwemmungsgebiet
- Anfang der 90er Jahre: Bebauungspläne für Gewerbegebiet
- zunächst keine Genehmigung
- 1992 wurde doch Genehmigung erteilt.
- Da sich nur wenige Gewerbebetriebe ansiedelten, fand eine Umwidmung in Wohnbauland statt.
- Etliche Wohngebäude entstanden.
- Die Leute wussten nicht, dass sie im Überflutungsgebiet bauen.

➔ August 2002: alle Häuser von Röderau Süd standen bis zum Dach unter Wasser

➔ 19.12.2002: Bund-, Ländervereinbarung zur Absiedlung Rückentwicklung von Röderau Süd

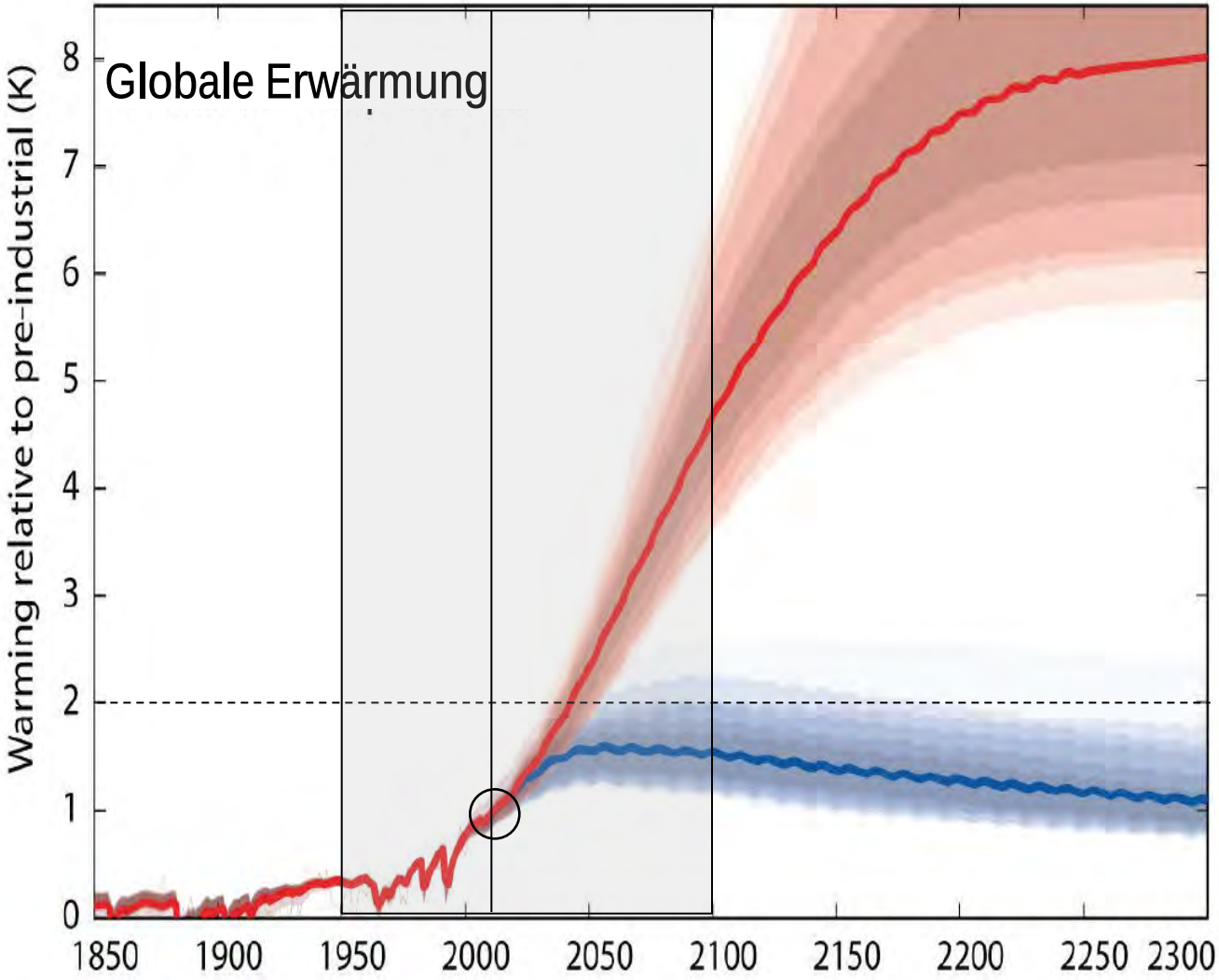
Historischer Wandel und natürliche Anpassung

Beispiel nördlicher Oberrhein



© Allianz Umweltstiftung

Was die Zukunft bringen kann, hängt davon ab was wir (heute) tun!



ohne Klimaschutz: ungebremste globale Erwärmung mit hohen Schadenskosten

Klimaschutz weltweit und bei uns kann die globale Erwärmung auf ca. 2° begrenzen

Mit sieben Kardinal-Innovationen zu Klimaschutz und ökologischen Wirtschaftswunder

1. Integration Erneuerbarer Energiequellen ("Supersmart Grids")
2. Plus-Energie-Gebäude („Einfamilien-Kraftwerk")
3. Modulare Elektromobilität („Jenseits der Speicherung")
4. Systemoptimierte Industrieproduktion („Cradle to Cradle")
5. Holistische Raumplanung („Neuerfindung von Urbanität & Ruralität")
6. Nachhaltiges Biomasse-Management („De- & Anti-Karbonisierung")
7. Regenerativer Wasserdargebot („Solare Entsalzung")

P I K

Fazit (persönlich)

- Die wissenschaftlichen Fakten zum anthropogenen Klimawandel sind abgesichert genug, um Schutzmaßnahmen als notwendig anzusehen
- Aufgrund von Zweifeln in weiten Teilen von Öffentlichkeit & Politik fehlt es bisher an Schutzmaßnahmen, der Klimawandel schreitet voran
- Die negativen Auswirkungen nehmen zu, z.B. Wasser- und Ressourcenmangel und mehr extreme Wetterereignisse wie Hitzewellen, Trockenperioden, Hochwasser und Stürme
- Die Schadens-Kosten des Klimawandels übersteigen voraussichtlich 5% des globalen Pro-Kopf-Einkommens, dagegen braucht man ca. 1% für Investitionen in den Klimaschutz.
- Investitionen in Anpassung an die Folgen des Klimawandels, in Erneuerbare Energien, Energie-Effizienz und Energiesparen ermöglichen ein ökologisches Wirtschaftswunder

Buchempfehlung

DER KLIMAWANDEL
Diagnose, Prognose, Therapie
Beck Verlag, 2007, € 8,95

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 !