

The logo of ETH Zurich, consisting of the letters 'ETH' in a bold, black, sans-serif font.

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology



Ist der Klimawandel “menschengemacht”?

Christoph Schär

Institut für Atmosphäre und Klima, ETH Zürich

<http://www.iac.ethz.ch/people/schaer>

Center for Climate Systems Modeling

<http://www.c2sm.ethz.ch>

19. September 2013, Flums
Kundenanlass Rii-Seez

Prolog

**Der anthropogene Klimawandel
ist viel sicherer
als einige Leute denken!**

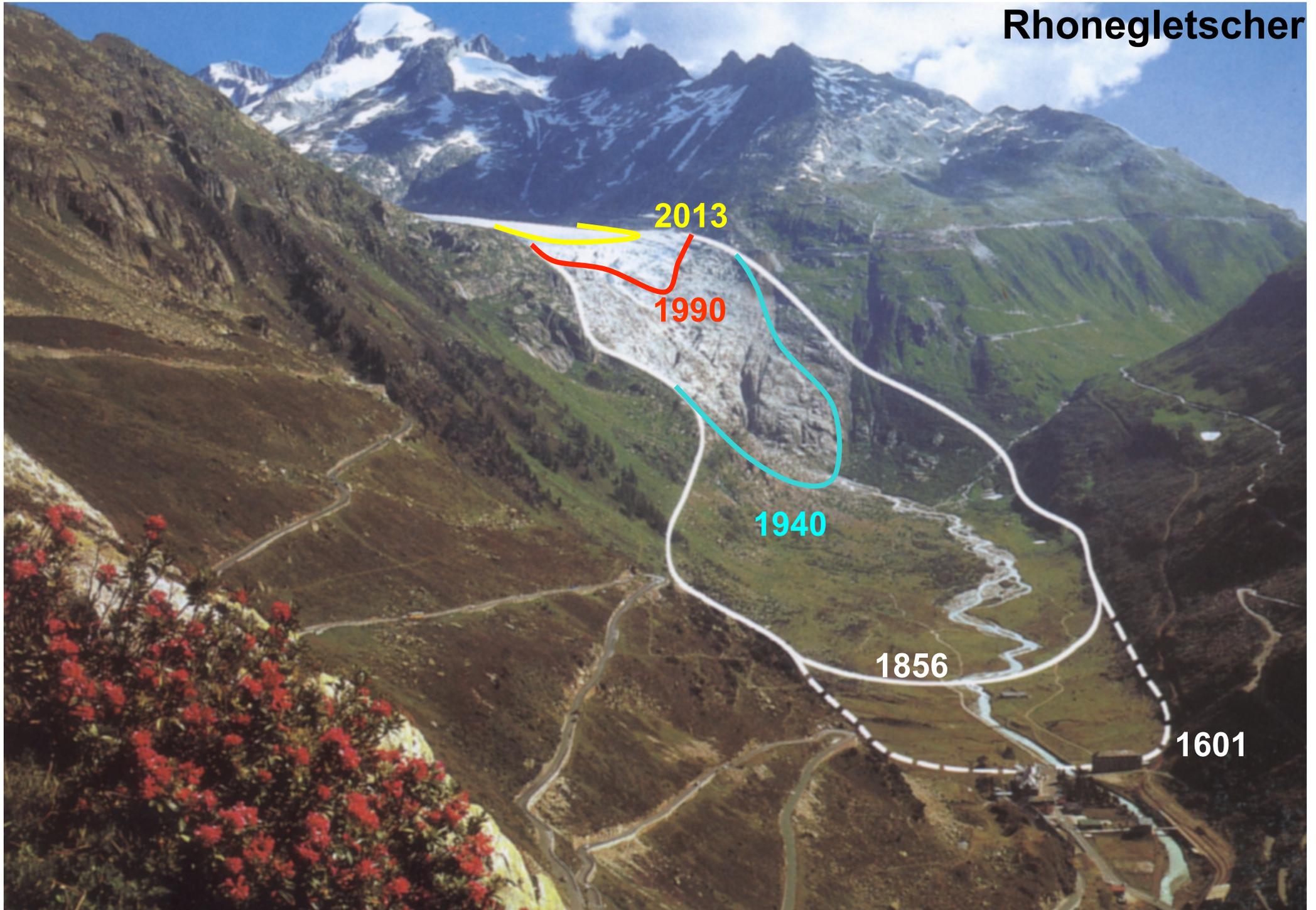
**Die Auswirkungen des Klimawandels
sind viel unsicherer
als die meisten Leute denken!**

Vier Thesen

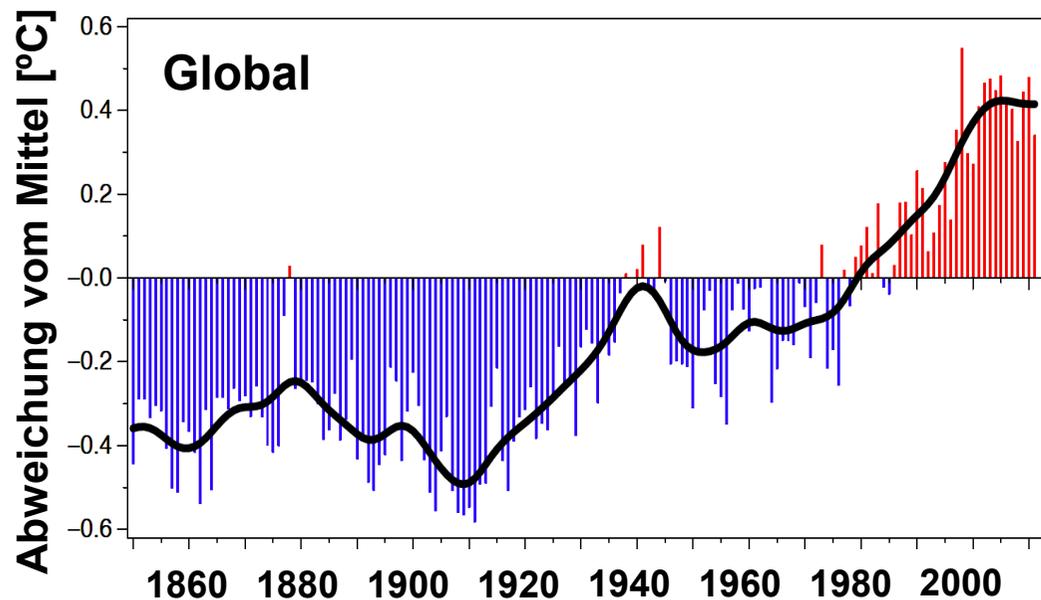
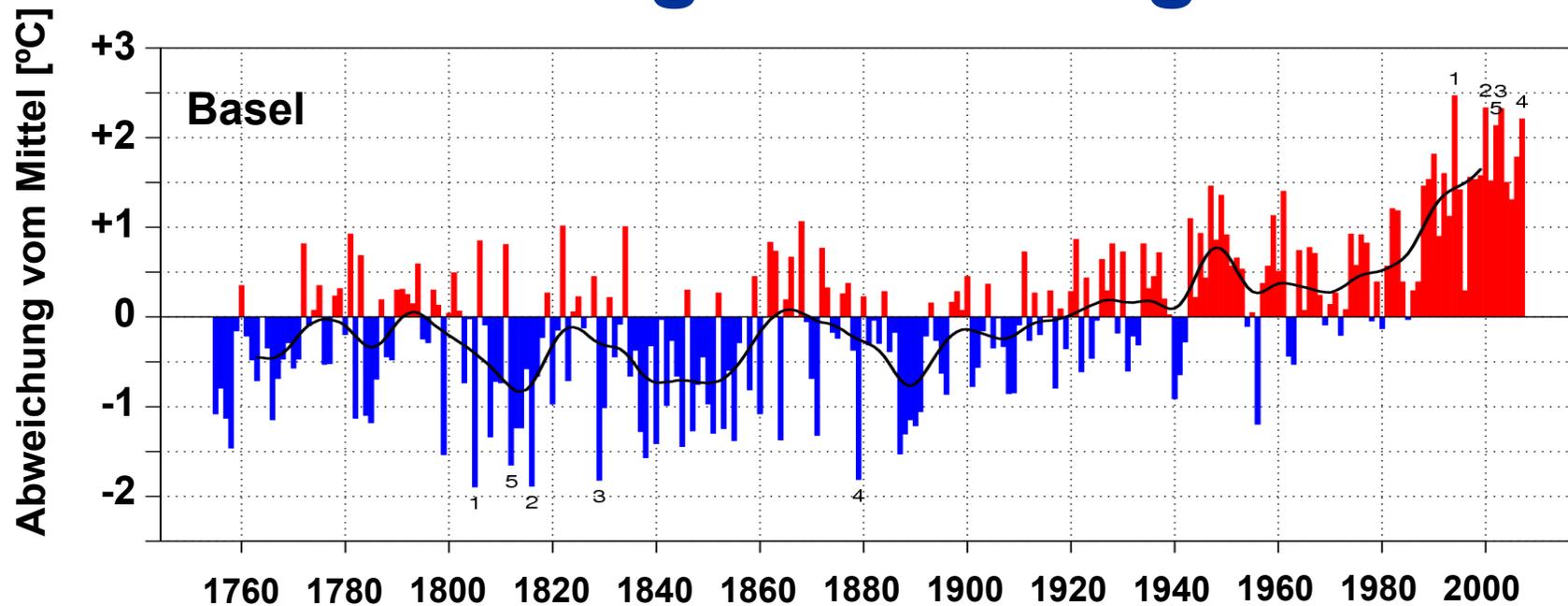
1) Der Klimawandel ist unübersehbar!



Rhonegletscher

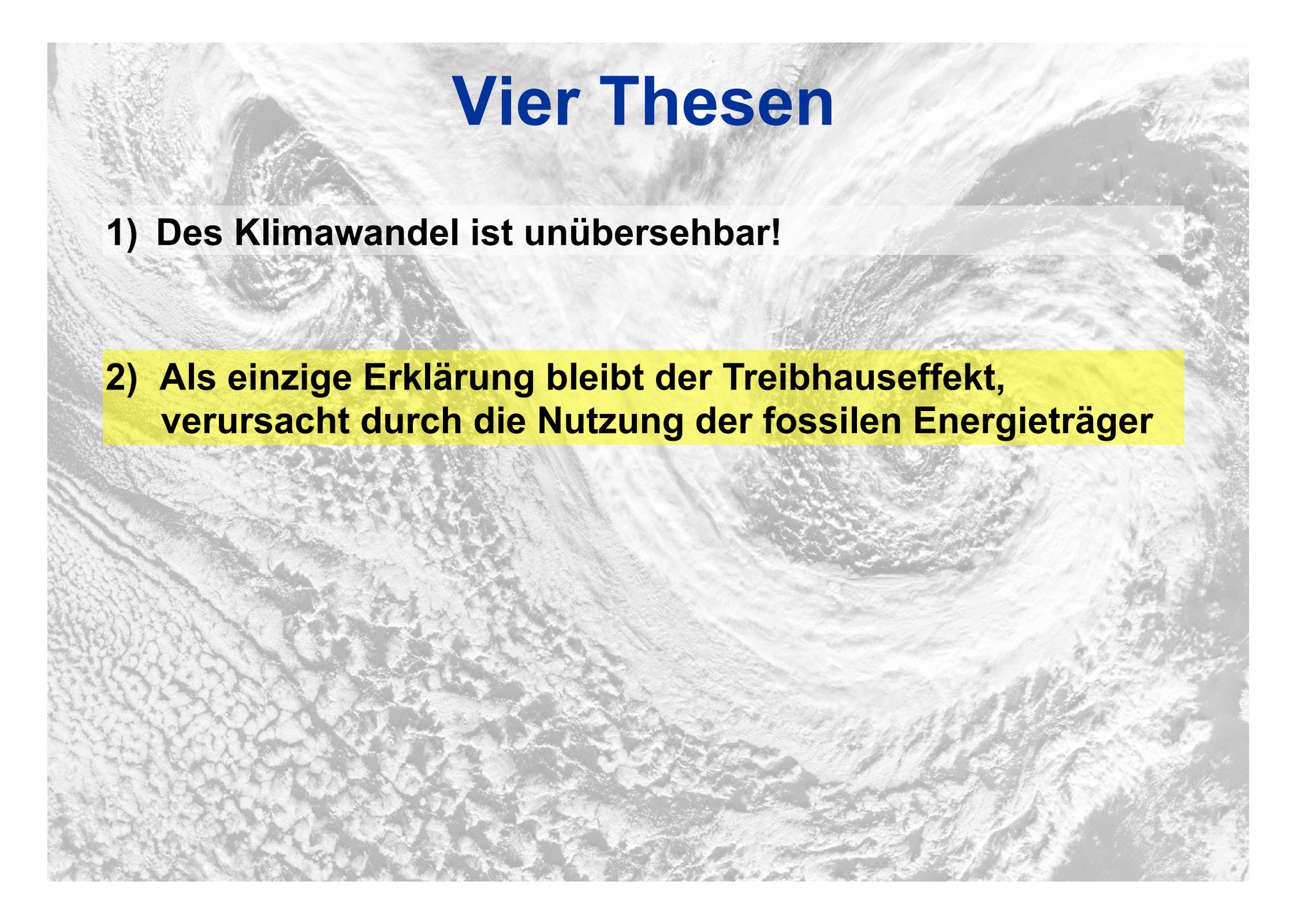


Erwärmung lokal und global



Die beobachtete
Erwärmung
übersteigt die
natürliche
Variabilität des
Klimas

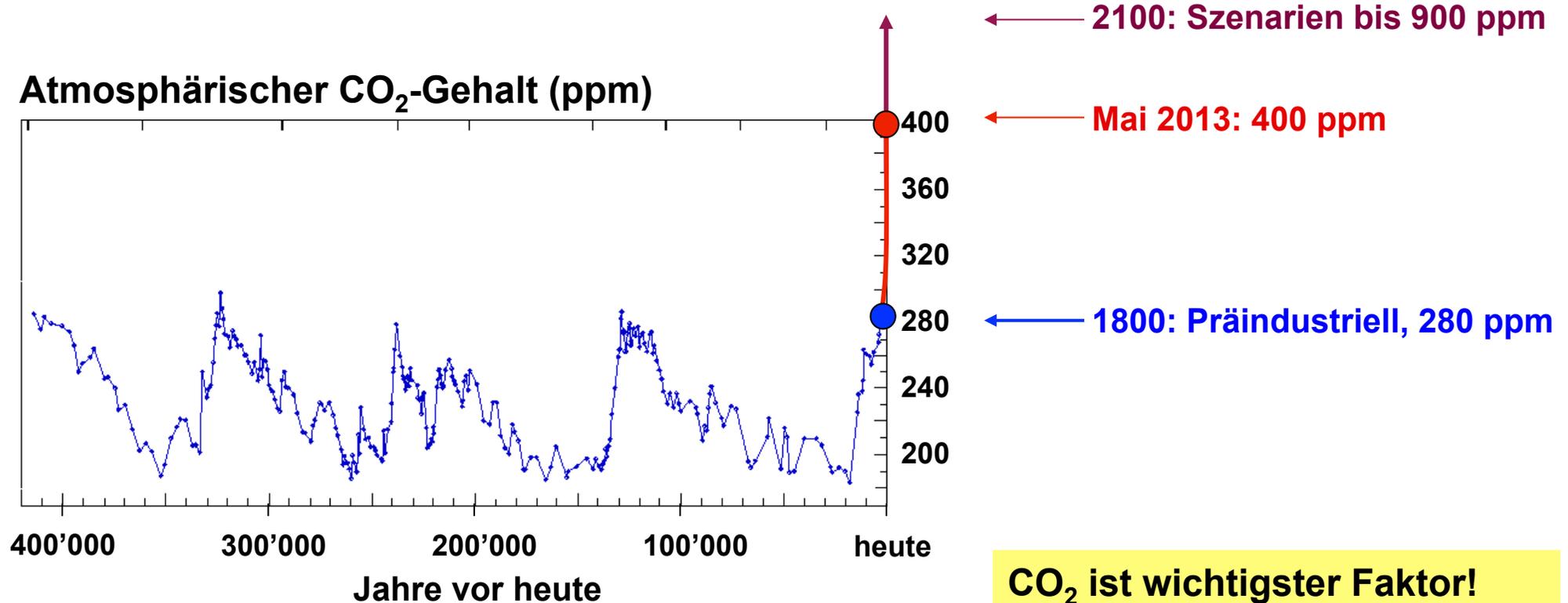
Vier Thesen



1) Des Klimawandel ist unübersehbar!

2) Als einzige Erklärung bleibt der Treibhauseffekt, verursacht durch die Nutzung der fossilen Energieträger

Treibhausgas Kohlendioxyd (CO₂)



Bereits heute ist die Konzentration von CO₂ höher als je zuvor in den vergangenen 800'000 Jahren

CO₂ ist wichtigster Faktor!

Treibhausgase:

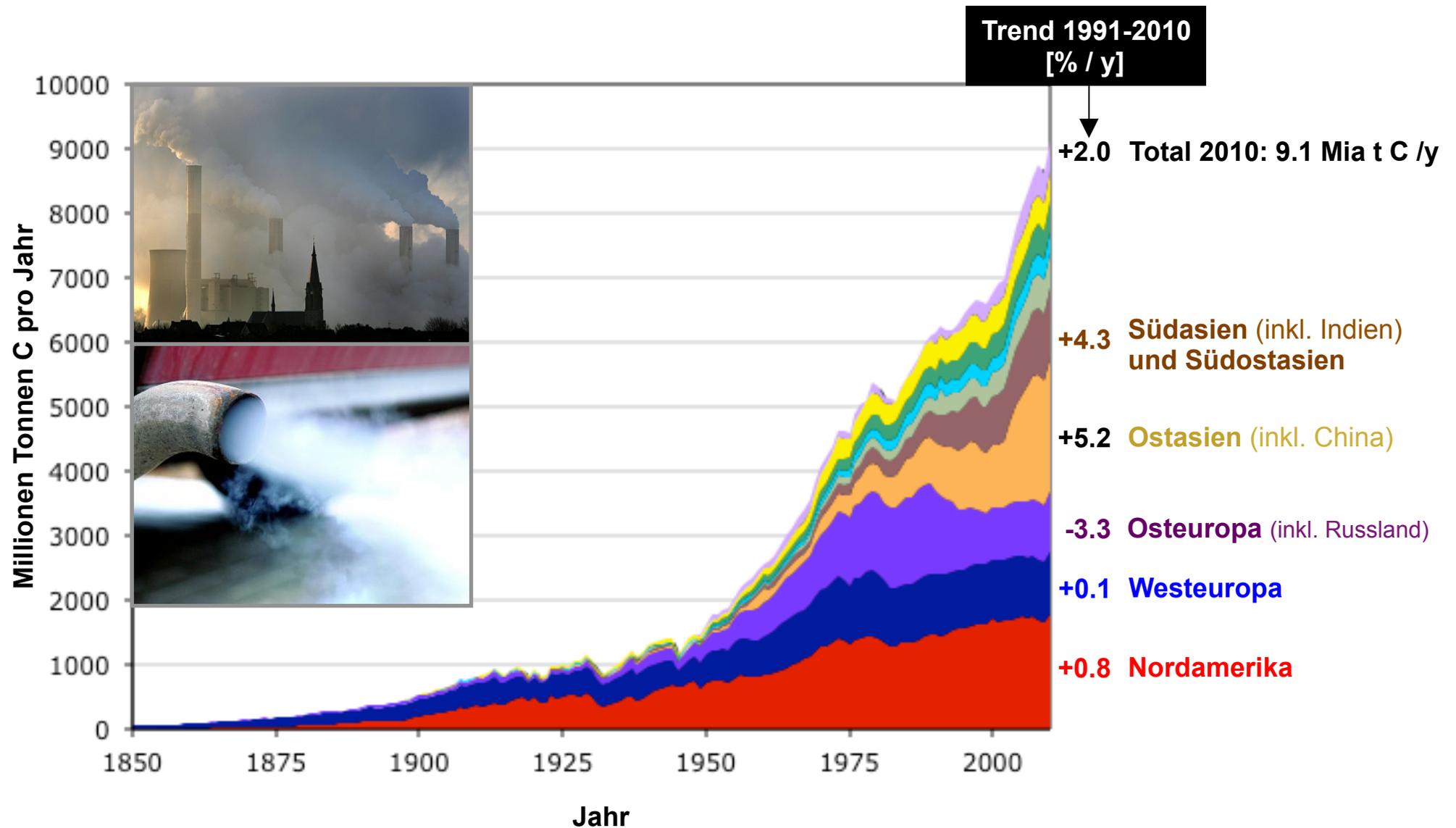
CO ₂	ca 65%
CH ₄ , N ₂ O, andere	ca 35%

Ursachen des CO₂-Anstiegs:

Fossile Emissionen	ca 80%
Abholzung	ca 20%

Fossile CO₂-Emissionen

Emissionen von CO₂ durch Verbrennung der fossilen Energieträger (Öl, Gas, Kohle).



Konsens in den Wissenschaften

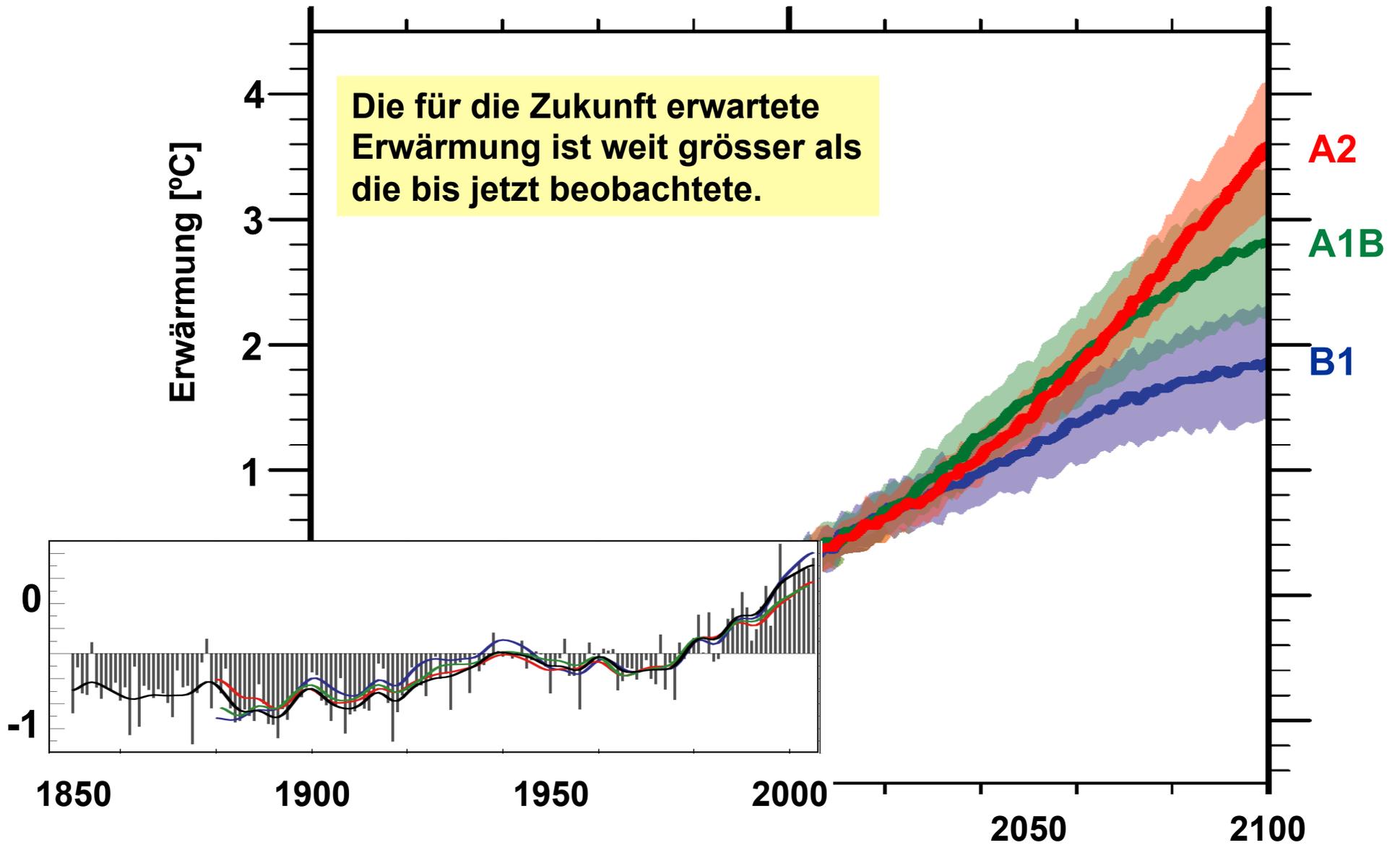
Zitate aus den UNO-Klimaberichten (IPCC, UNEP)

- 1990 Die beobachtete Erwärmung ist konsistent mit den Vorhersagen von Klimamodellen, aber ***es könnte sich auch um eine natürliche Schwankung handeln.***
- 1995 Nach Abwägung aller Faktoren kommen wir zum Schluss, dass ein ***merkbarer menschlicher Einfluss*** vorliegt.
- 2001 Es gibt neue und stärkere Hinweise darauf, dass die Erwärmung der letzten 50 Jahren durch ***menschliche Aktivitäten verursacht wurde.***
- 2007 Die Erwärmung seit der Mitte des letzten Jahrhunderts ist ***überwiegend auf menschengemachte Treibhausgase zurückzuführen.***
- 2013 ***Veröffentlichung am 27. September***

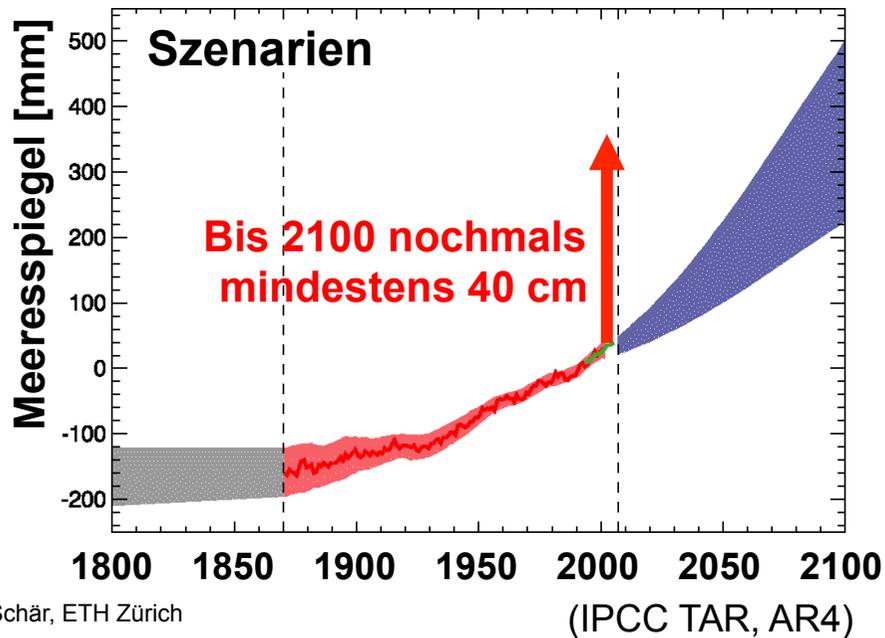
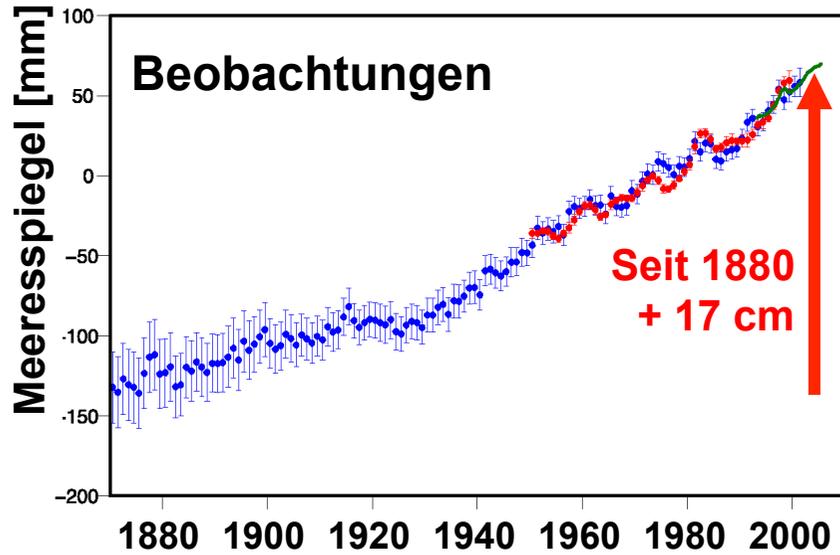
Vier Thesen

- 1) **Der Klimawandel ist unübersehbar!**
- 2) **Als einzige Erklärung bleibt der Treibhauseffekt, verursacht durch die Nutzung der fossilen Energieträger**
- 3) **Wir stehen am Anfang des Klimawandels!
Die Auswirkungen sind zum Teil sehr schwerwiegend!**

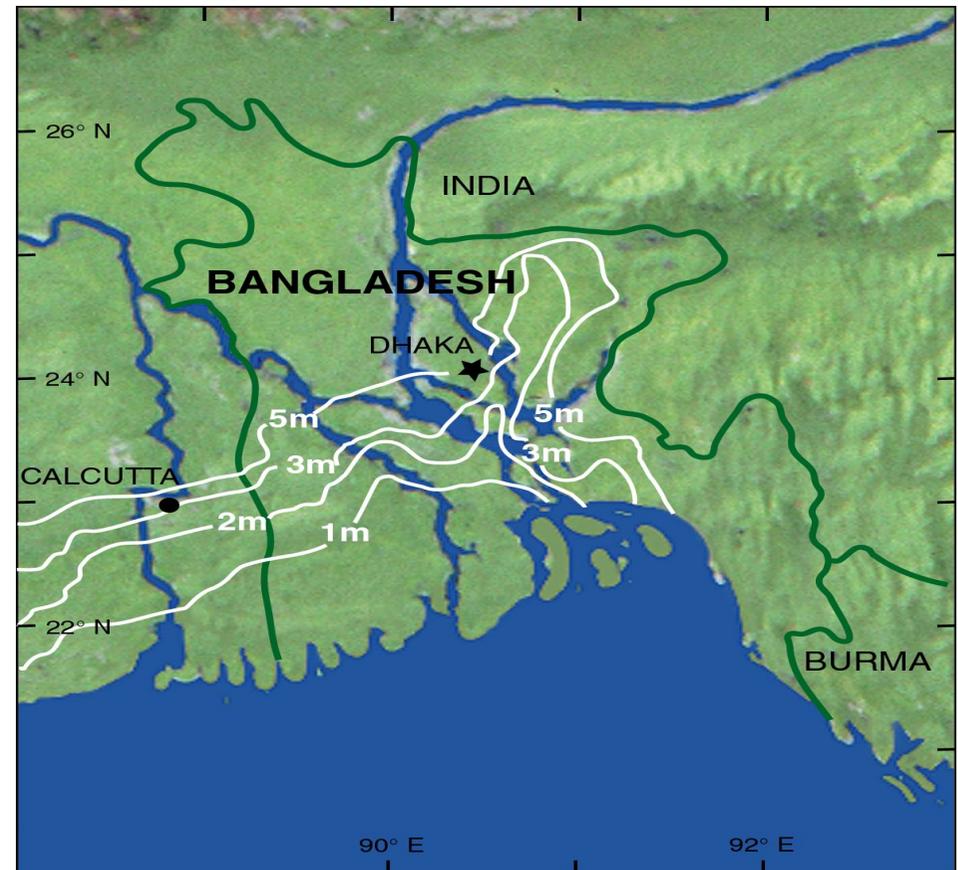
Globale Erwärmung in Vergangenheit und Zukunft



Meeresspiegel-Anstieg



bis 2300: mehrere Meter



(Milliman et al. 1989, IPCC)

Wasser-Ressourcen

Wasser für Nahrungsmittel:

1 kg Getreide = 1600 kg Wasser

1 kg Fleisch = 5000-20'000 kg Wasser

Ernährung eines Menschen:

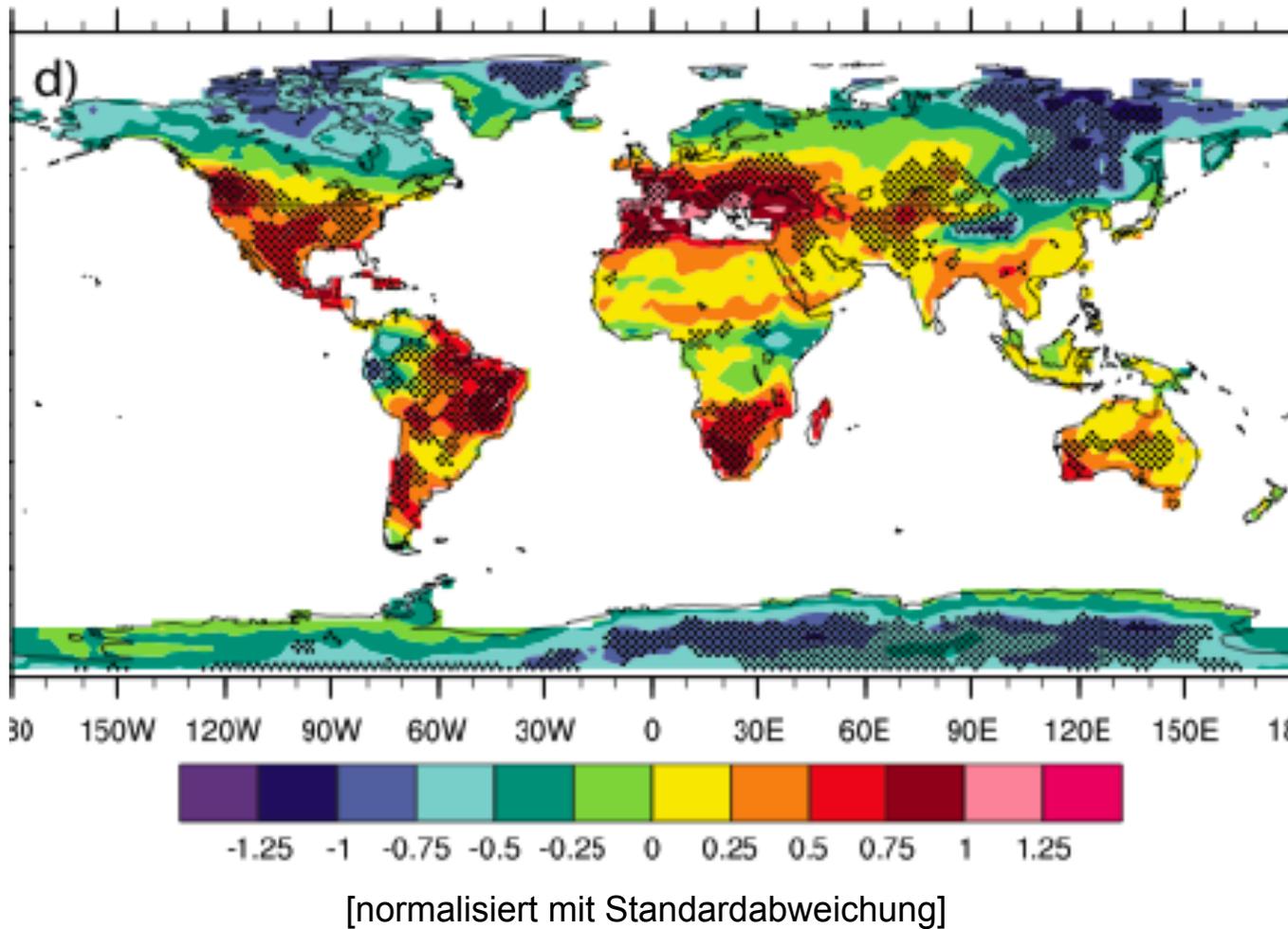
Erste Welt: 1000 t / Jahr

Dritte Welt: 350 t / Jahr



Zunahme von Trockenperioden

Änderungen bis zum Ende des Jahrhunderts



Trockenheit nimmt vor allem dort zu, wo bereits heute Wasserknappheit besteht

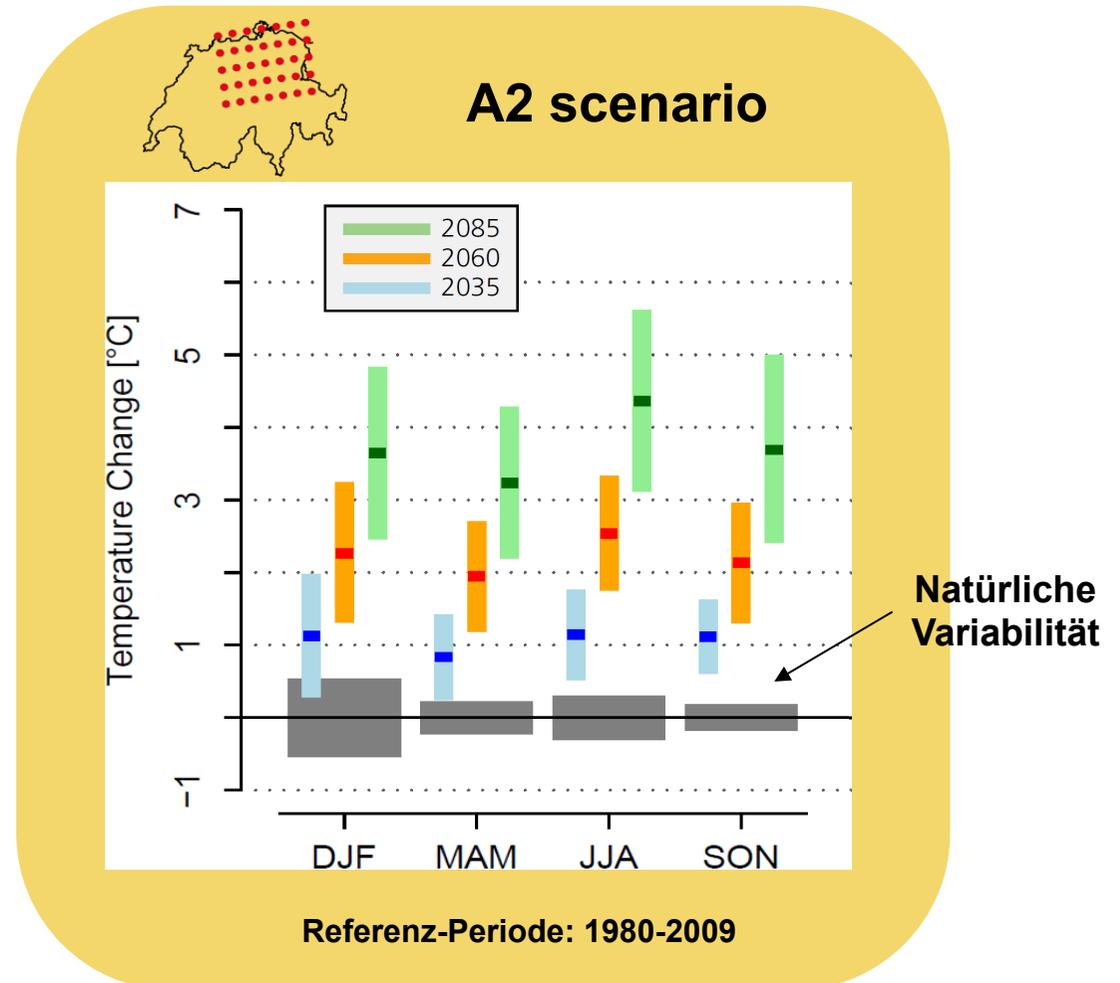
Klimaszenarien für die Schweiz

Temperatur

Signifikante Erwärmung in allen Jahreszeiten und Regionen bereits in 2035.

Unterschiede zwischen Jahreszeiten und Regionen relativ klein. Leicht höhere Erwärmung im Sommer und in der Südschweiz

**Werte für A2 und 2085:
Erwärmung von 3.2 - 4.8°C**

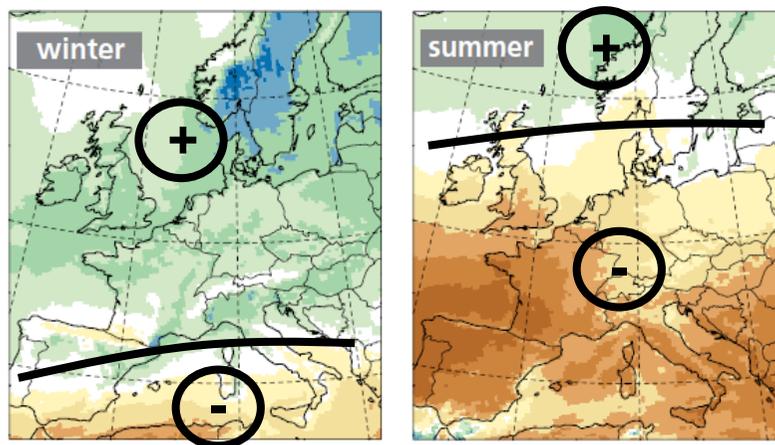


Klimaszenarien für die Schweiz

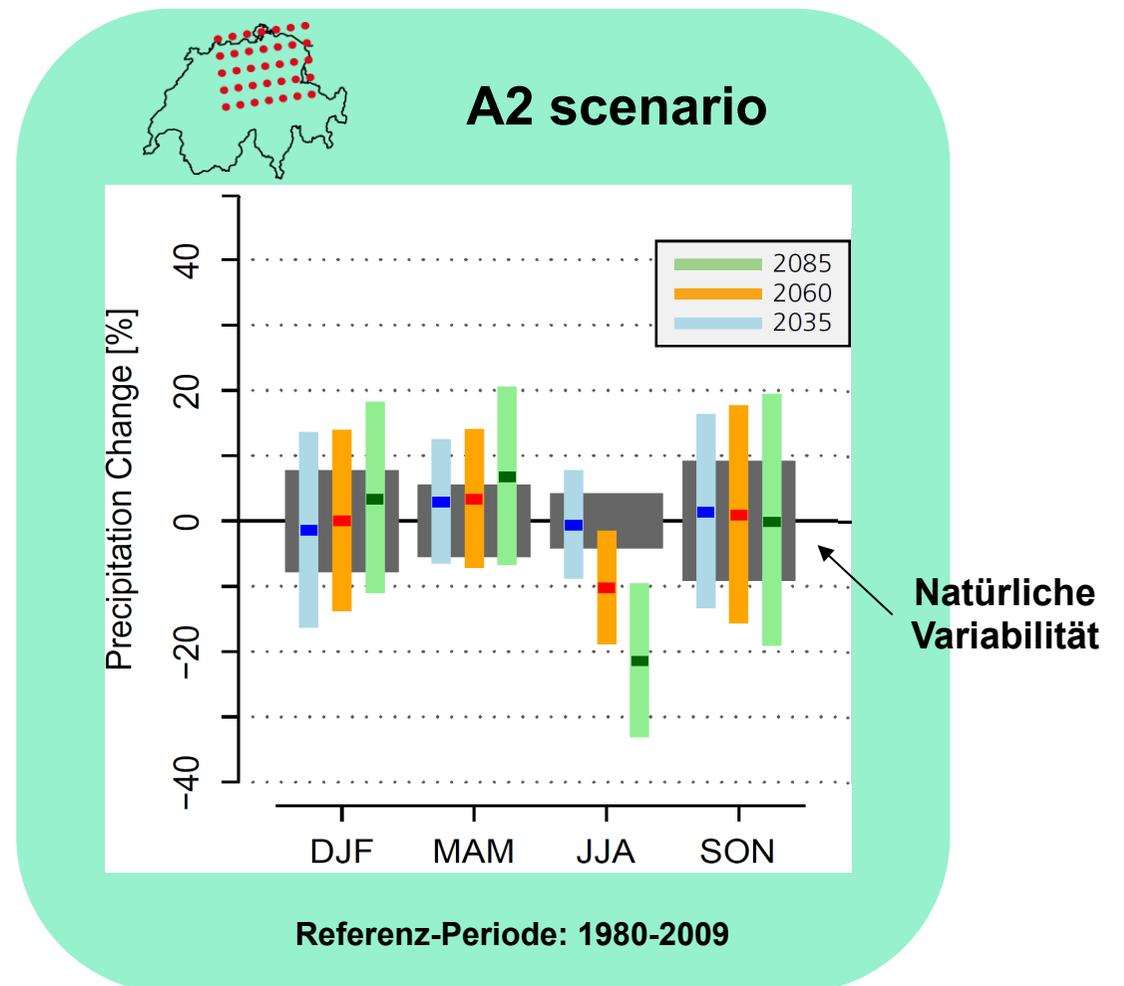
Niederschlag

Signifikante Reduktion des Sommer-Niederschlags in allen Regionen in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts.

In anderen Jahreszeiten kleines Signal.



Auf Alpensüdseite stärkere Reduktion des Sommer-Niederschlags und leichte Zunahme des Winter-Niederschlags



Extremereignisse⁴⁰

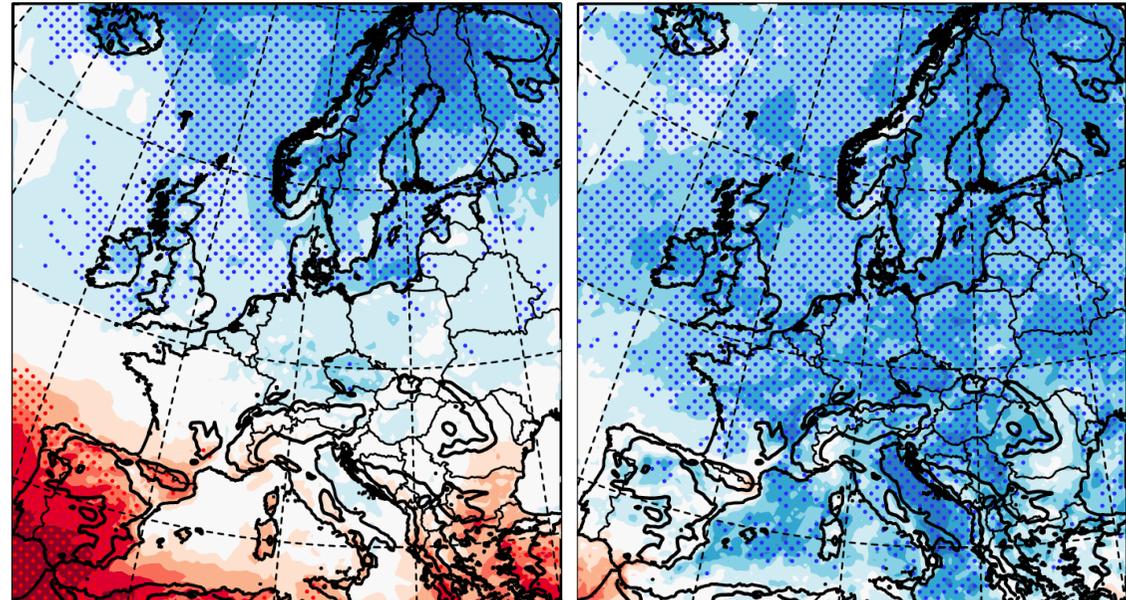


Hitzesommer 2003. Schäden Europa:
- landwirtschaftlicher Verlust: 12.3 Mia US\$
- vorzeitige Todesfälle: 35'000 Menschen

Überschwemmung 2005. Schäden CH, D, A:
- totaler Schaden: 3.3 Mia US\$
- Todesopfer: 49

Starkniederschläge (Herbst)

Niederschlagssumme Starkniederschlag (q90)



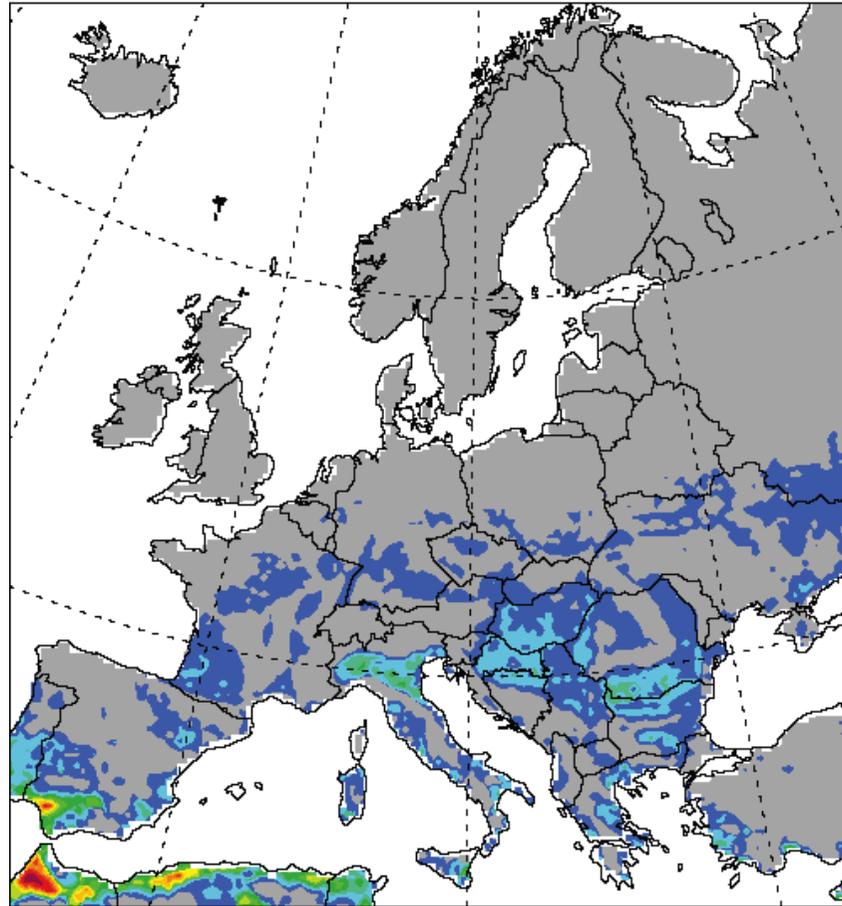
-30 -20 -15 -10 0 +5 +10 +15 +20 +30

Veränderung 2070-99 relativ zu 1970-99 [%]



Hitzewellen: betroffene Regionen

1961-1990



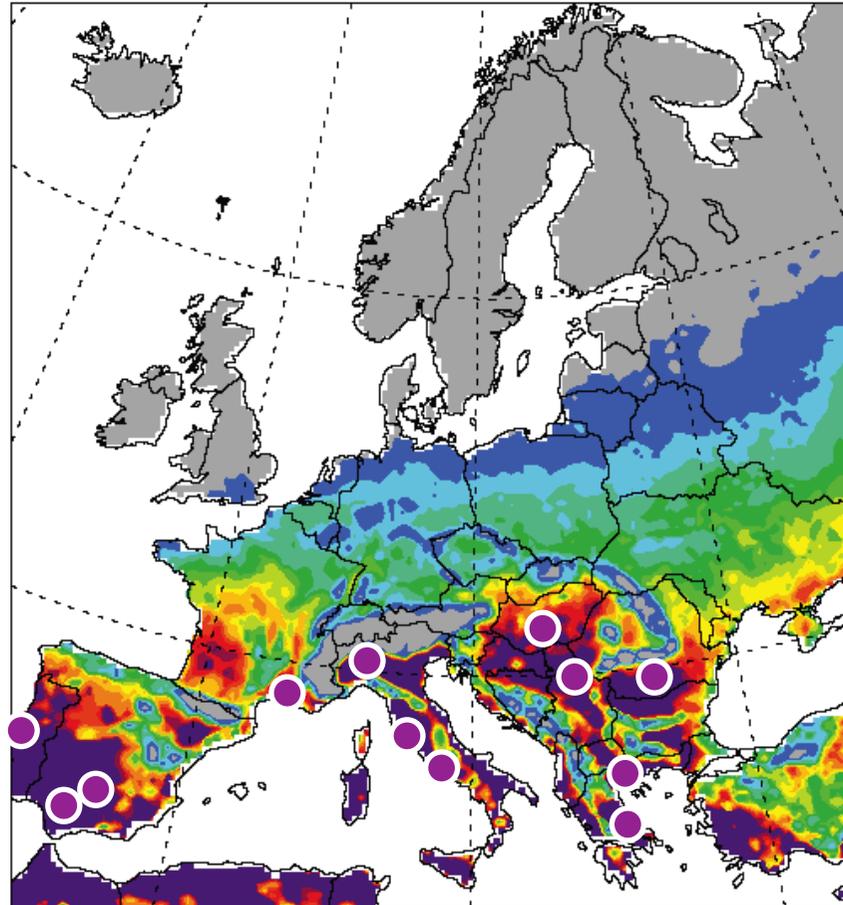
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25
Anzahl Sommertage mit *fühlbarer* Temperatur $\geq 42^{\circ}\text{C}$

Hitzewellen: betroffene Regionen

2071-2100

Dramatischer Anstieg gefährlicher Hitzewellen in niedrig-gelegenen mediterranen Flusstäler

Tagus
Ebro
Rhone
Po
Tiber
Donau
etc



Betroffene Städte

Lissabon
Sevilla
Cordoba
Marseille
Milano
Rom
Neapel
Budapest
Belgrad
Bukarest
Thessaloniki
Athen
etc



Vier Thesen

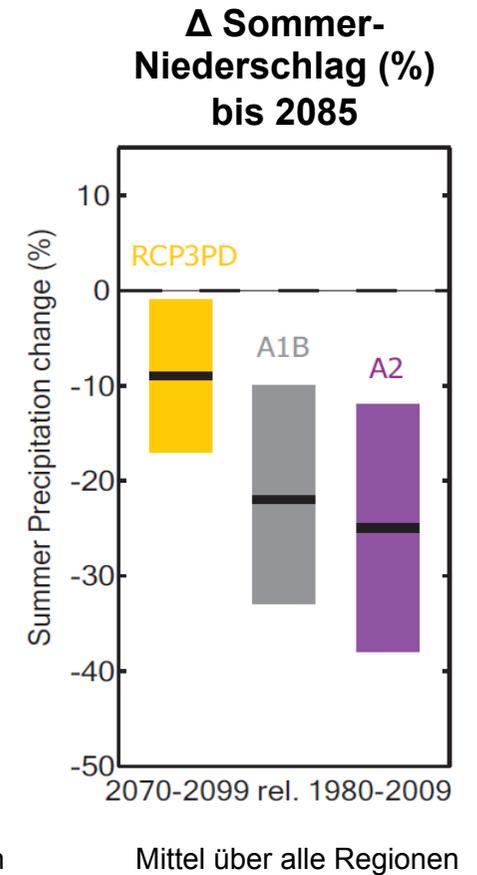
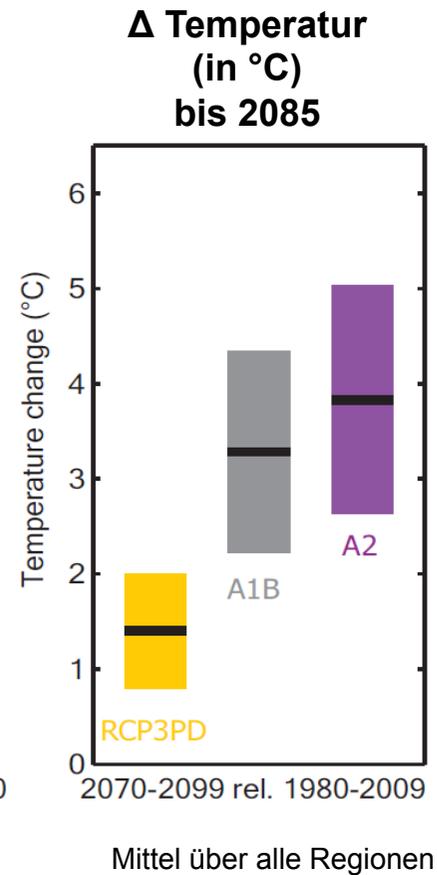
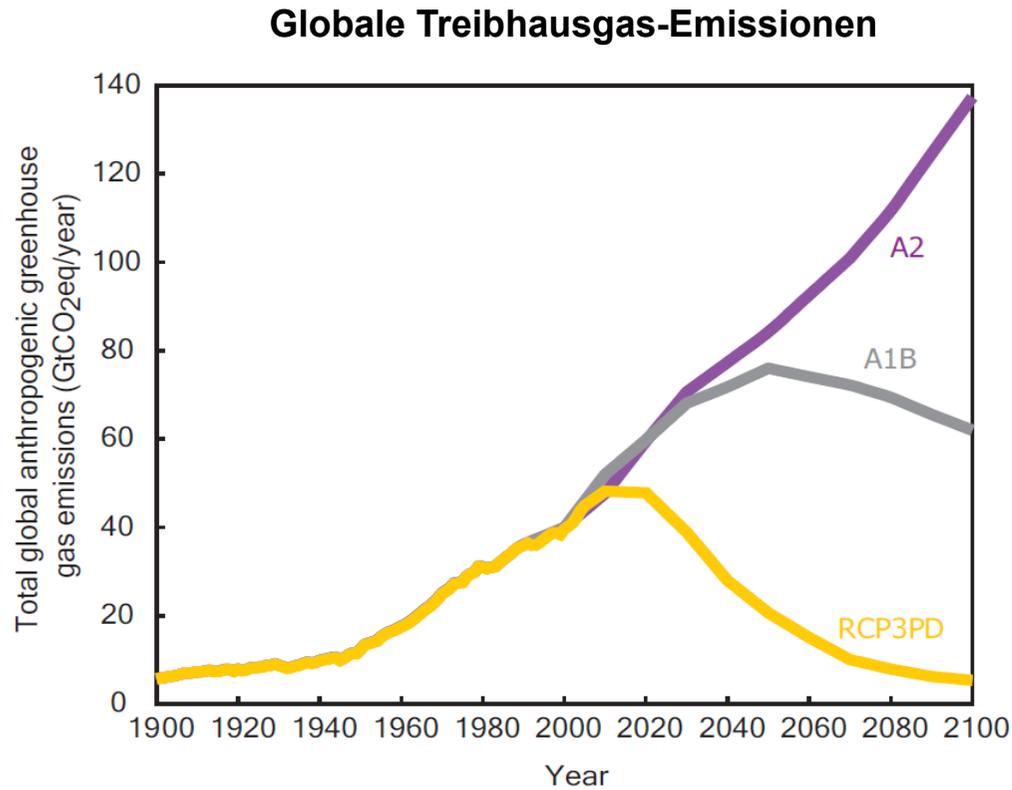
1) Des Klimawandel ist unübersehbar!

**2) Als einzige Erklärung bleibt der Treibhauseffekt,
verursacht durch die Nutzung der fossilen Energieträger**

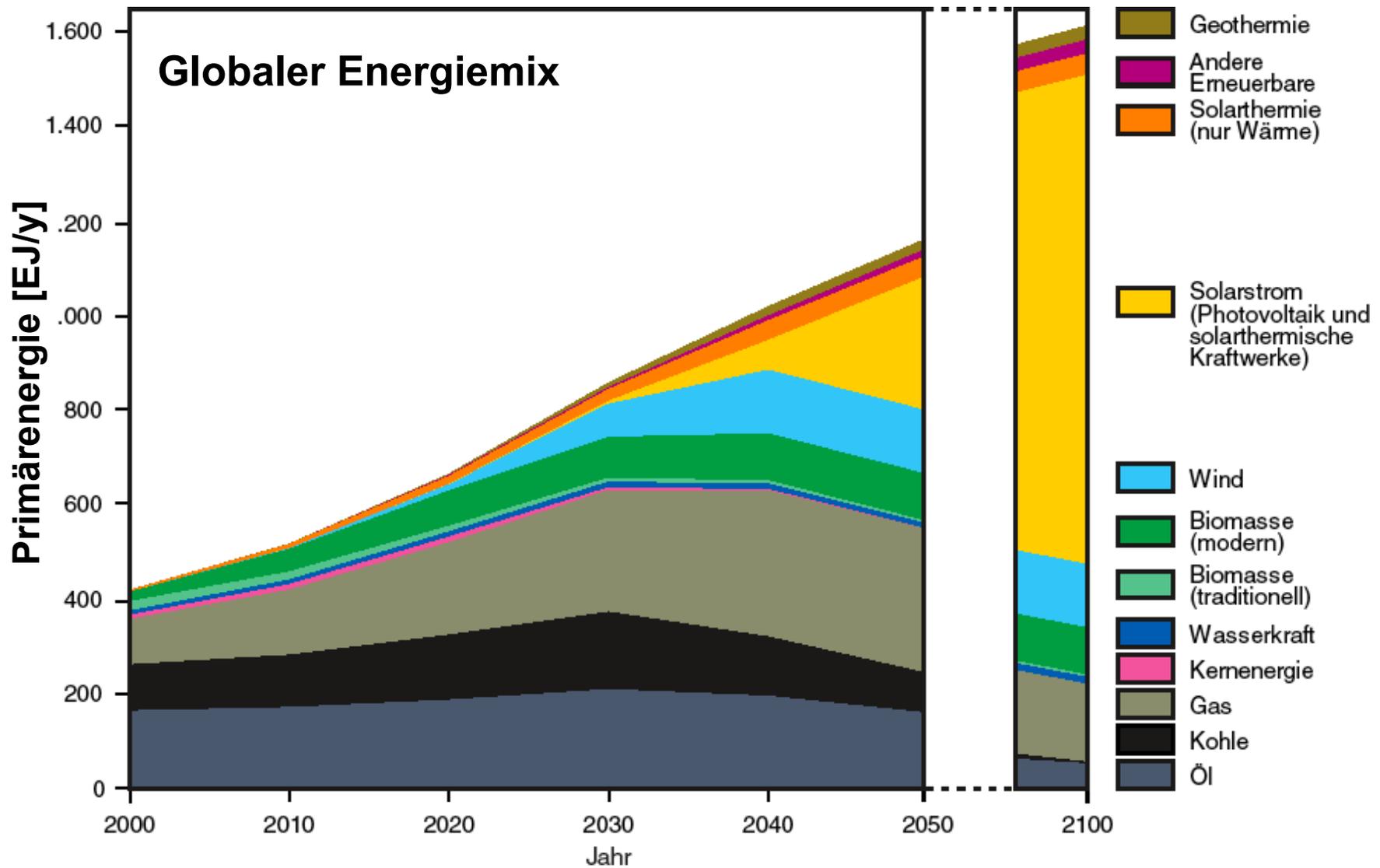
**3) Wir stehen am Anfang des Klimawandels!
Die Auswirkungen sind zum Teil sehr schwerwiegend!**

4) Das Klimaproblem ist (noch) lösbar!

Einfluss der Treibhausgas-Emissionen



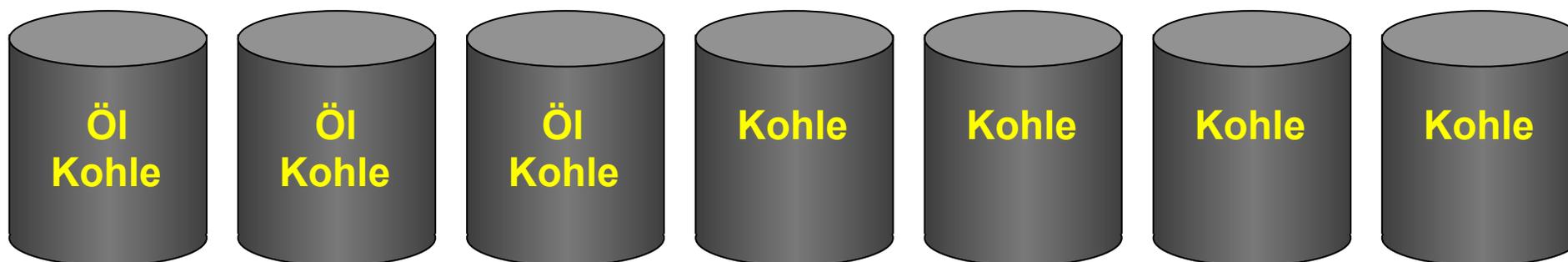
Alternativen zu fossilen Energieträgern



Globale Vorräte an fossilen Ressourcen ⁶²

Jedes Fass: 0.5 Billionen Tonnen Kohlenstoff.

Verbrauch erzeugt globale Erwärmung von cirka 1 Grad pro Fass!



In letzten
250 Jahren
verbraucht

In nächsten
30-50 Jahren
verbrauchen?

Im Prinzip
verantwortbar
(<2 Grad global)

**Klimaschutz verlangt Verzicht
auf Nutzung
(oder Abtrennung von CO₂ aus Abgasen)**

Vier Folgerungen

1) Des Klimawandel ist unübersehbar!

**2) Als einzige Erklärung bleibt der Treibhauseffekt,
verursacht durch die Nutzung der fossilen Energieträger**

**3) Wir stehen am Anfang des Klimawandels!
Die Auswirkungen sind zum Teil sehr schwerwiegend!**

4) Das Klimaproblem ist (noch) lösbar!