

u^b

**UNIVERSITÄT
BERN**



NCCR CLIMATE
Swiss Climate Research

***Naturwissenschaftliche
Grundlagen der Allgemeinen
Ökologie***

***Atmosphäre und Klima
1. Teil, 11. 11. 2005***

Dr. Jürg Luterbacher

Geografisches Institut und NCCR Climate,
Universität Bern, Email: juerg@giub.unibe.ch

Ziele der 2 Veranstaltungen

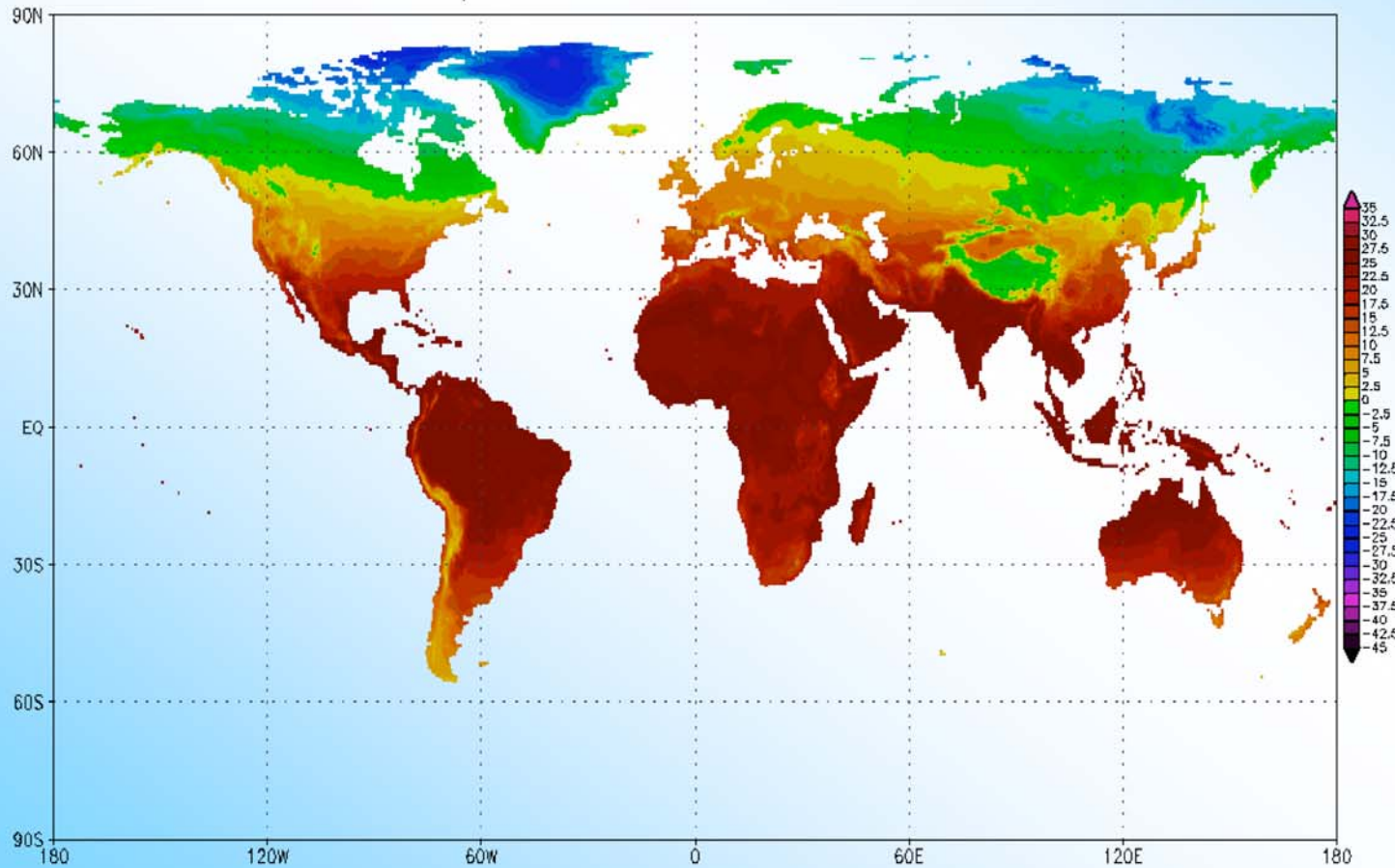
- Verständnis des Klimasystems und der klimaverändernden Faktoren auf verschiedenen Raum und Zeitskalen
- Kennenlernen des globalen und europäischen Klimasystems in der Vergangenheit, Gegenwart sowie in der Zukunft, Extreme
- Kennenlernen von Problemen im Zusammenhang mit dem Klimasystem, die in der Forschung bearbeitet werden oder noch bearbeitet werden sollten
- Kennenlernen von Unsicherheiten zukünftiger Klimaentwicklungen auf europäischer & globaler Skala

Inhalt 11. 11. 2005

- Wetter und Klima
- Einführung in das Klimasystem
- Die globale und europäische Klimaentwicklung während der instrumentellen Periode
- Klimaverändernde Faktoren (Sonne, Vulkane, natürlicher und menschengemachter Treibhauseffekt)
- Regionalklimatologie, Beispiel Hitzesommer 2003 in Europa
- Extreme
- Zusammenfassung
- Ausblick

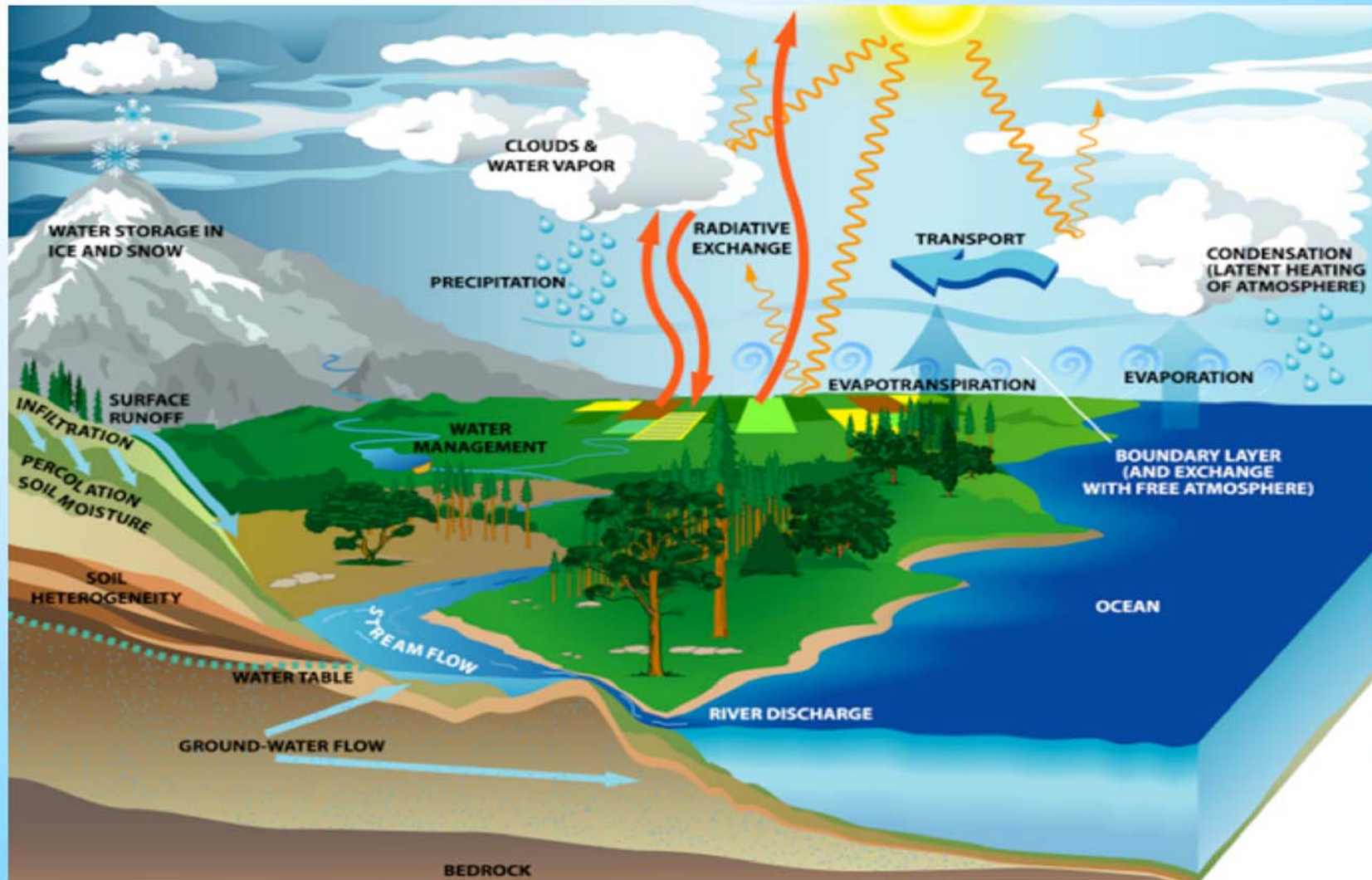
Klima; Κλίμα (gr.)

Mittlere Temperatur 1961–90 in Grad C : Jahr

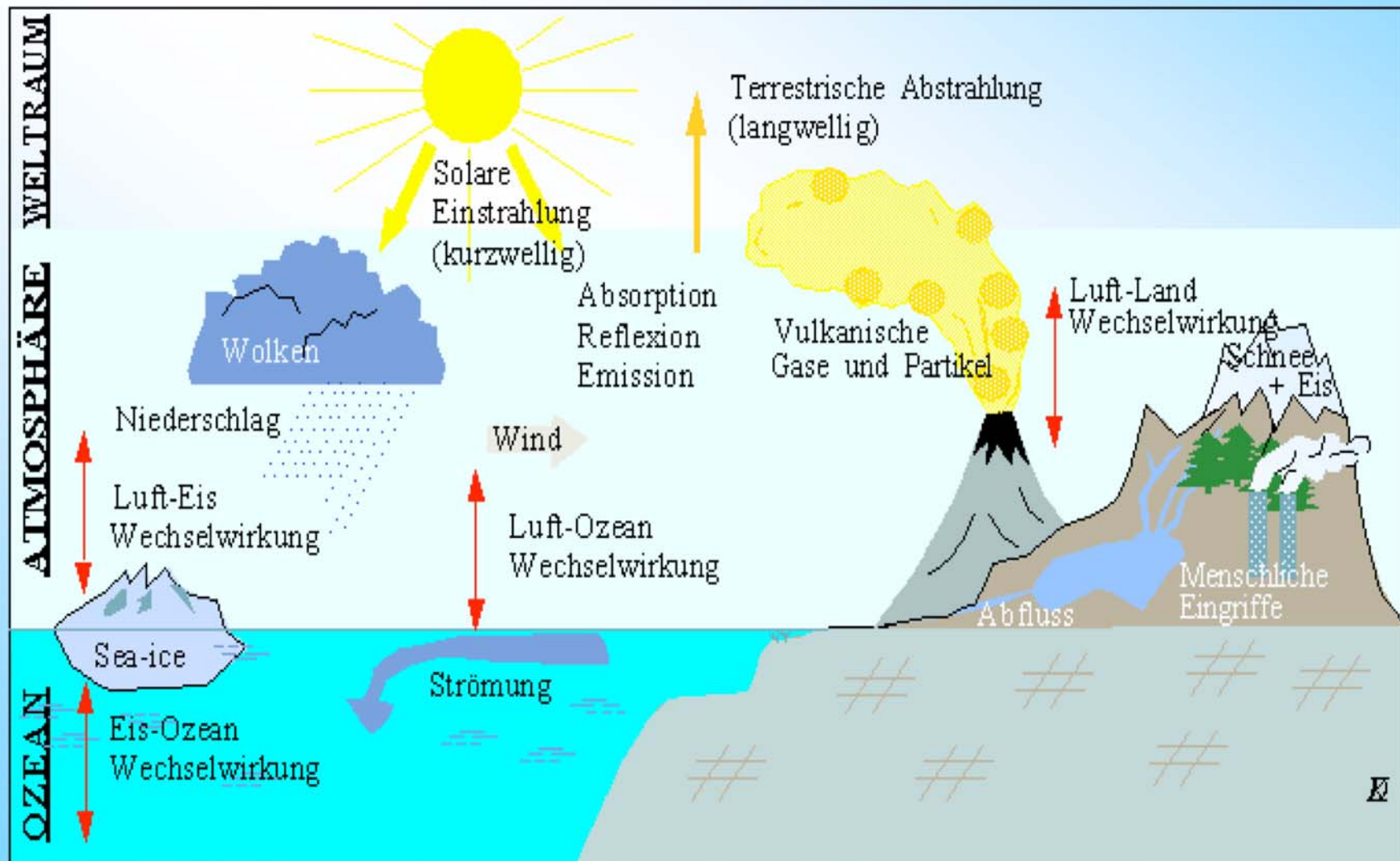


*Mittel und
Veränderungen
der meteorol.
Variablen über
die Zeit eines
bestimmten
Ortes (Statistik
des Wetter)*

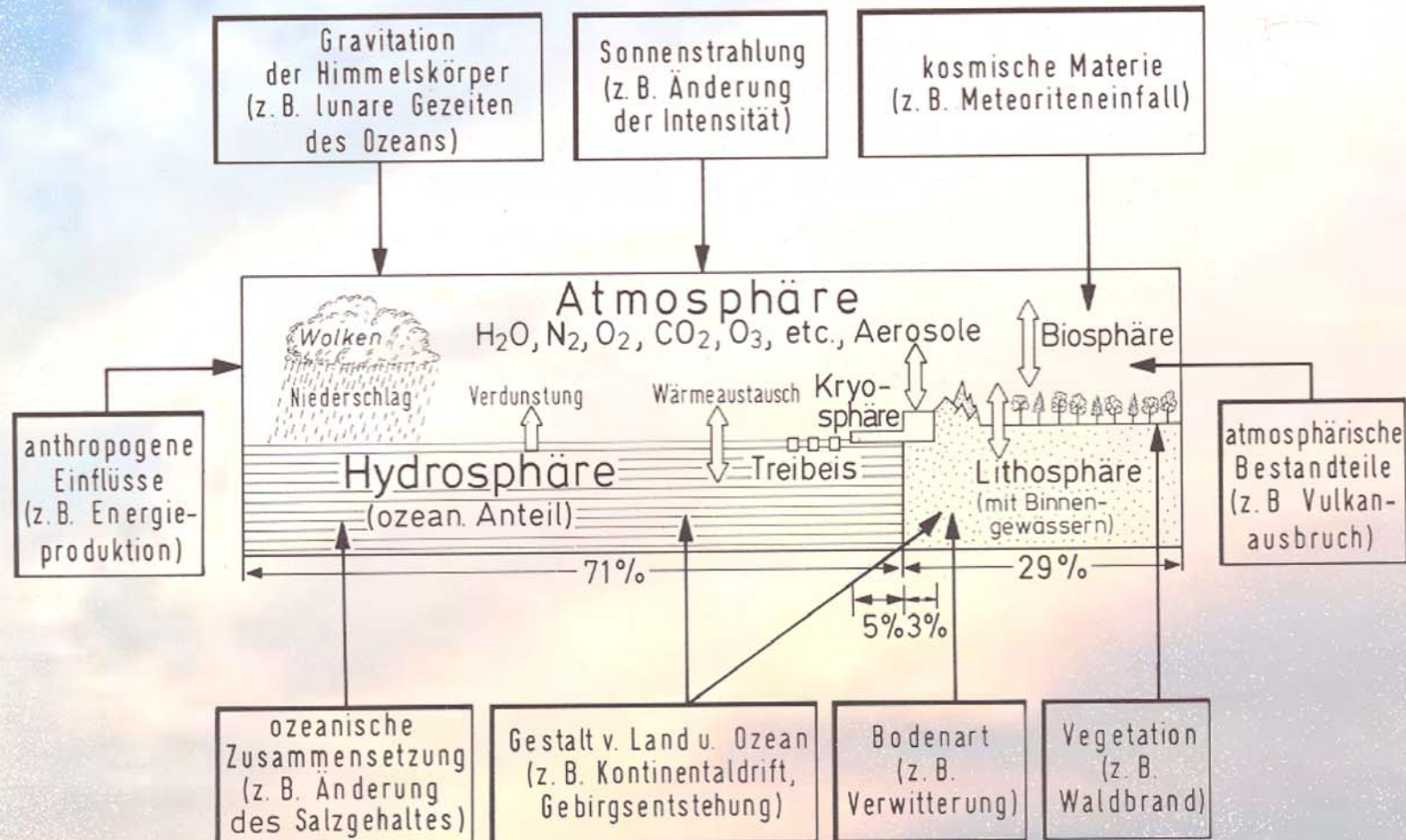
Klimasystem der Erde: ein komplexes System



Subsysteme des Klimas: Einflussfaktoren



Subsysteme des Klimas: externe Einflussfaktoren

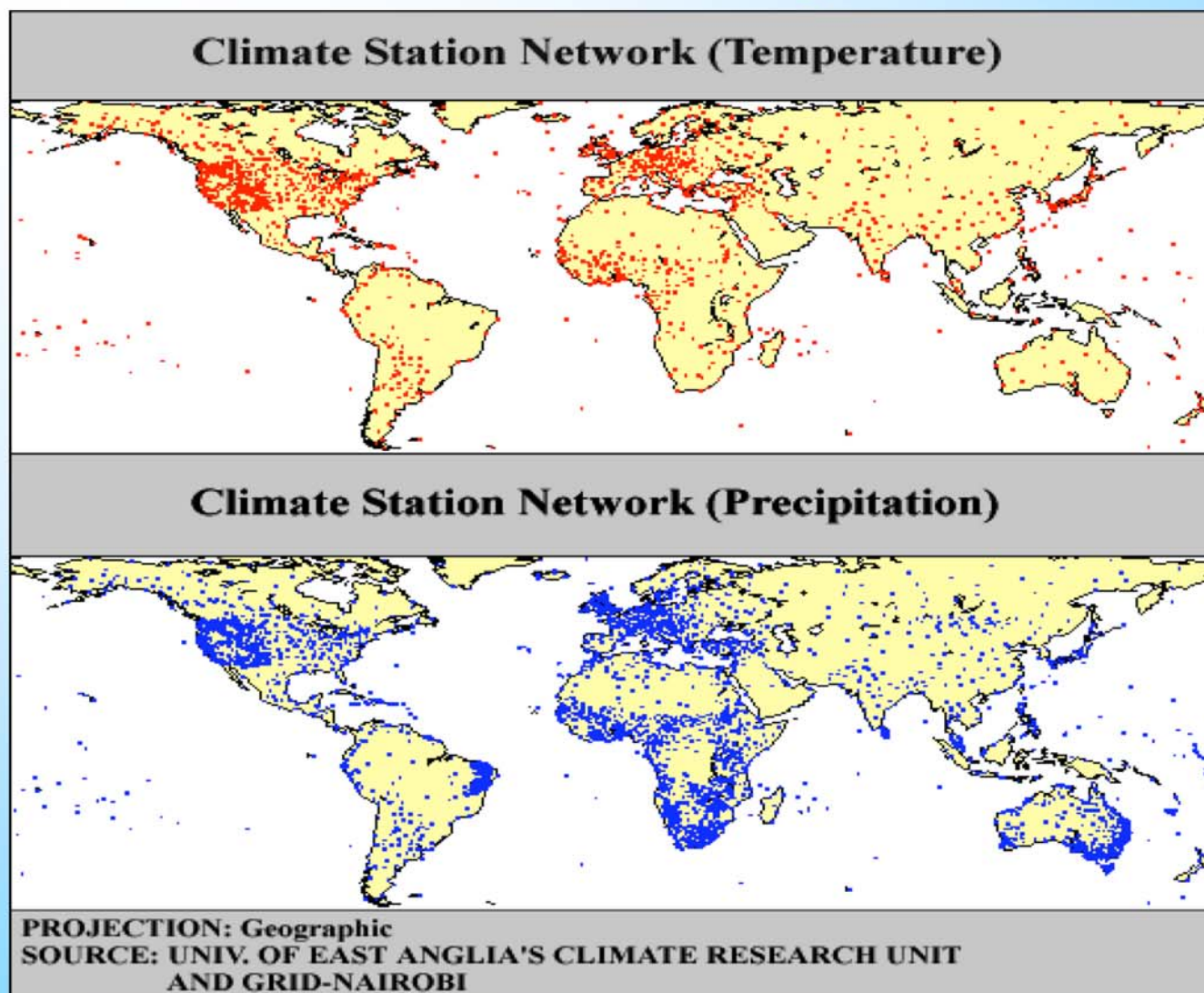


***Wie hat sich das Klima regional,
kontinental und global über die
instrumentelle Periode (ab ~1880)
gewandelt?***

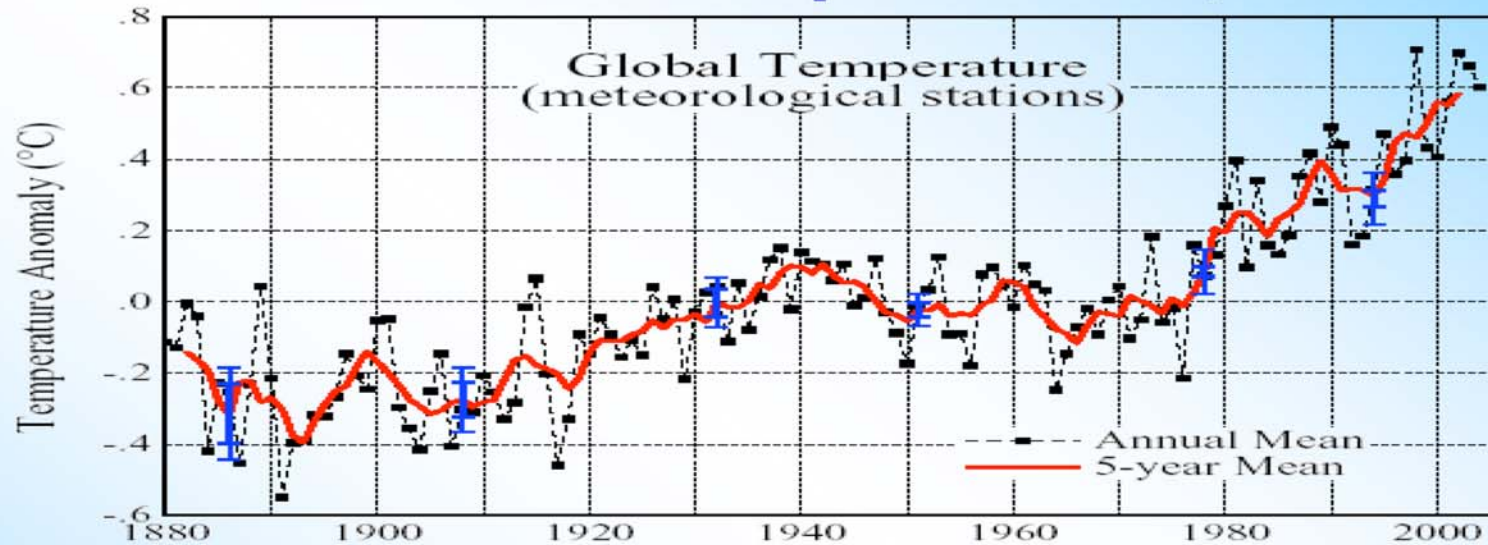
Moderne Wetterstation, Bern-Liebefeld



Stationsnetzwerk von Temperatur und Niederschlag

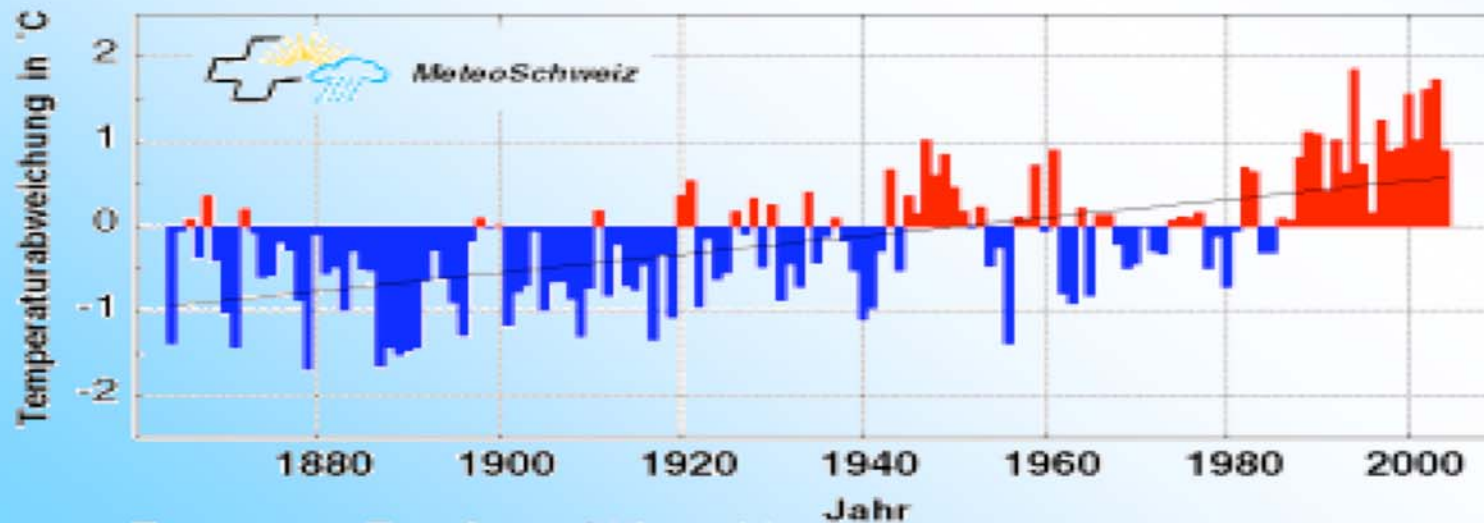


Globale / CH Temperaturen, 1880-2004



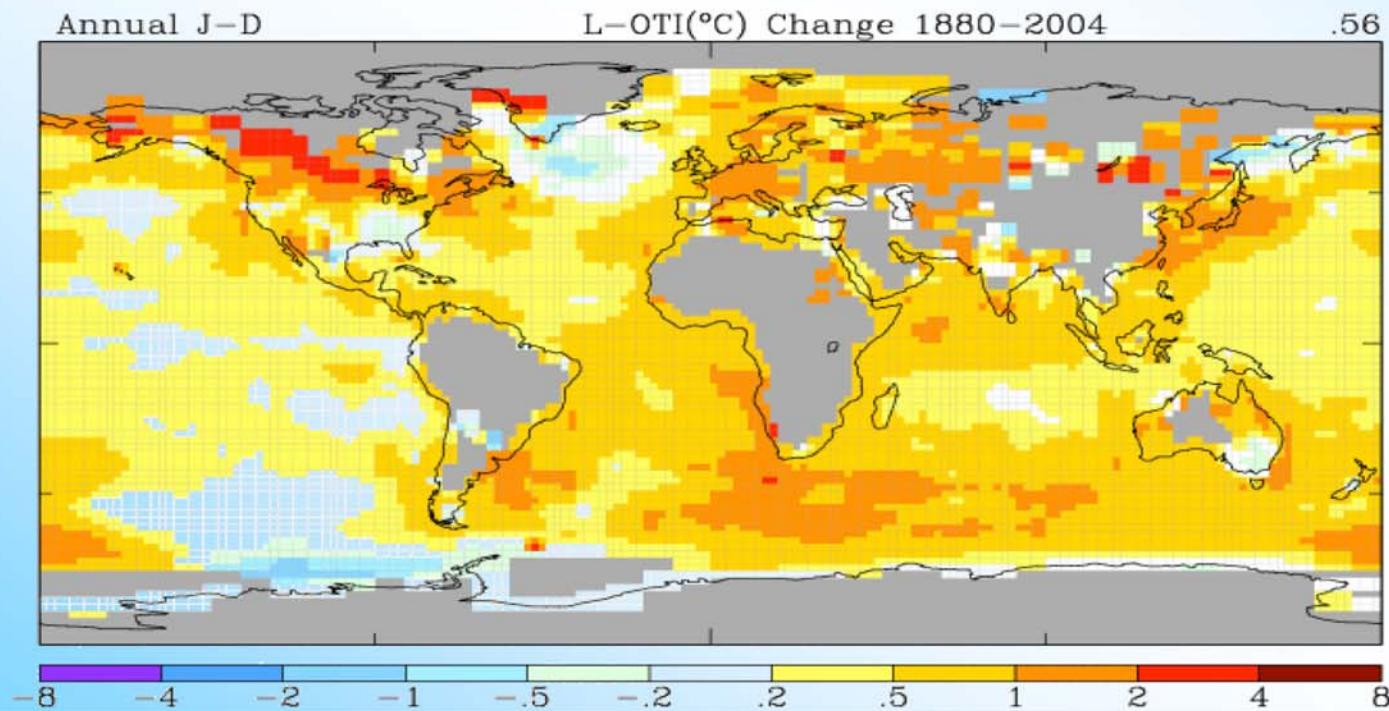
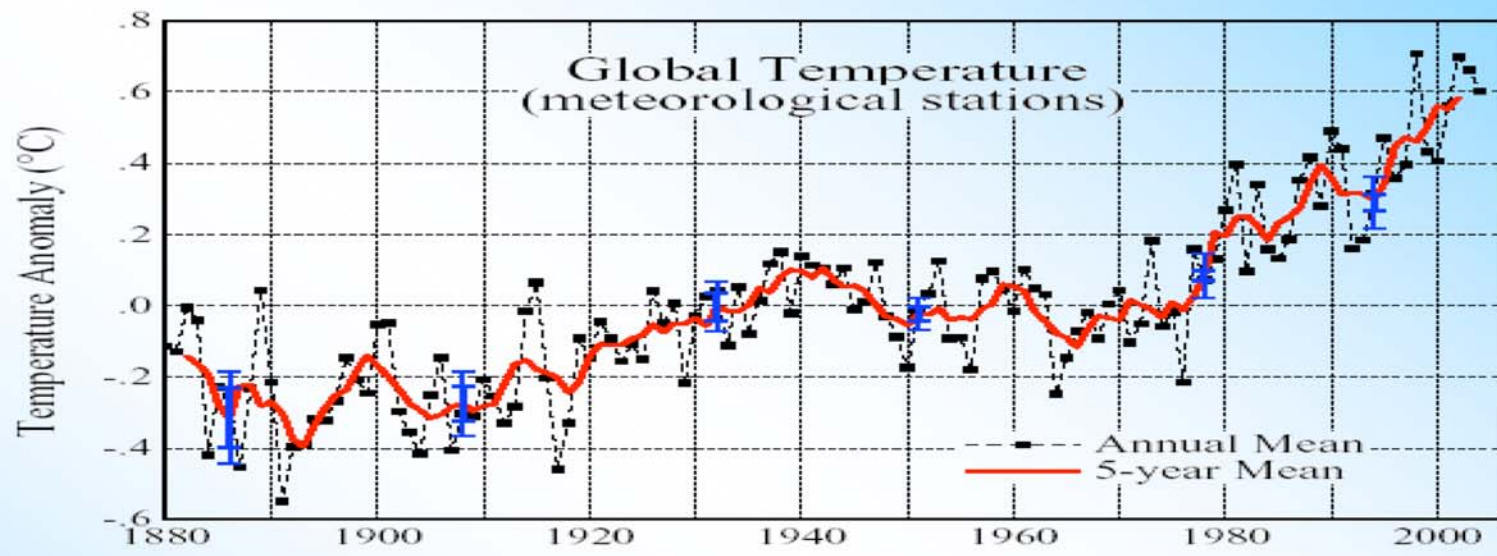
NASA

Mittlere jährliche Abweichung der Temperatur in der Schweiz 1864-2004 von der Jahresnorm (1961-1990)



MeteoSchweiz

Globale Temperaturen, 1880-2004

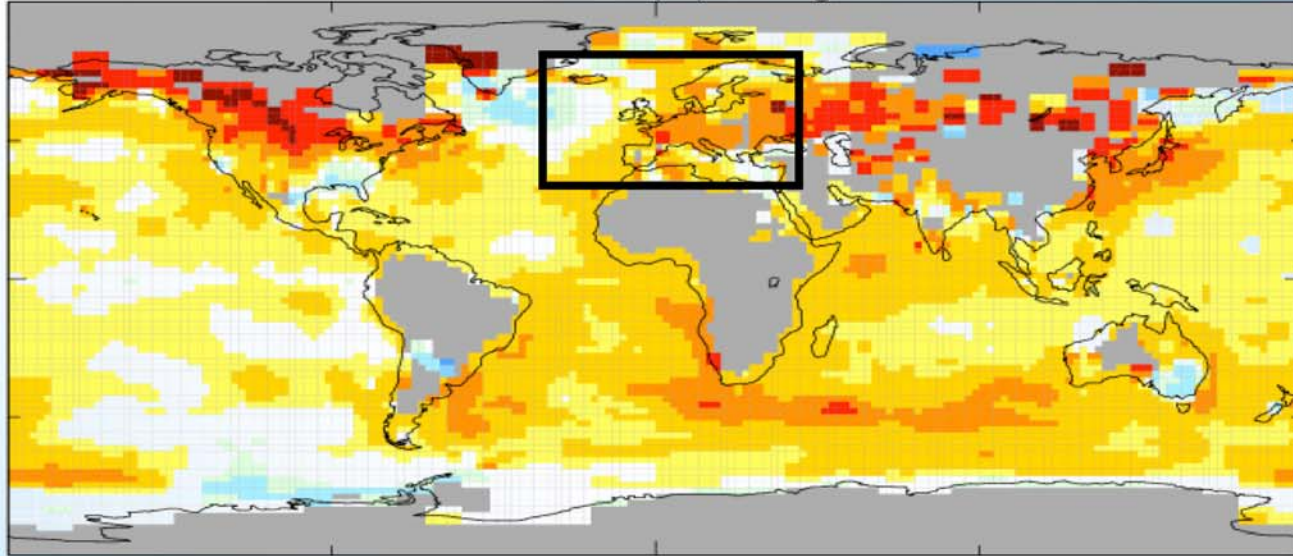


Globale Winter Temperatur Trends 1881-2004

Dec-Jan-Feb

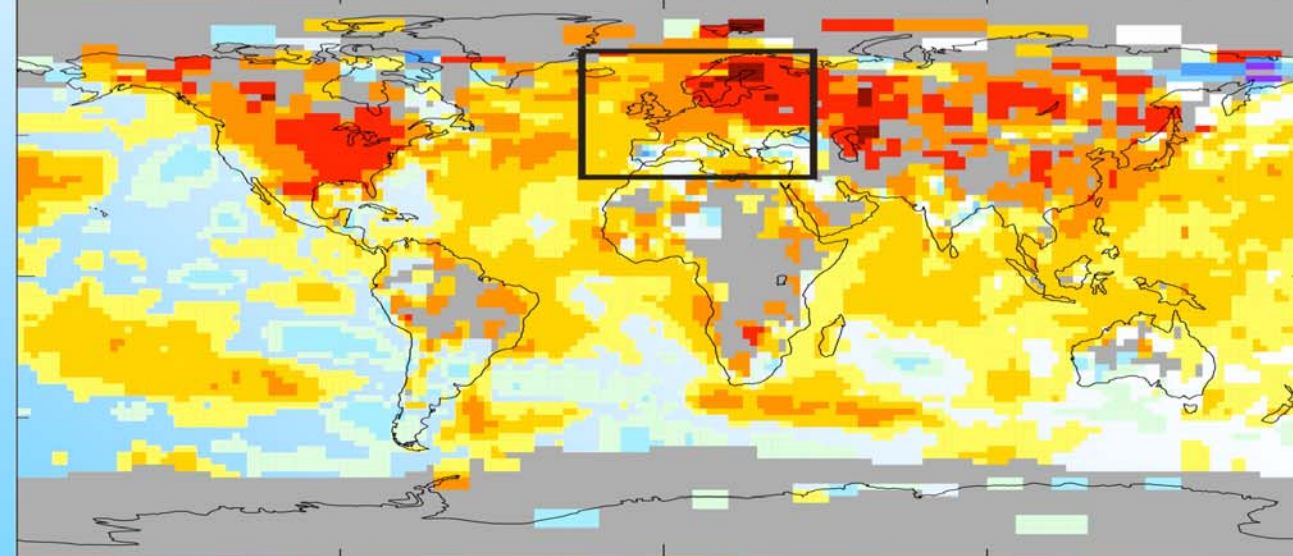
L-OTI(°C) Change 1881-2004

.60



1881-2004

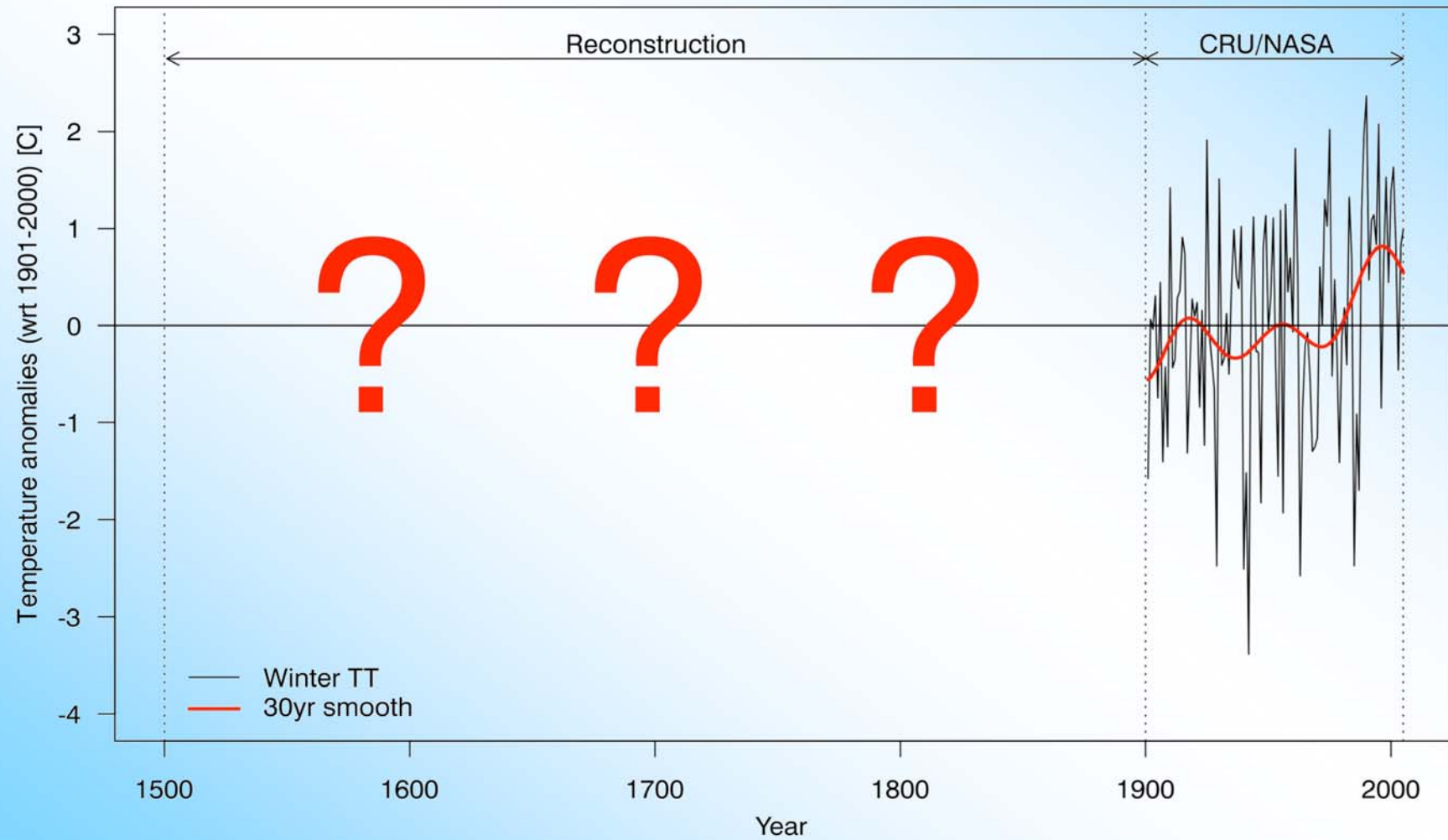
-8 -4 -2 -1 -0.5 -0.2 .2 .5 1 2 4 8.4



1975-2004

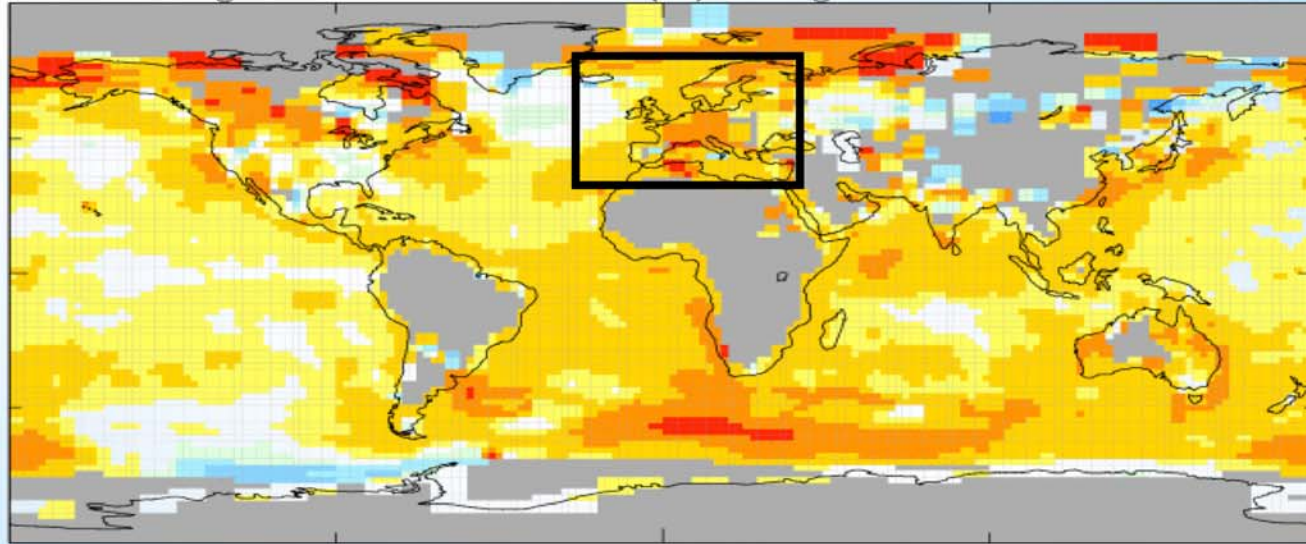
-8 -4 -2 -1 -0.5 -0.2 .2 .5 1 2 4 8

Wintertemperaturen Europas 1901-2004



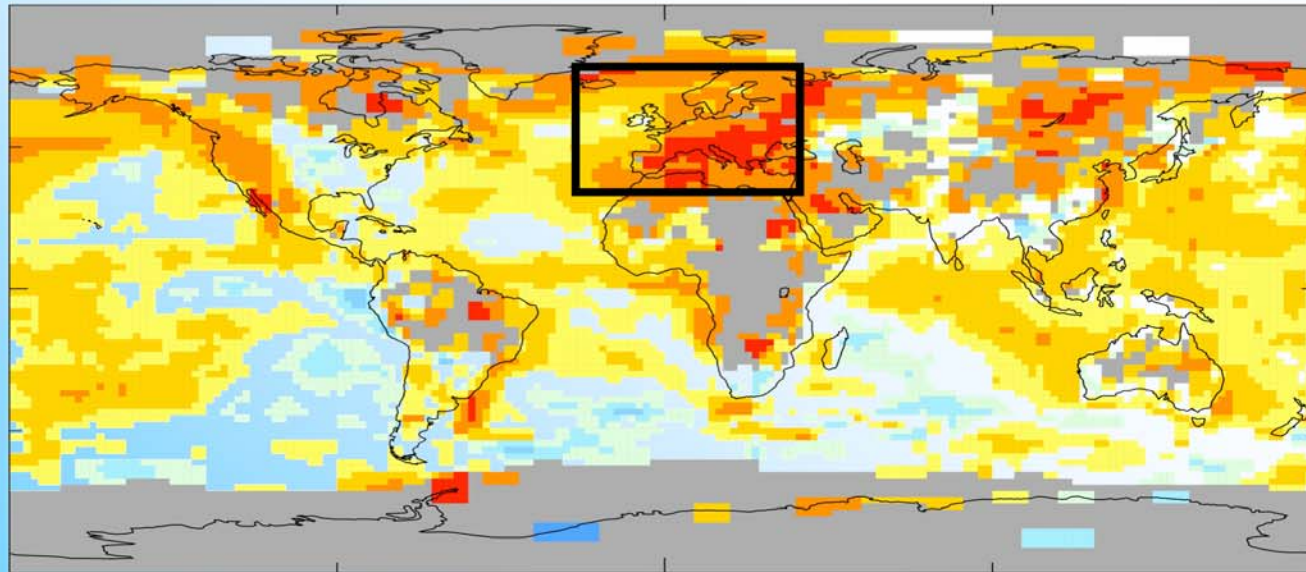
Globale Sommer Temperatur Trends 1881-2004

Jun-Jul-Aug L-OTI(°C) Change 1881-2004 .54



1881-2004

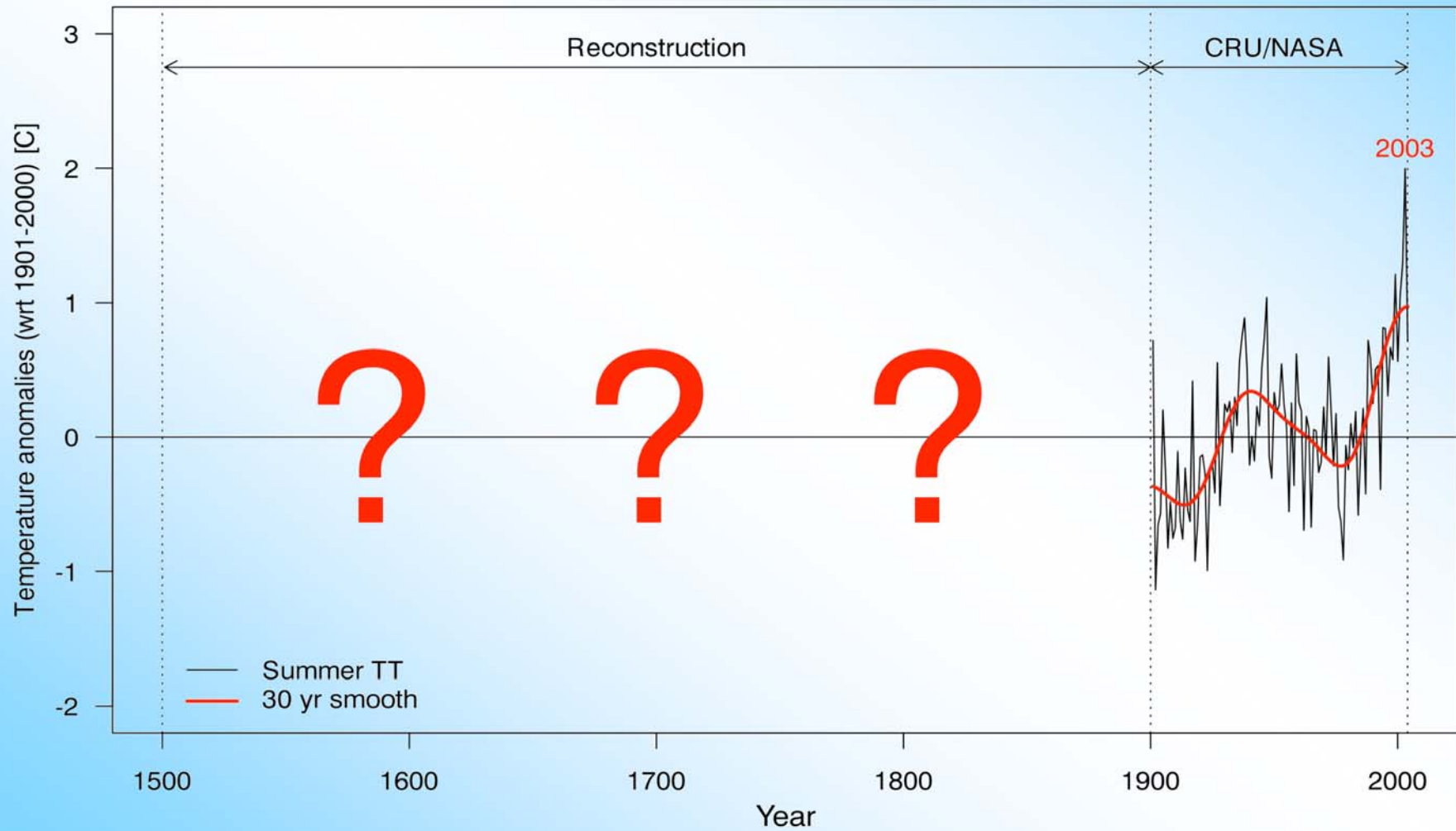
-8 -4 -2 -1 -.5 -.2 .2 .5 1 2 4 8



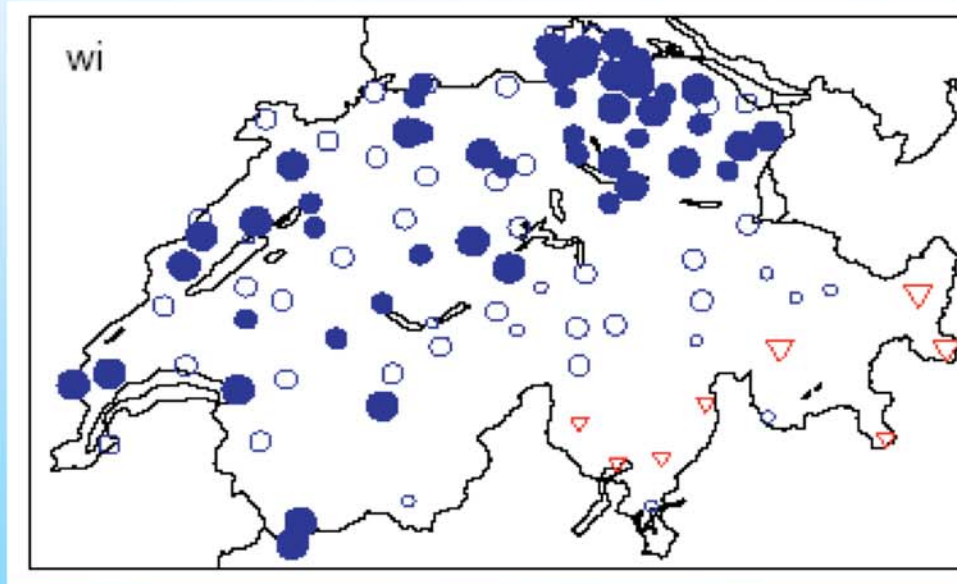
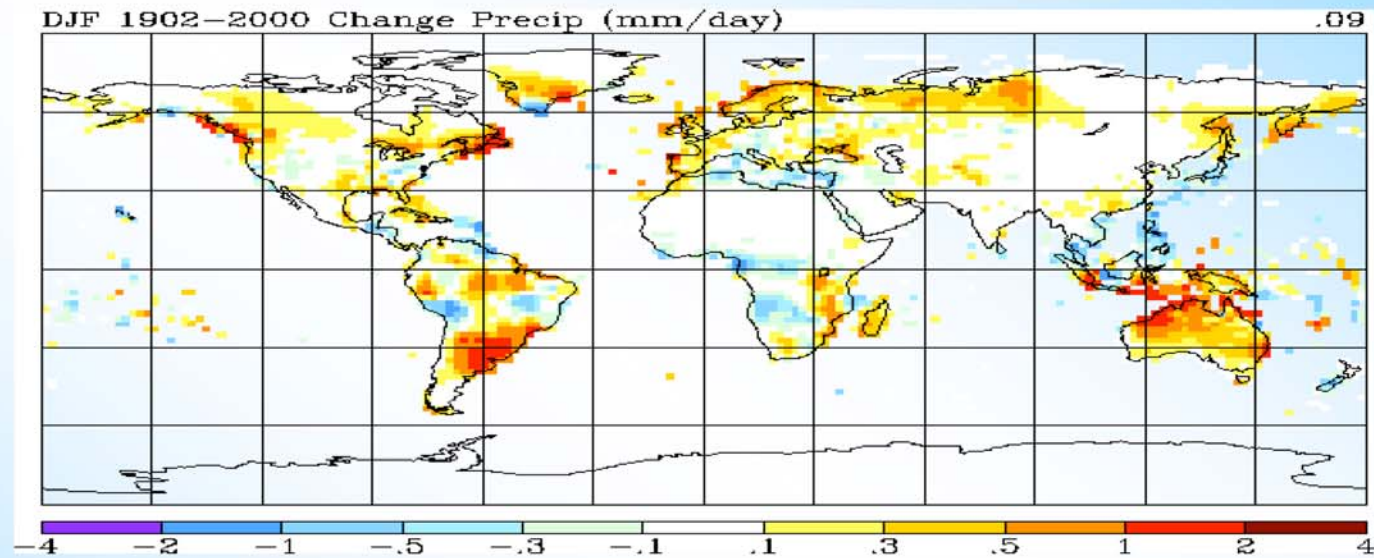
1975-2004

-8 -4 -2 -1 -.5 -.2 .2 .5 1 2 4 8

Sommertemperaturen Europas 1901-2004



Globale und CH Winter Niederschlagstrends 20. Jahrhundert



• Zunahme

▽ Abnahme

Schmidli und Frei, 2005

Was verändert das Klima der Erde?

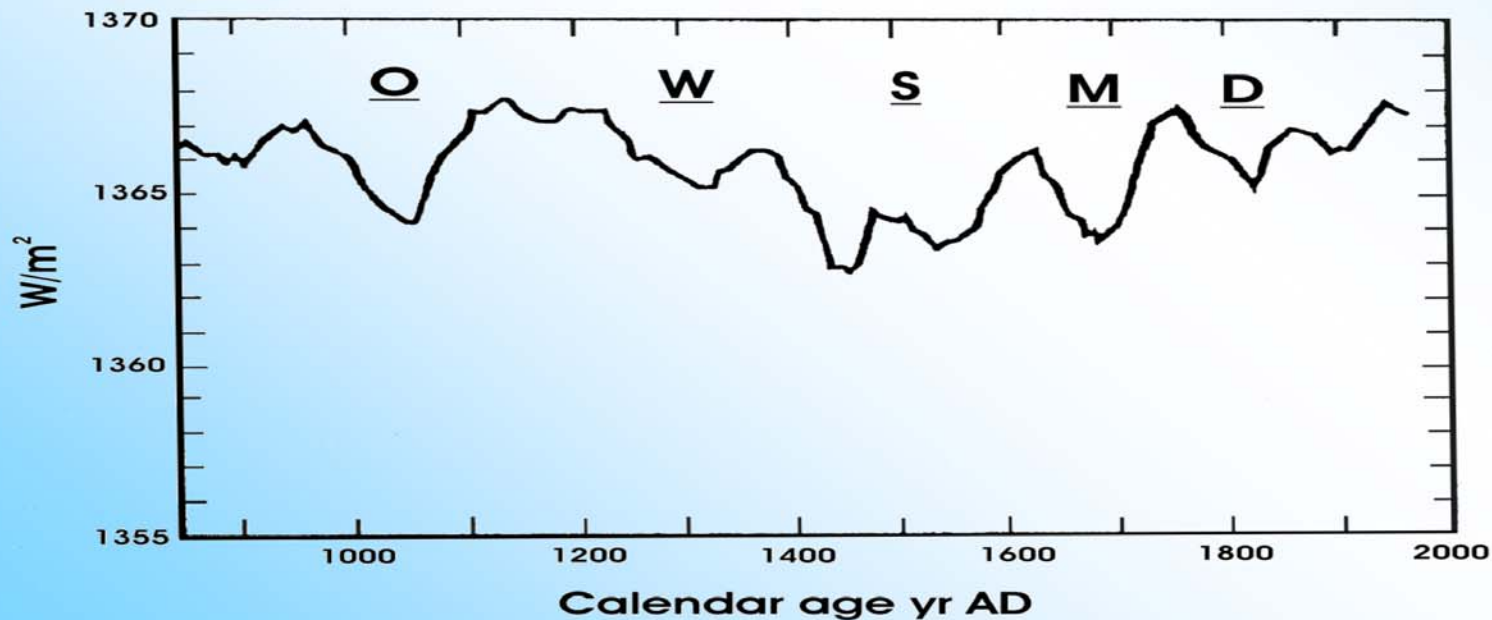
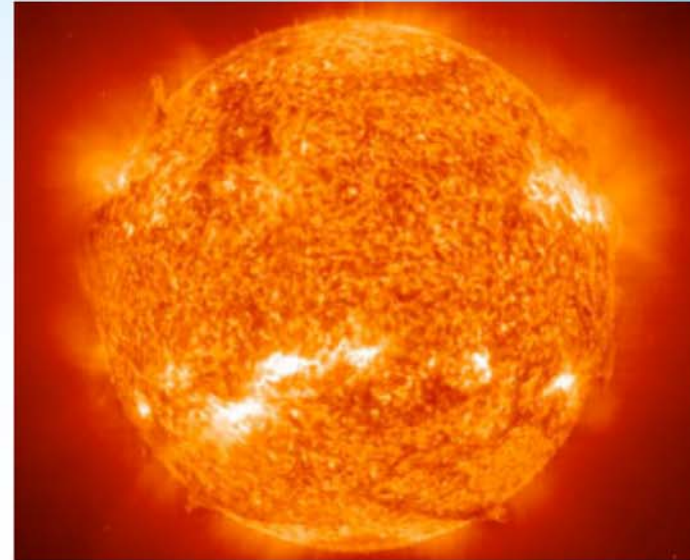


Veränderungen des Klimasystems

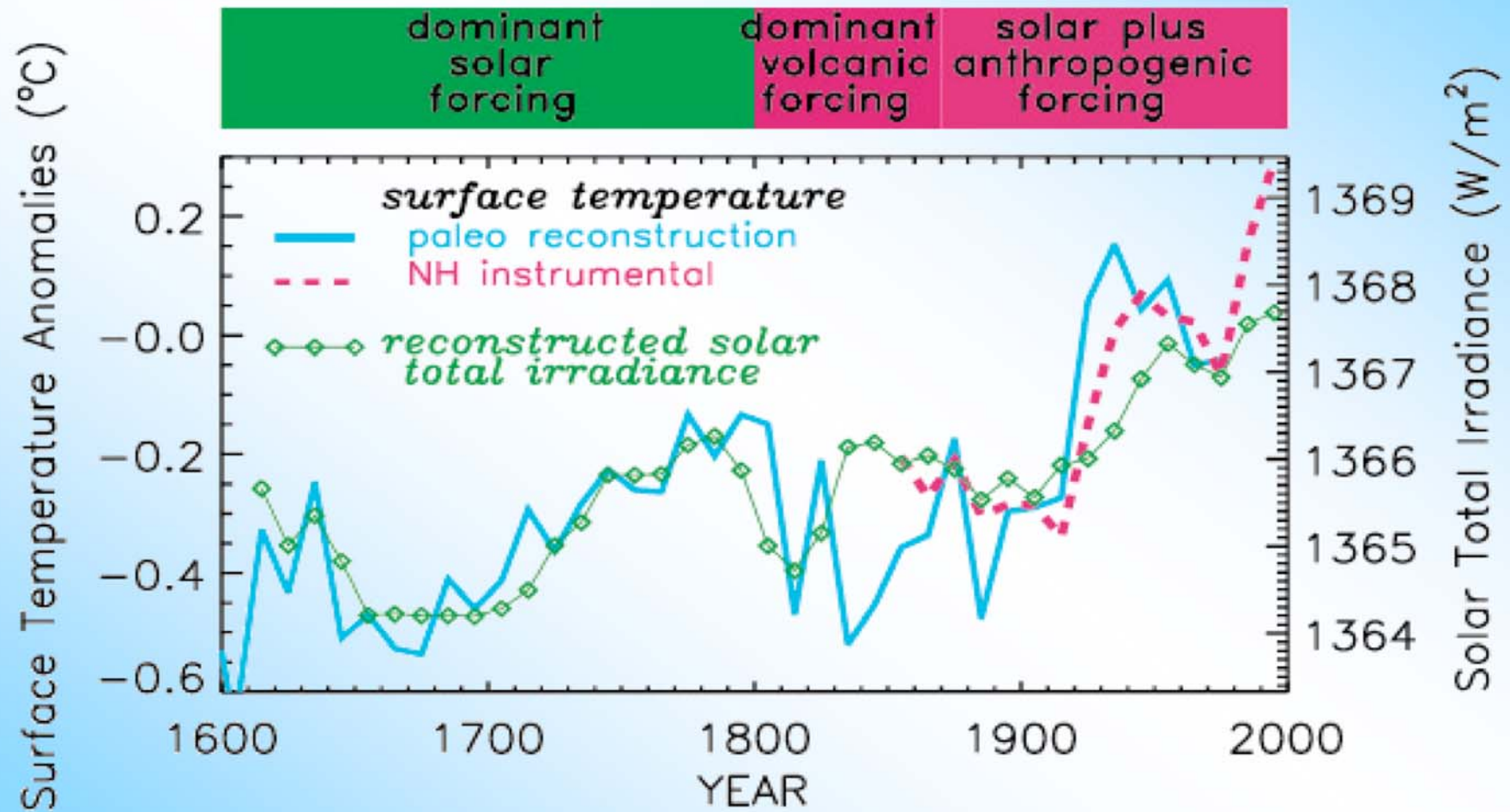


'Solarkonstante'

bezeichnet die Energiemenge, welche die elektromagnetische Solarstrahlung auf einen "extraterrestrischen Quadratmeter Erde" überträgt. Die Energie schwankt in Abhängigkeit von der Sonne-Erde Entfernung (elliptischen Umlaufbahn, etc.), Sonnenflecken (Sonnenwind, etc.), und beträgt im Mittel $\sim 1367 \text{ W/m}^2$



„Solarkonstante“-NH Temperatur





Santorini, 1628 BC



Etna, 44 BC



Laki, 1783



Tambora, 1815



Toba, 71,000 BP

**Tropische explosive Vulkane
führen global zu einer
Abkühlung, in Europa zu
Winter warming & Summer
cooling (1-3yr)**



Krakatau, 1883



Pinatubo, 1991



El Chichón, 1982



St. Helens, 1980



Agung, 1963

Grösster Vulkan aller Zeiten Toba, 71000 BP



Krakatau, 1883, die 'lauteste' Explosion...



Santorini, 1628 BC

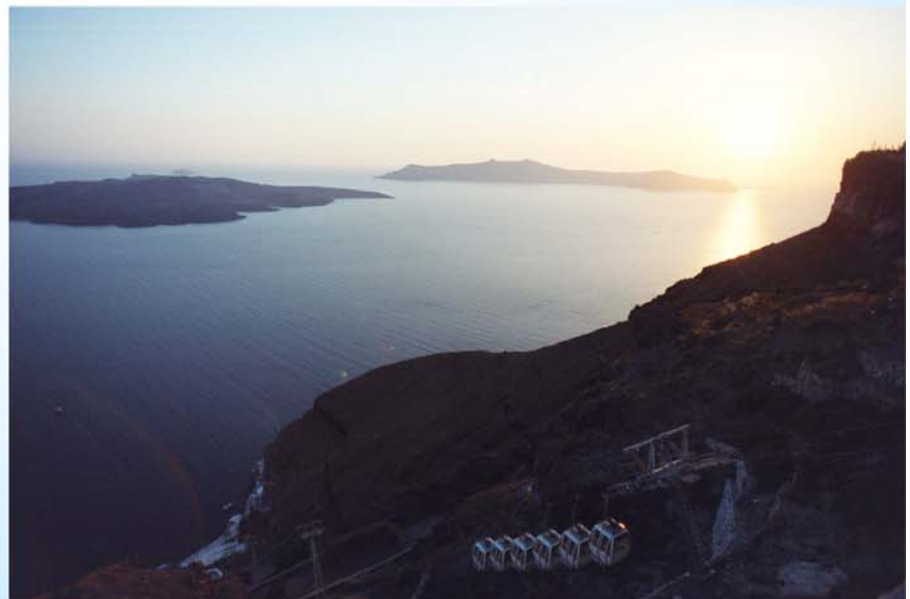


Verantwortlich für folgende Legenden:

Atlantis (Minoans auf Kreta)

Biblische Hungersnöte

Teilung des Roten Meeres



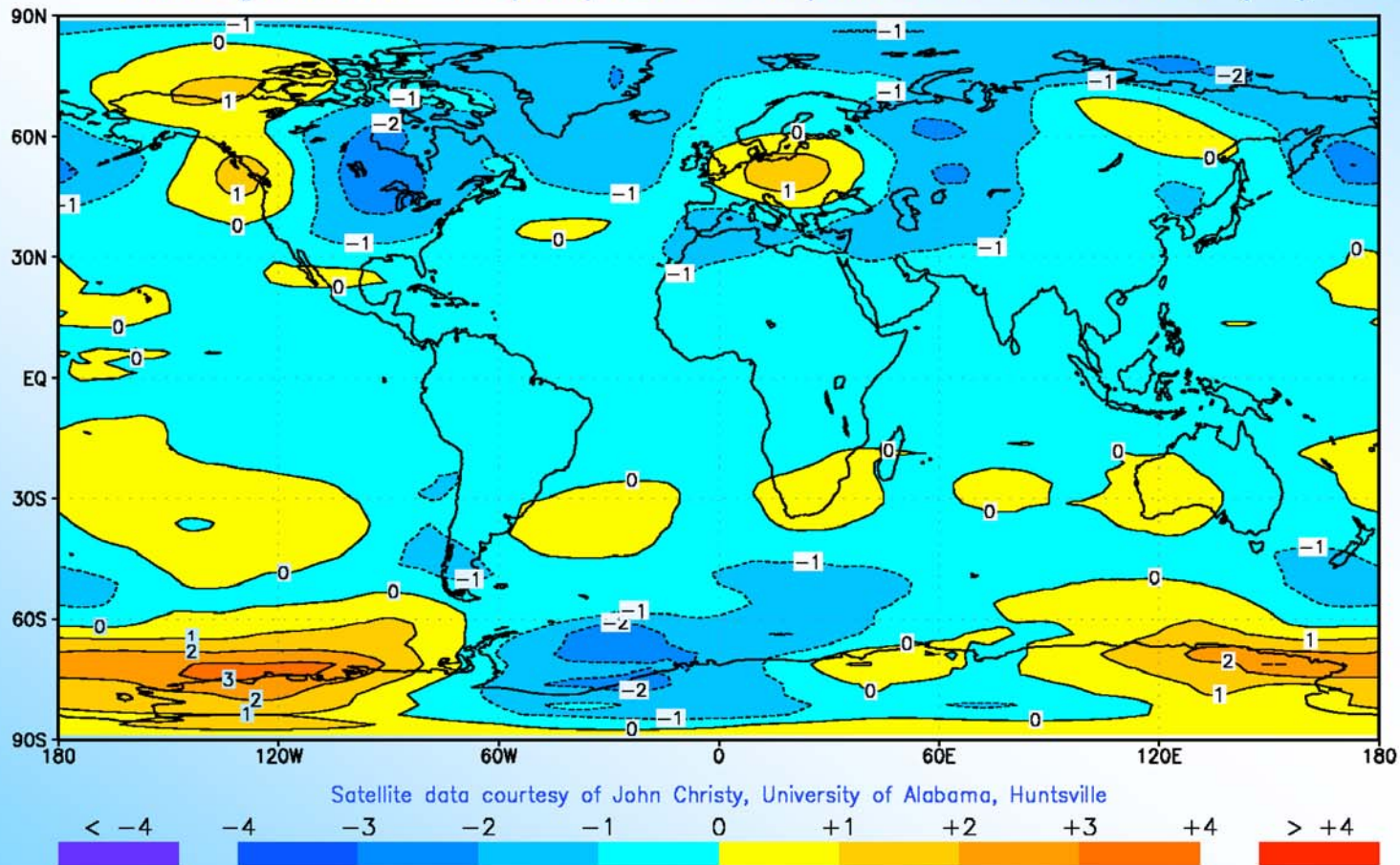
**Pinatubo (Philippinen)
12. Juni 1991**

**3 Tage vor dem
grossen Ausbruch...**



Temperaturabweichungen des Sommers 1992, nach Pinatubo

Summer (JJA) 1992
Average Lower Troposphere Temperature Anomalies (°C)



Die Pinatubo Bären...

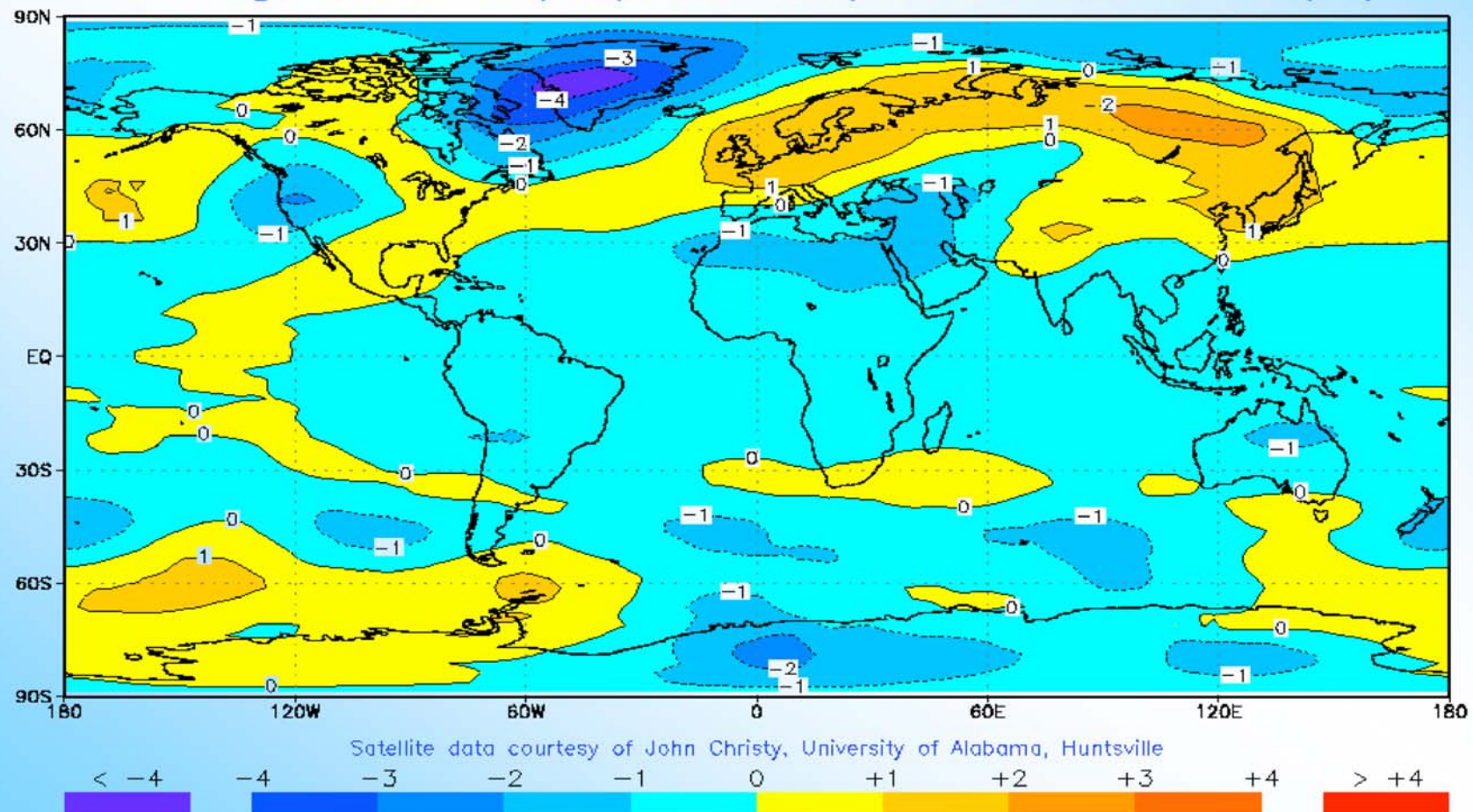


Im Sommer 1992 schmelzte das Eis in der Hudson Bay rund einen Monat später als sonst...

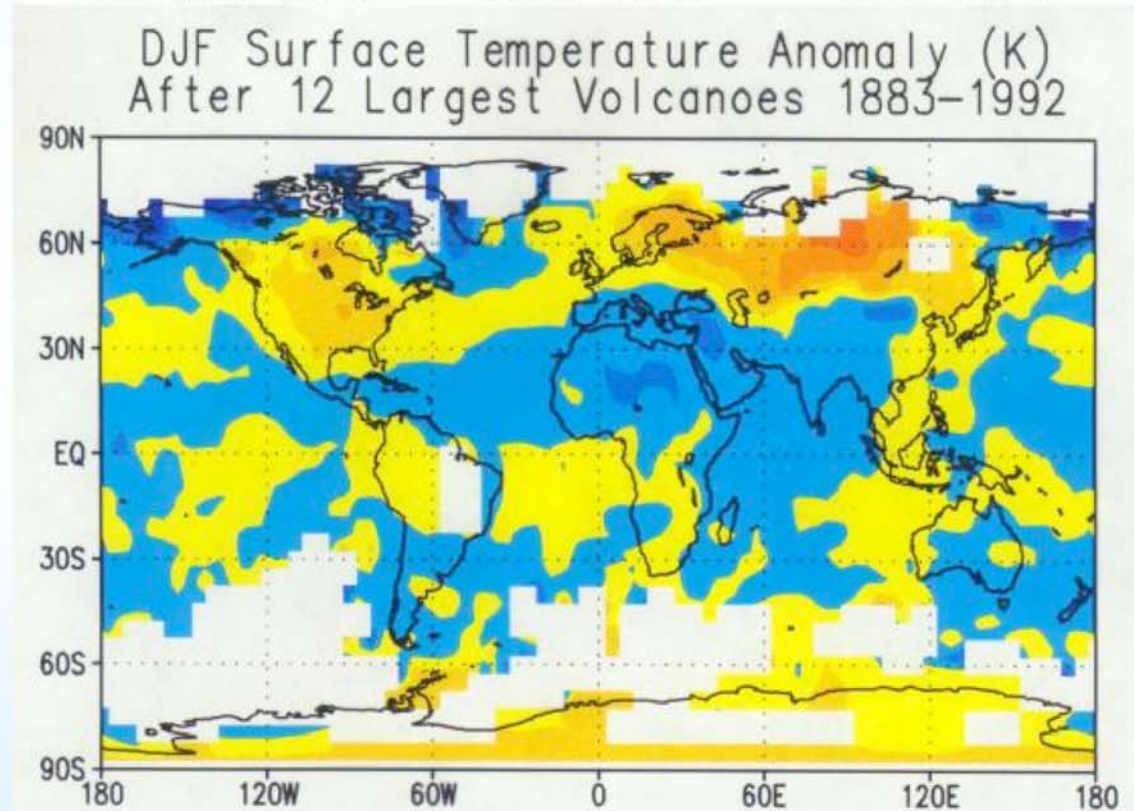
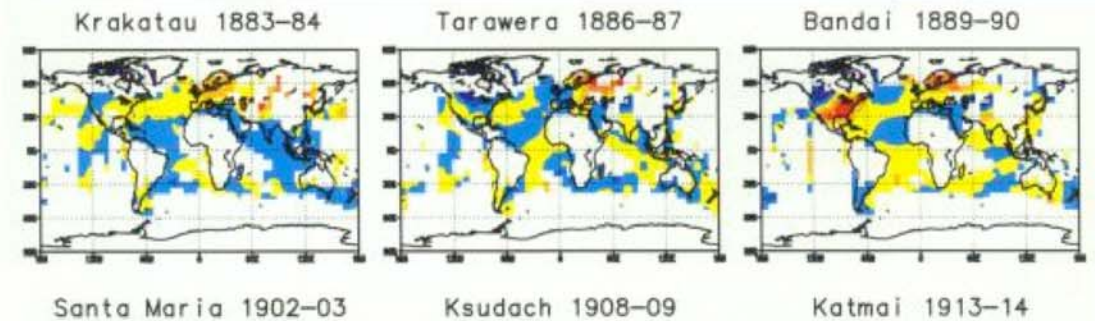
“That had a dramatic effect on the bears,” Ian Stirling says. “They were bigger, they were heavier, they had more cubs, the cubs survived better. And the cubs that were born in that year, we call them the Pinatubo bears, because so many of them survived from that particular year class.”

Temperaturabweichungen des Winters 1992/1993, nach Pinatubo

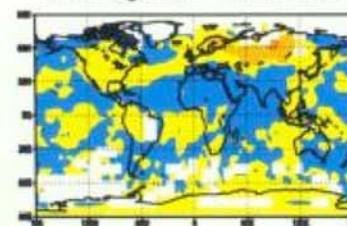
Winter (DJF) 1992–93
Average Lower Troposphere Temperature Anomalies (°C)



Winter Erwärmung nach
tropischen
Vulkanausbrüchen der
vergangenen 120 Jahre



Average of 12 cases

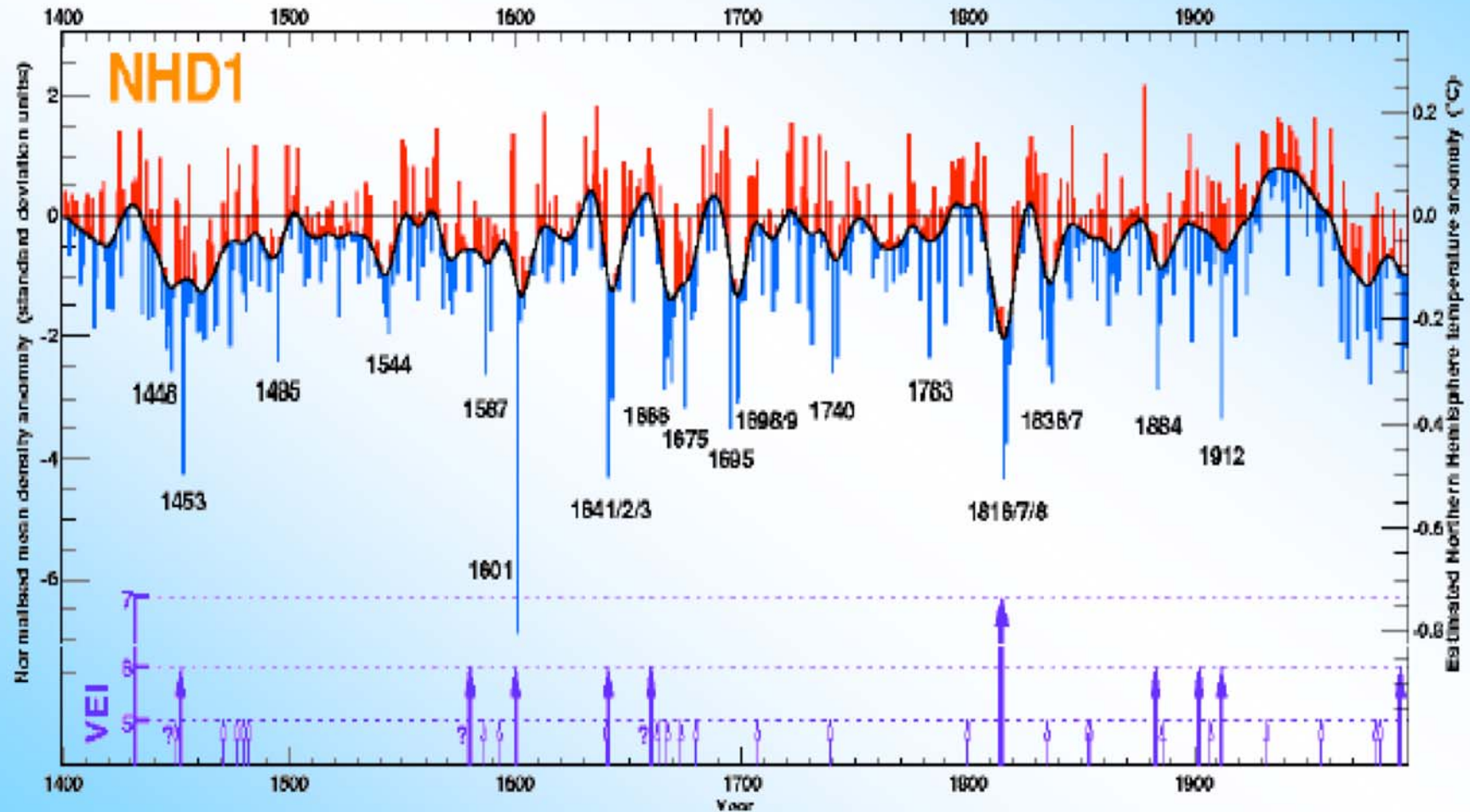


NH Winter (DJF)
Surface Temperature Anomalies (K)



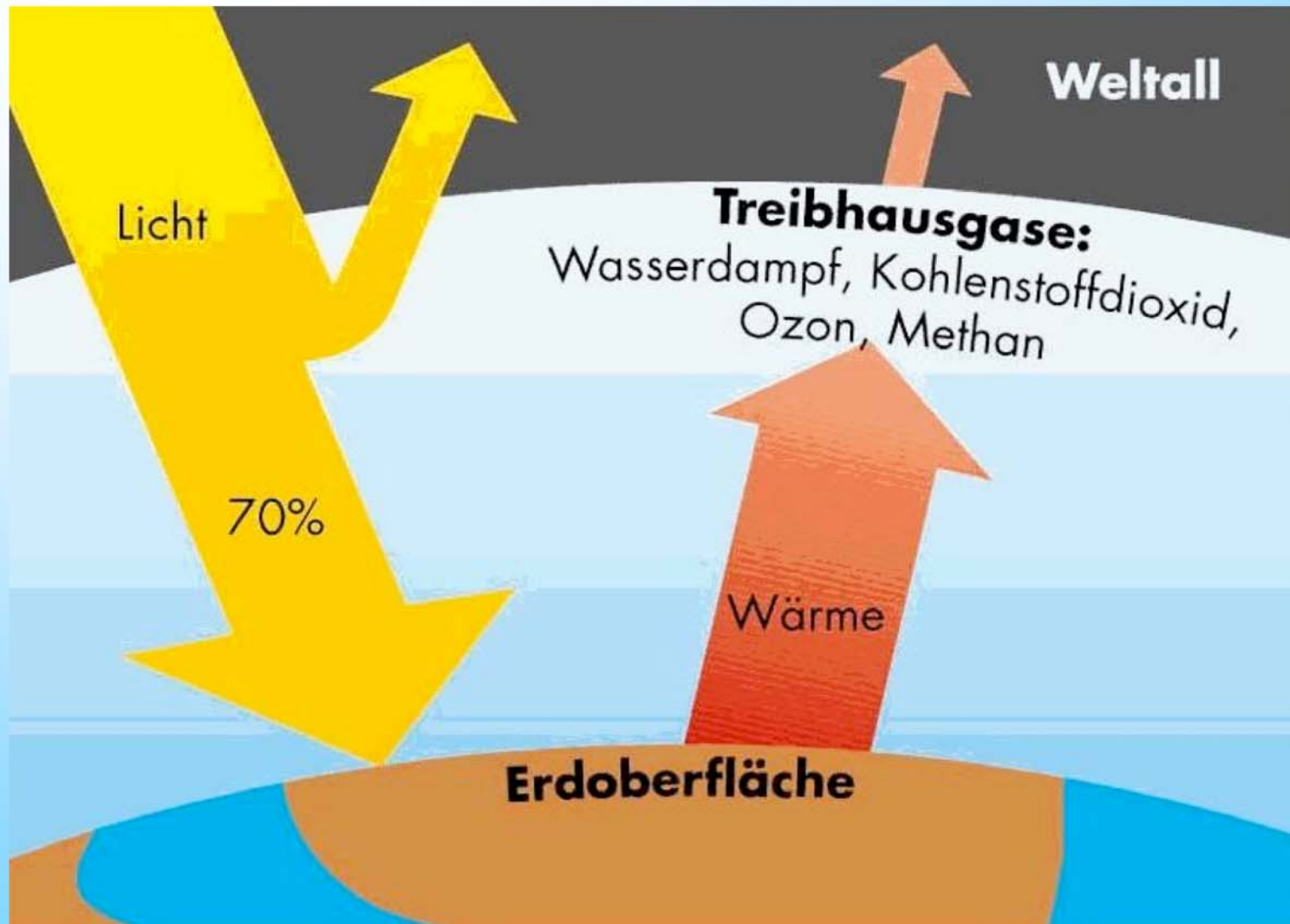
Robock und Mao (1992)

Nordhemisphärentemperatur und Vulkane

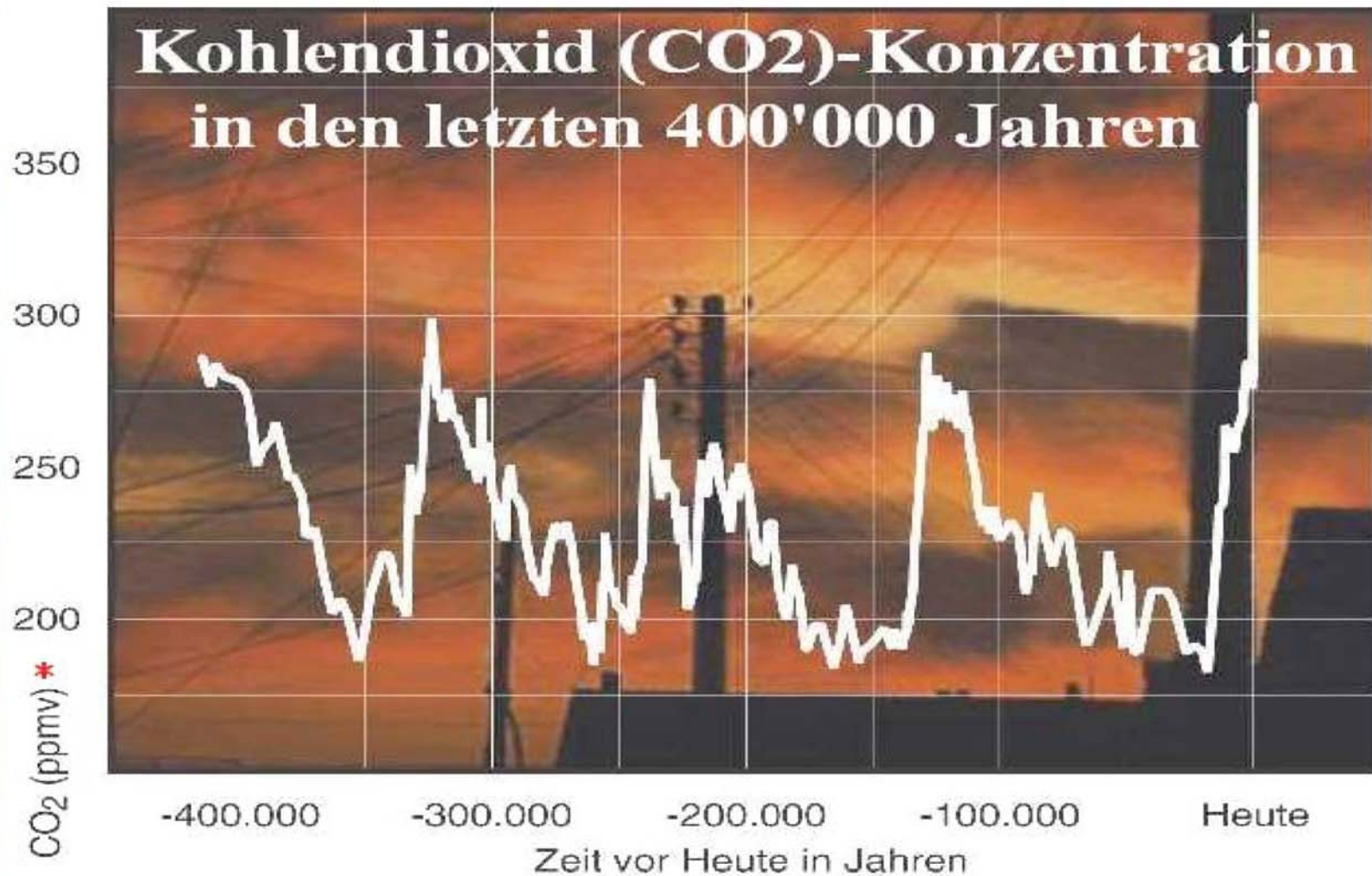


Briffa et al. 1998

Treibhauseffekt

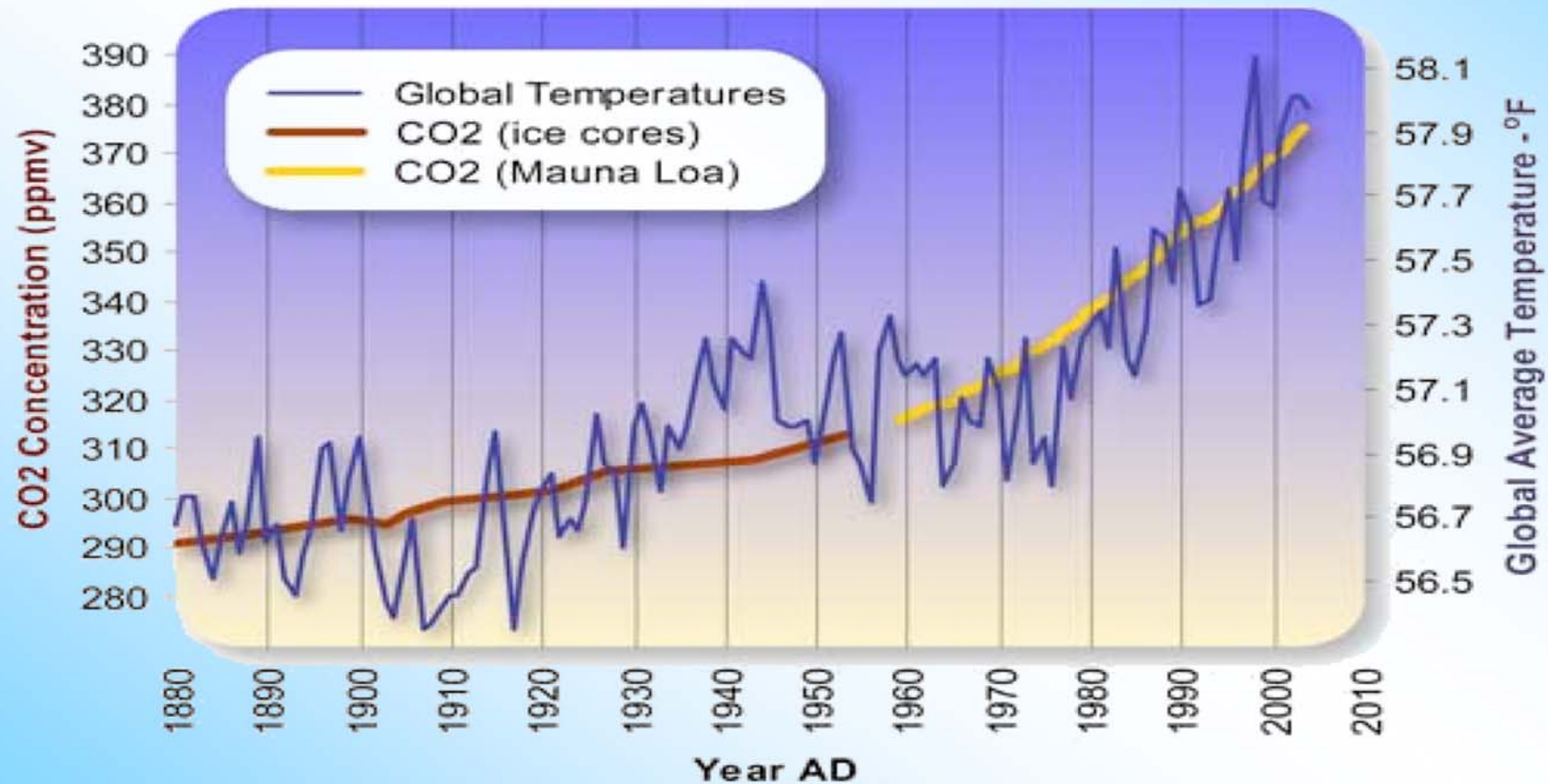


Kohlendioxid (CO₂) Konzentrationen der letzten 400000 Jahren



Globale Temperaturen versus CO2 Konzentrationen 1880-2004

Global Average Temperature and Carbon Dioxide Concentrations, 1880 - 2004



Data Source Temperature: ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomalies/annual_land_and_ocean.ts

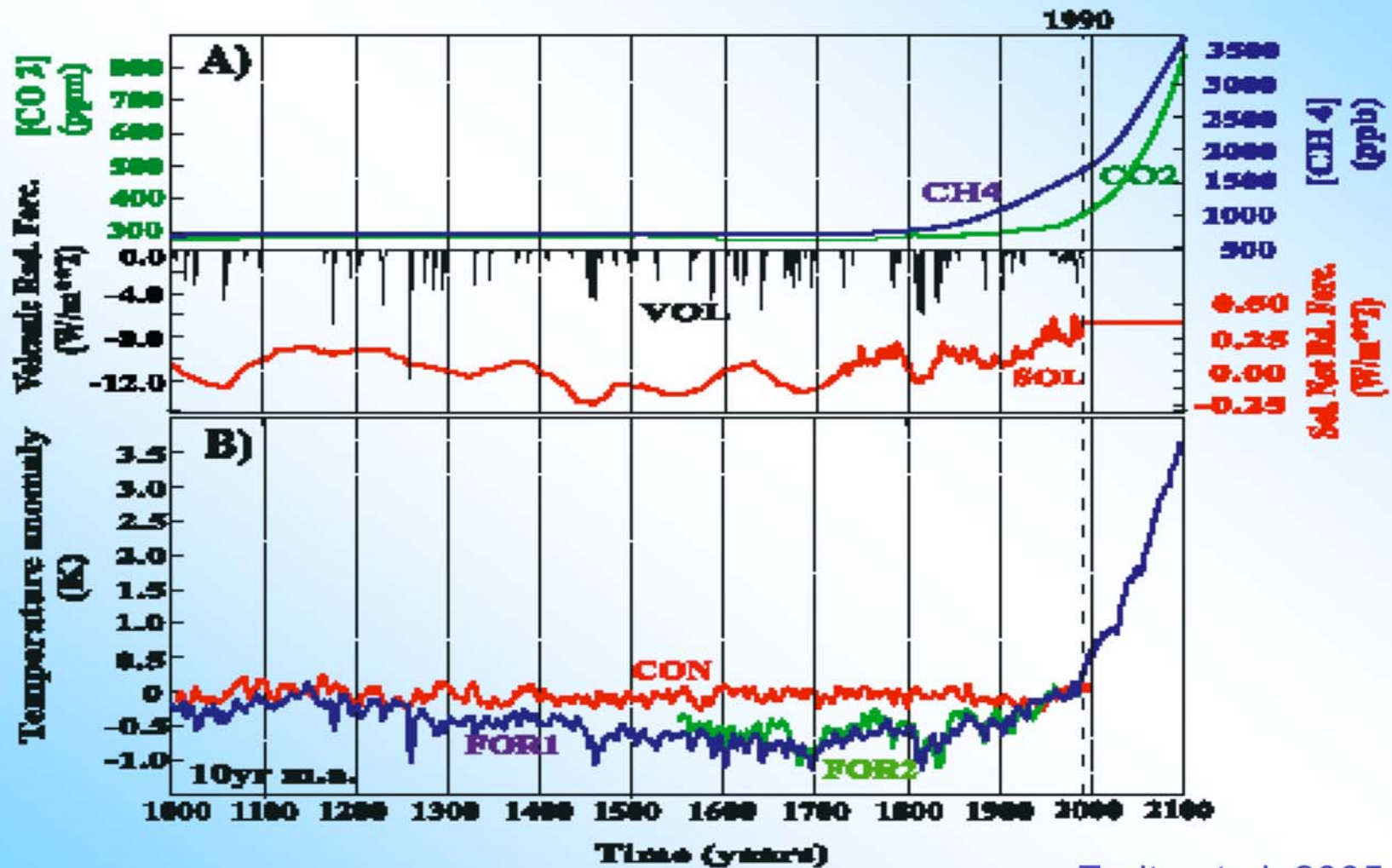
Data Source CO2 (Siple Ice Cores): <http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/trends/co2/siple2.013>

Data Source CO2 (Mauna Loa): <http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/trends/co2/maunaloa.co2>

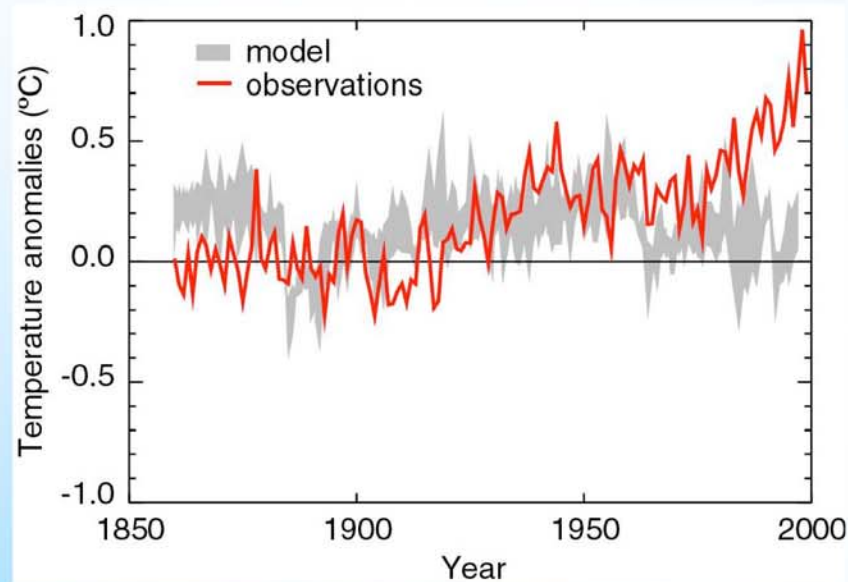
Graphic Design: Michael Ernst, The Woods Hole Research Center



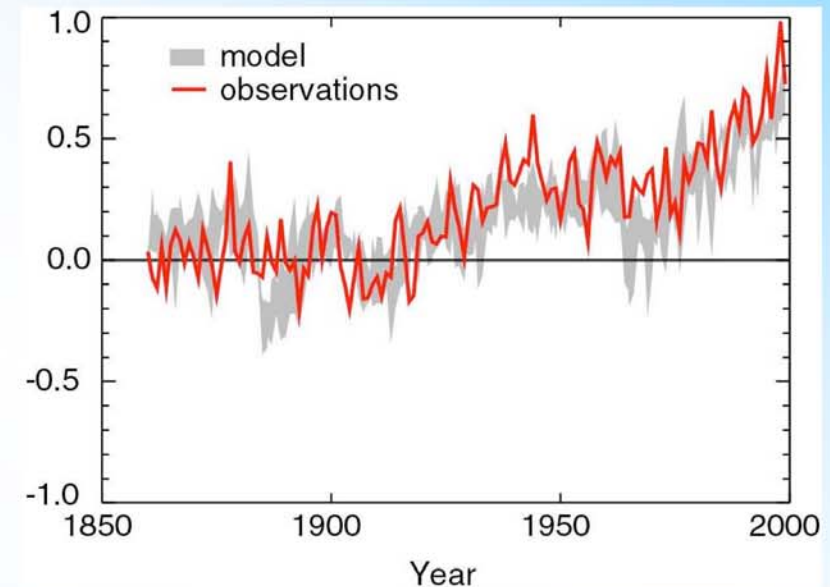
Antriebsfaktoren und Temperatur AD 1000-2100



Modellsimulation der globalen Temperatur 1850-2000



natürliche Variabilität
Sonne und Vulkane

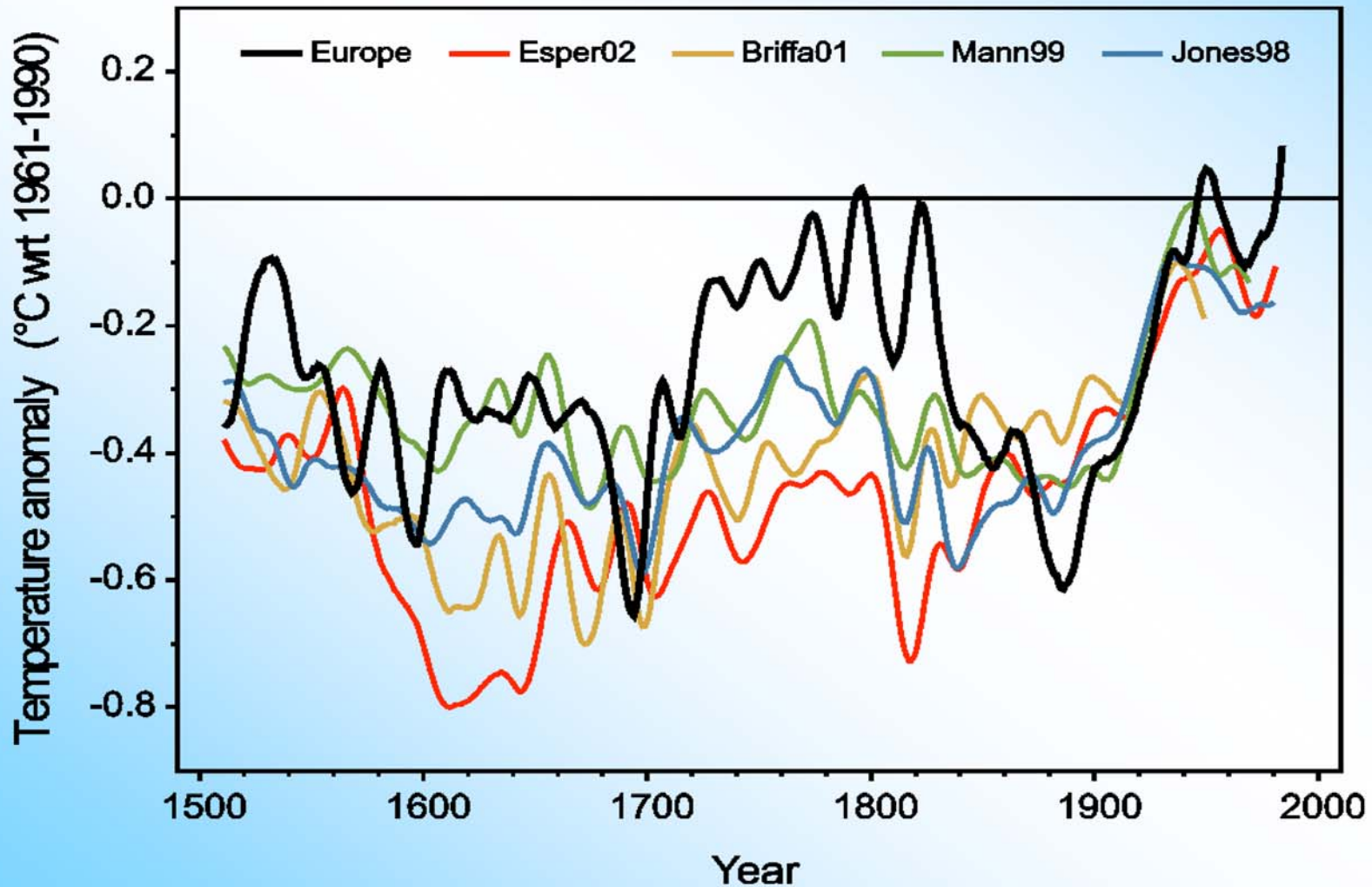


Zusätzliche Einflüsse:
Treibhausgase
und Staub

„Es gibt neuere und stärkere Evidenz,
dass der Grossteil der globalen
Erwärmung der letzten Jahrzehnte
menschlichen Aktivitäten
zugeschrieben werden kann.“

[IPCC 2001: Summary for Policymakers]

NH Temperatur versus Europatemperatur, Vergangenheit und Gegenwart



Regionale Klimatologie, Einflussfaktoren

Die räumliche Klimadifferenzierung wird durch folgende Faktoren beeinflusst, resp. gesteuert:

- Solare Einstrahlung bzgl. jahreszeitliche Verteilung & Intensität
- Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre (Lage von H/T Gebieten, jahreszeitliche Variation, Tiefzugbahnen, etc.)
- Topografie und Orientierung der Landmassen (Luv-Lee Effekte, Land-Meer-Effekte, Strömungsmodifikationen, Niederschlagsdynamik, Gebirgseffekte)
- Naturräumliche Gliederung (mesoskalige, kleinräumige Effekte)
- Wärmespeicherung der Meere sowie Meeresströmungen

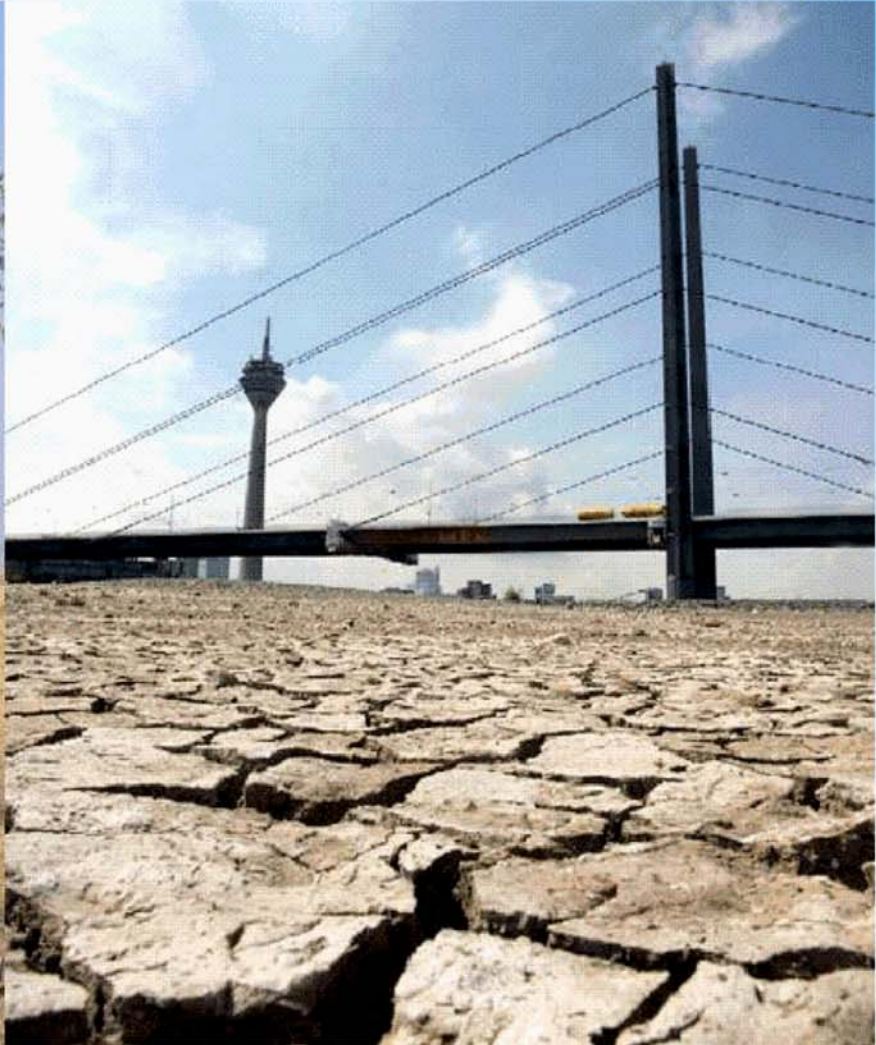
Hitzesommer Sommer 2003: eine zufällige Liste

- 15000 Hitzetote in Frankreich, Schweiz rund 1000 Tote, europaweit ca 30000
- Landwirtschaftliche Schäden von rund 1 Mia € in Frankreich. In der Schweiz, rund 300 Mio €
- Verheerende Waldbrände in Spanien, Portugal, Italien, Frankreich
- 25 Flüsse und Bäche im Kanton Bern gesperrt für Bewässerung
- Einige alpine Gletscher haben rund 5-10% ihres Volumens verloren
- Instabilisierung des Permafrostes mit vermehrten Steinschlägen in den Alpen
- Futtermangel für Tiere und Notschlachtungen (Faktor 3)
- 400.000 Haushalte in den Seealpen (E) ohne Strom

European Heatwave 2003



South-western France

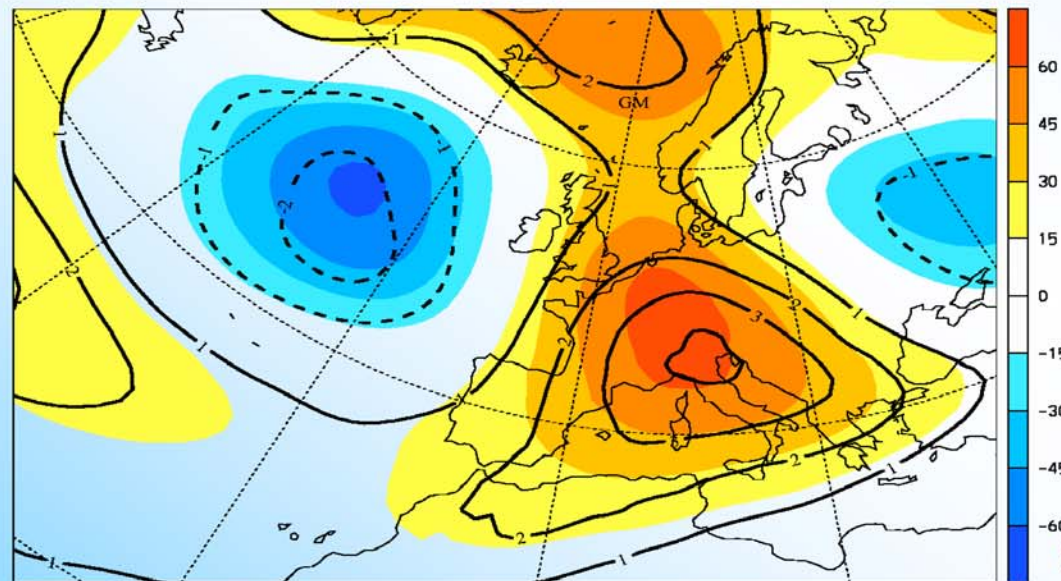
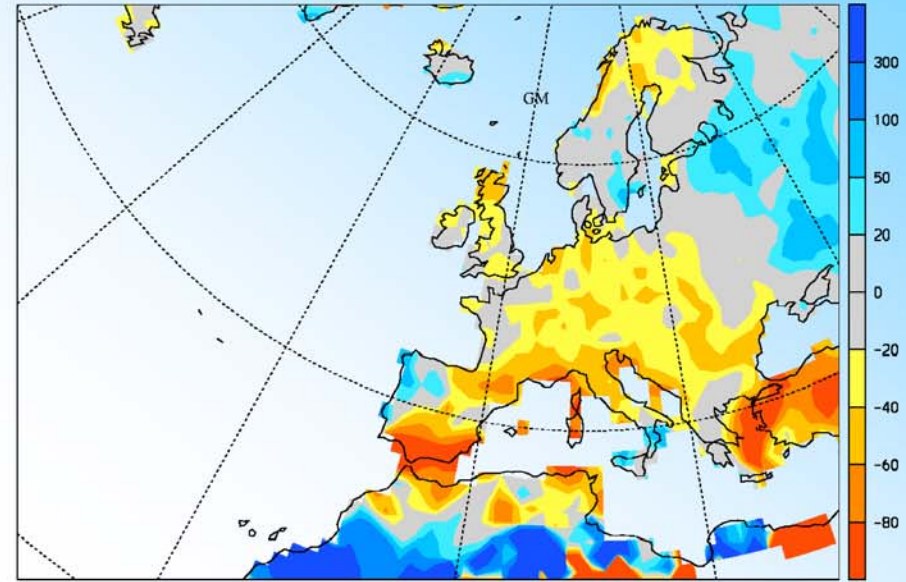
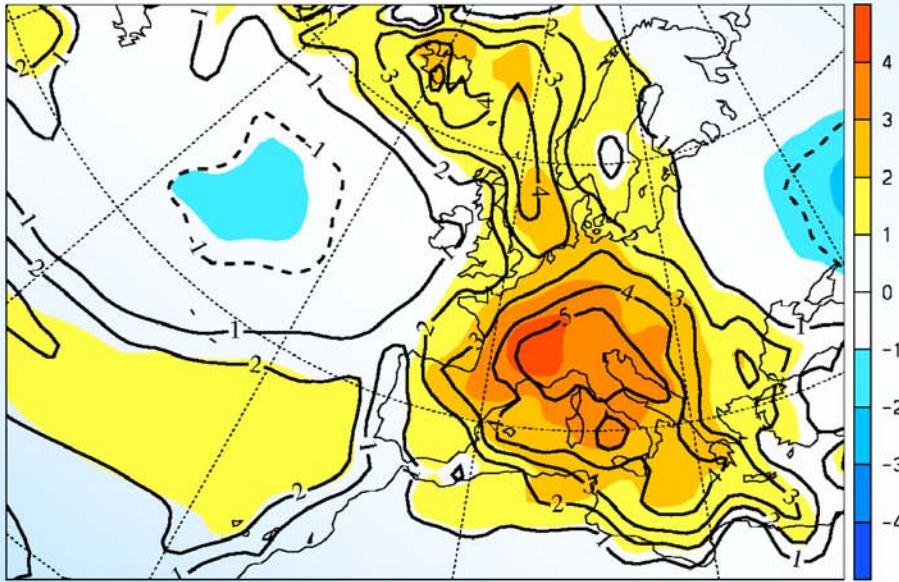


Rhine River, Germany



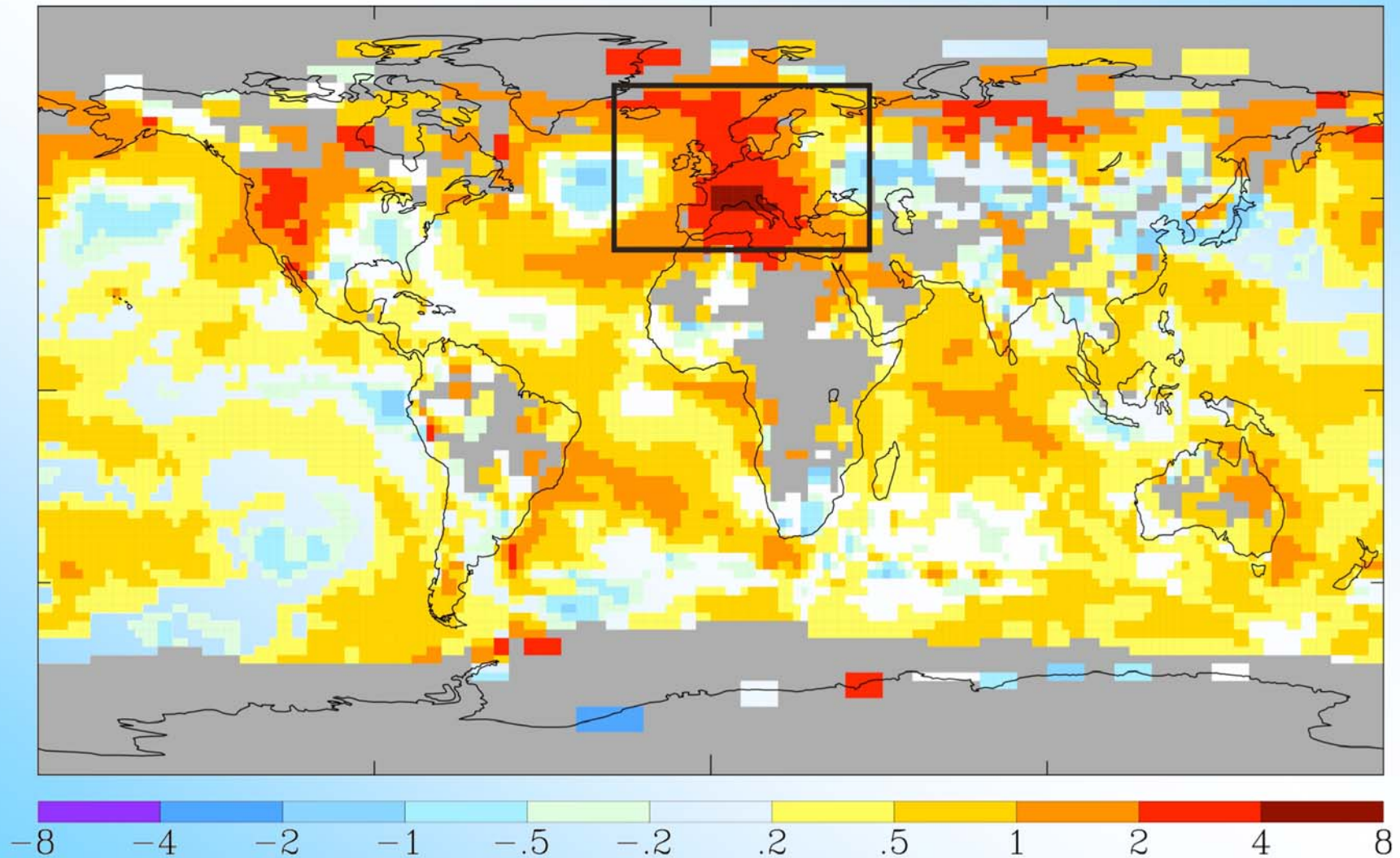
Töss, 28. August 2003
Schär, ETH Zürich

Regionales Klima, Hitzesommer 2003



Schär et al. (2004)

Der heiße 2003 Sommer aus globaler Sicht



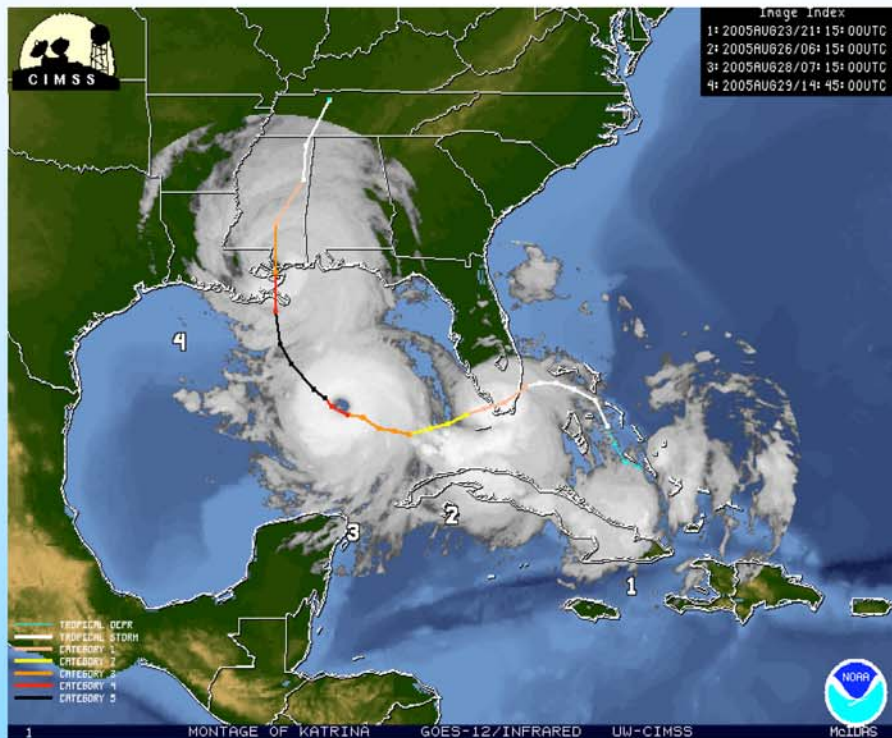
Begriffe

- **Extremes Ereignis:**
Starke Abweichung von einem statistischen Mittelwert
- **Naturgefahren:**
Natürliche Prozesse oder Zustände, die Gesellschaft und Umwelt bedrohen
- **Naturkatastrophe:**
Schadenerscheinung, das von der Bevölkerung nicht bewältigt werden kann

Lothar Sturm, Dezember 1999



Hurrikan Katrina, September 2005



Hochwasser August 2002



Überschwemmungen Schweiz, Brienz 23. August 2005



Überschwemmungen Schweiz, Interlaken 23. August 2005



Überschwemmungen Schweiz, Thunersee 23. August 2005



Zusammenfassung

- Sonne, Vulkane und menschengemachter Treibhauseffekt verändern unser Klima.
Sonne eher auf langen Zeitskalen wichtig
Vulkane führen 1-3 Jahre in Europa zu einer Erwärmung (Winter) und Abkühlung (Sommer)
Anthropogener Treibhauseffekt seit gut 150 Jahren, jedoch dominanter Faktor der letzten Jahrzehnte
- Es wird wärmer, regional, kontinental und global. Die Erwärmung ist in der Schweiz rund 2-3mal so stark wie global und zeigt sich in allen Jahreszeiten.
- Stärkster Erwärmungstrend in den letzten Jahrzehnten
- Die rezente Erwärmung kann nicht mehr mit natürlichen Einflüssen allein erklärt werden, menschengemacht
- ‚Extreme‘ relevant für Gesellschaften & Ökonomie
- Ein Zusammenhang zwischen Klimaänderung und Extremereignissen kann nicht nachgewiesen werden.
-> Die Klimaerwärmung selbst löst keine Extremereignisse aus, kann diese aber verstärken

Ausblick

- Wie können wir vergangenes Klima global und europaweit rekonstruieren?
- Wie hat das Klima des letzten halben Jahrtausends geschwankt? Unsicherheiten, Verlauf, Trends, Extreme, offene Fragen
- Was erwartet uns in Zukunft, Klimaentwicklung und Extreme, Unsicherheiten
- Zusammenfassung

A scenic sunset over a body of water. The sun is a bright yellow-orange orb partially obscured by a layer of clouds, casting a shimmering reflection on the water's surface. The sky is filled with soft, colorful clouds in shades of blue, purple, and pink. In the foreground, the dark silhouette of a town with several church spires is visible against the darkening landscape. In the distance, a range of mountains or hills stretches across the horizon under the twilight sky.

*Herzlichen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!*