

u^b

**UNIVERSITÄT
BERN**



NCCR CLIMATE
Swiss Climate Research

***Naturwissenschaftliche
Grundlagen der Allgemeinen
Ökologie***

Atmosphäre und Klima
2. Teil, 18. 11. 2005

Dr. Jürg Luterbacher

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

Ziele der 2 Veranstaltungen

- 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 18. 11. 2005

- Weshalb interessiert uns das vergangene Klima?
- Welche Klimainformationen haben wir und wie wird vergangenes Klima ‚rekonstruiert‘?
- Wie haben die europäischen und nordhemisphärischen Temperaturen über die letzten Jahrhunderte geschwankt, Unsicherheiten, Extreme?
- Extreme (Hitzewellen, Überschwemmungen, Stürme) in Zukunft
- Zusammenfassung

Warum interessiert uns das vergangene Klima?

Klimarekonstruktionen sind nötig, um

- die Klimavariabilität und menschliche Beeinflussung des natürlichen Klimas abschätzen und besser verstehen zu können
- den Einfluss verschiedener natürlicher Einflussfaktoren (Sonne, Vulkane) zu untersuchen
- Klimadynamik der Vergangenheit besser zu verstehen
- Abzuschätzen, ob sich die Häufigkeit von ‚Extremen‘ geändert hat
 - Problem der kurzen instrumentellen Zeitreihen

Klimageschichte Europas: Kombination verschiedener klimarelevanter Informationen

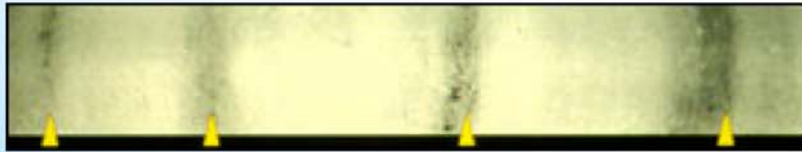
Inhalt	Archive der Natur		Archive der Gesellschaft		
<i>Direkte Daten</i> <ul style="list-style-type: none"> - Messungen - ... 			Historische Dokumente	<i>Beschreibungen</i> <ul style="list-style-type: none"> - Wassertagebücher - Naturkatastrophen - ... 	<i>Messdaten</i> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatur, Niederschlag - ...
<i>Indirekte oder Proxydaten</i> <ul style="list-style-type: none"> - Spuren klimatisch beeinflusster Prozesse 	<i>organische</i> <ul style="list-style-type: none"> - Baumringe - ... 	<i>nicht organische</i> <ul style="list-style-type: none"> - Eisbohrkerne - Gletscher - ... 		<i>organische</i> <ul style="list-style-type: none"> - Blütezeit Pflanzen - Erntetermine - ... 	<i>nicht organische</i> <ul style="list-style-type: none"> - Wasserstände von Flüssen und Seen - Vereisung von Flüssen und Seen ...
				<i>religiöse</i> <ul style="list-style-type: none"> - Bildquellen 	<ul style="list-style-type: none"> - Bittprozessionen - Hoch- und Niedrigwassermarken - ...

Natürliche Klimaarchive: Baumringe



Jahrringe können Auskunft über
Sommertemperatur oder
Niederschlag geben

Natürliche Klimaarchive: Eisbohrkerne



Gewinnung eines
Eisbohrkernes auf Grönland



Natürliche Klimaarchive: Unterer Grindelwaldgletscher

heute ...

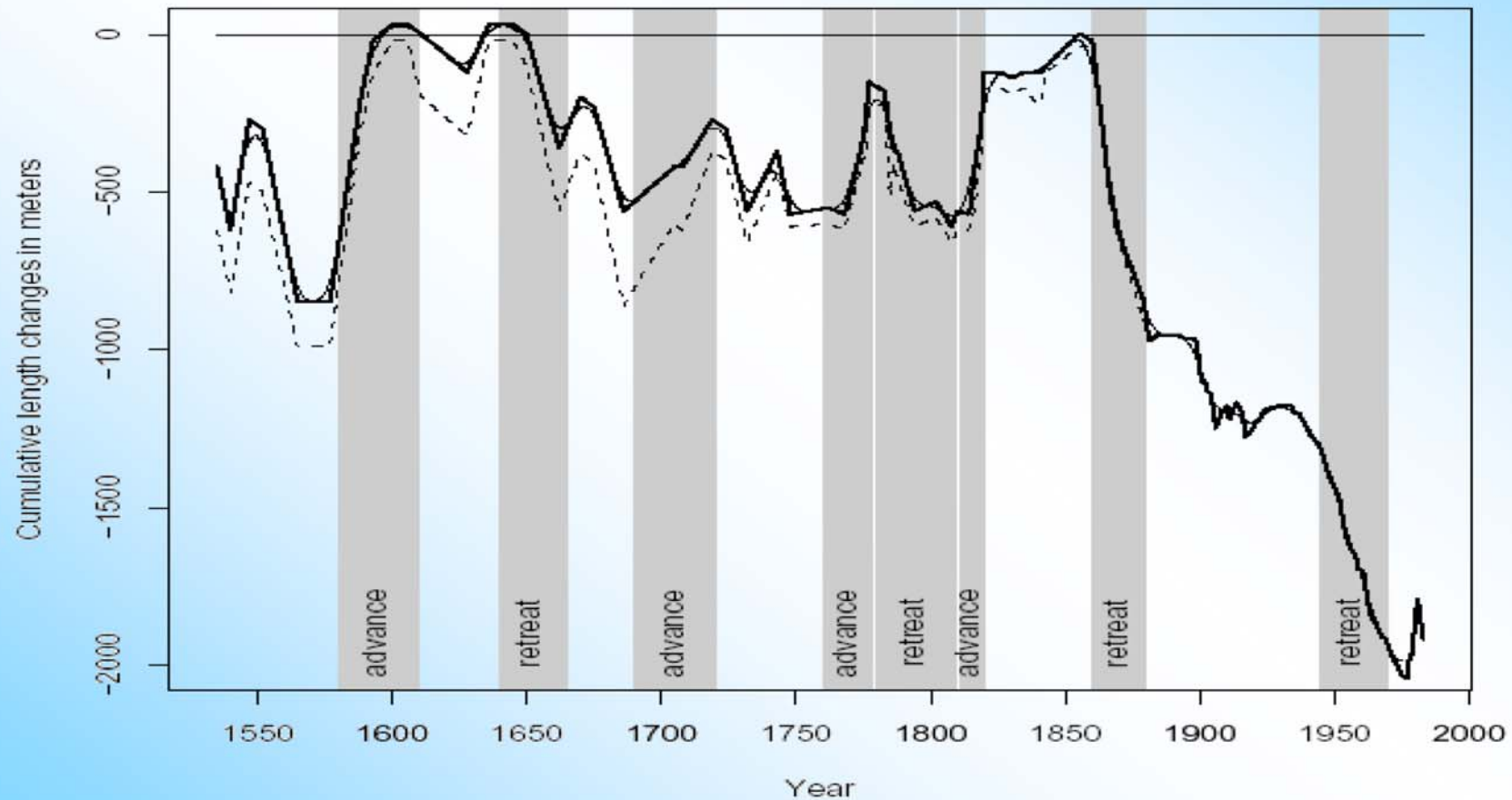


© Hanspeter Holzhauser, Zürich



... in 1826

Natürliche Klimaarchive: Längenänderung des Unteren Grindelwaldgletschers 1550-2000 (gegenüber 1855/1856)



Zumbühl 1980; Zumbühl et al. 1983; Steiner et al. 2005

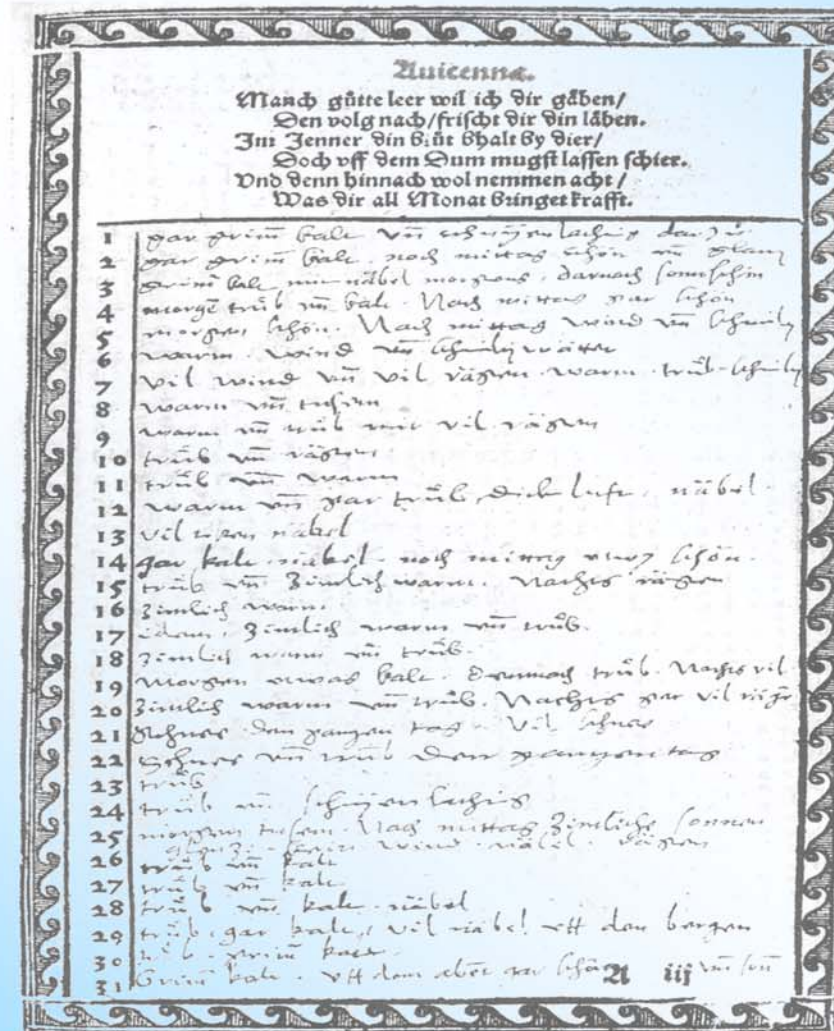
Natürliche Klimaarchive: Längenänderung von Gletschern Nigardsbreen Gletscher, Westnorwegen



„Archive“ der Gesellschaft: Messstation Bern-Liebefeld



Archive der Gesellschaft: Witterungstagebuch (Januar 1573)



Archive der Gesellschaft: Phänologie, Kirschblüte

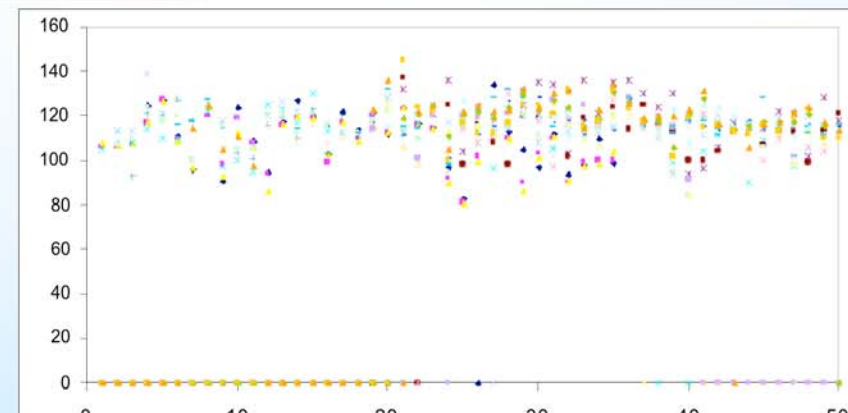
Kirschenblüte

The image shows an open handwritten notebook with two pages. The left page is titled 'März 1886' and the right page is titled 'April'. Both pages contain a grid of data points, likely representing the number of cherry blossoms observed on different days. The entries are written in cursive and include various symbols and numbers. The notebook is aged and has some staining.

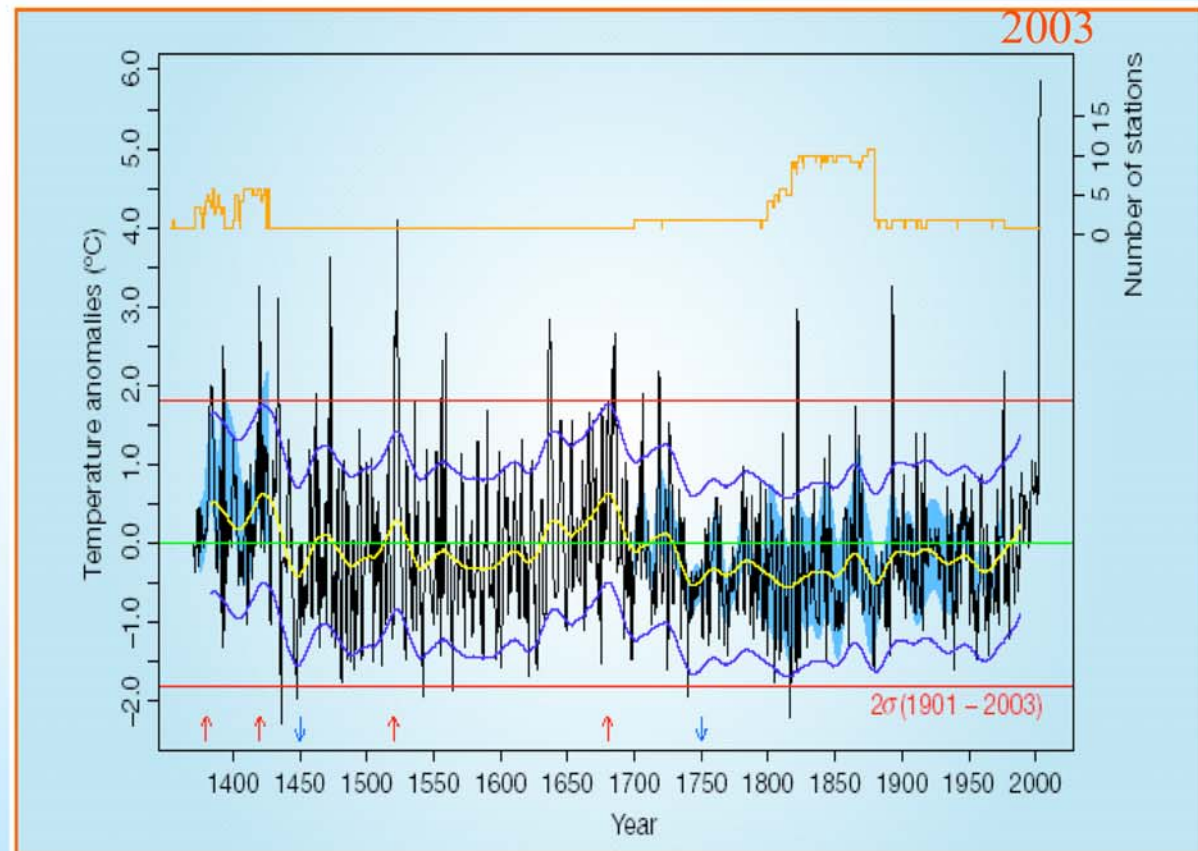
Historisches Dokument

Zeitreihenanalyse

Rutishauser 2004

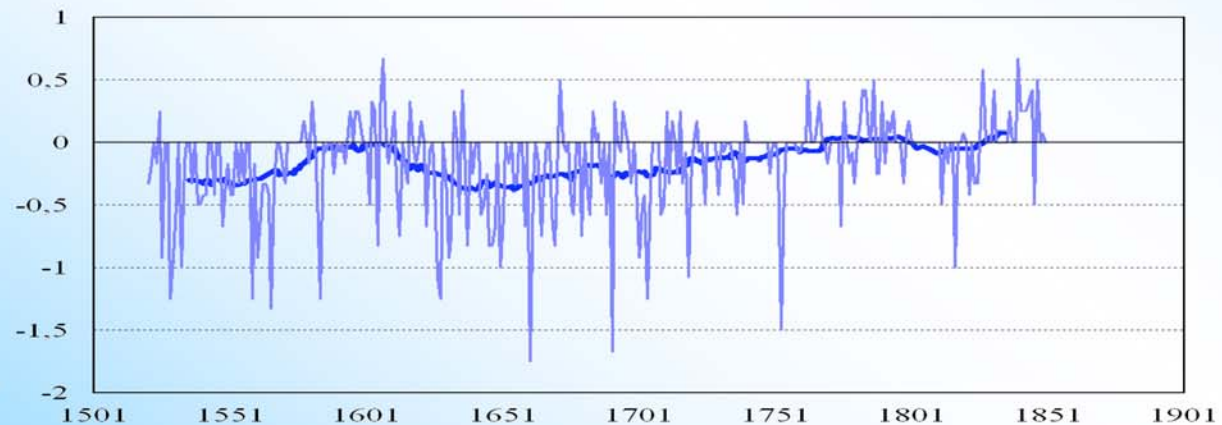
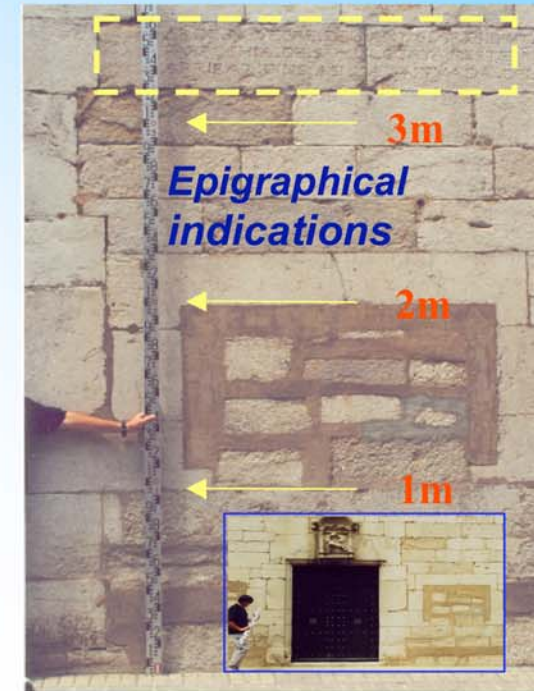
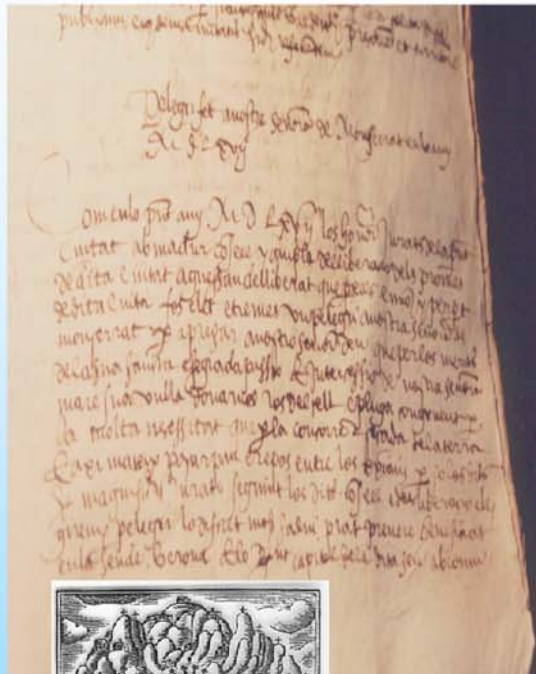


Archive der Gesellschaft: Burgunder Weinlesedaten seit 1370



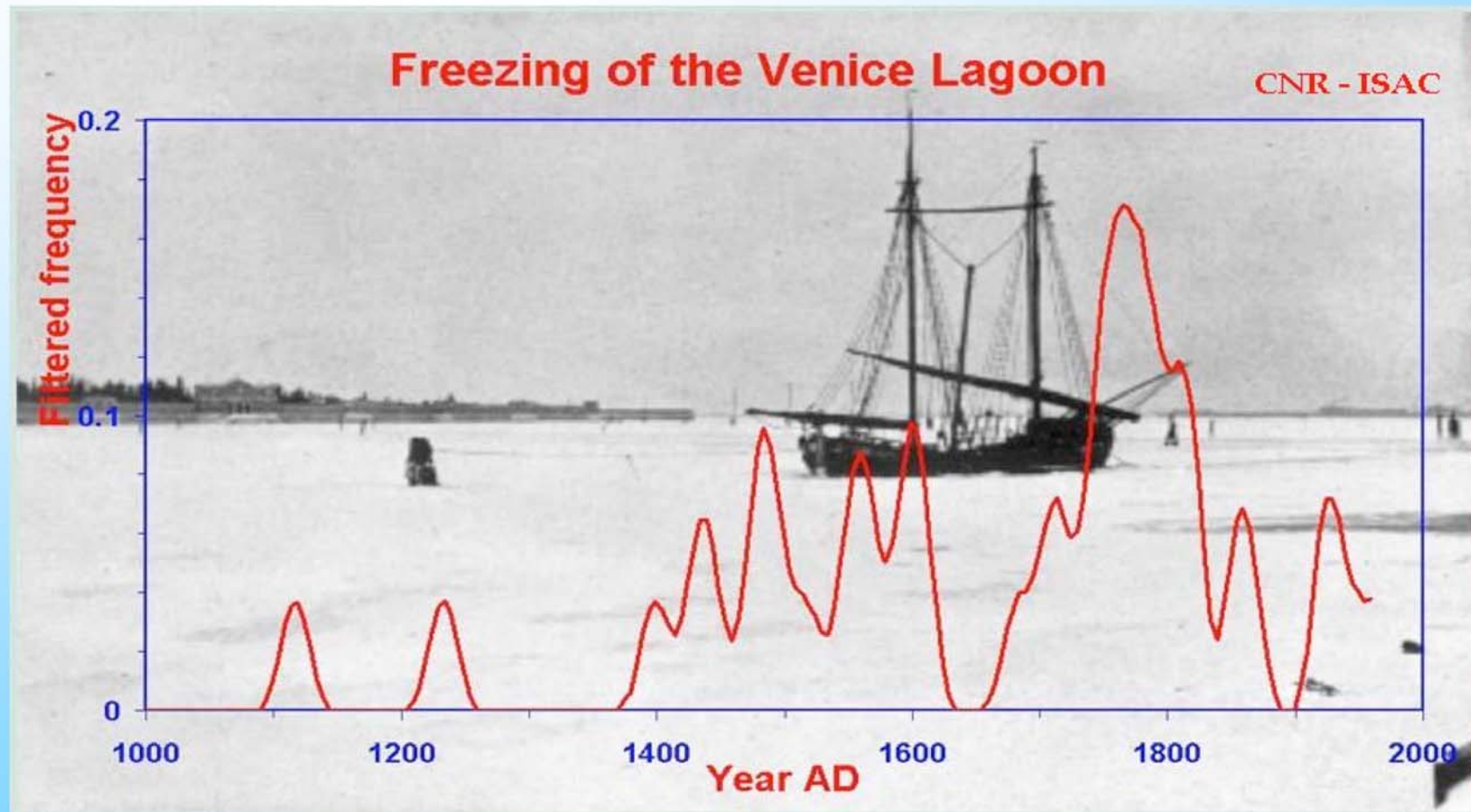
Chuine et al. 2004

Archive der Gesellschaft: Kombination von Witterungsbeschreibungen Niederschlag für Barcelona, 1521-1850



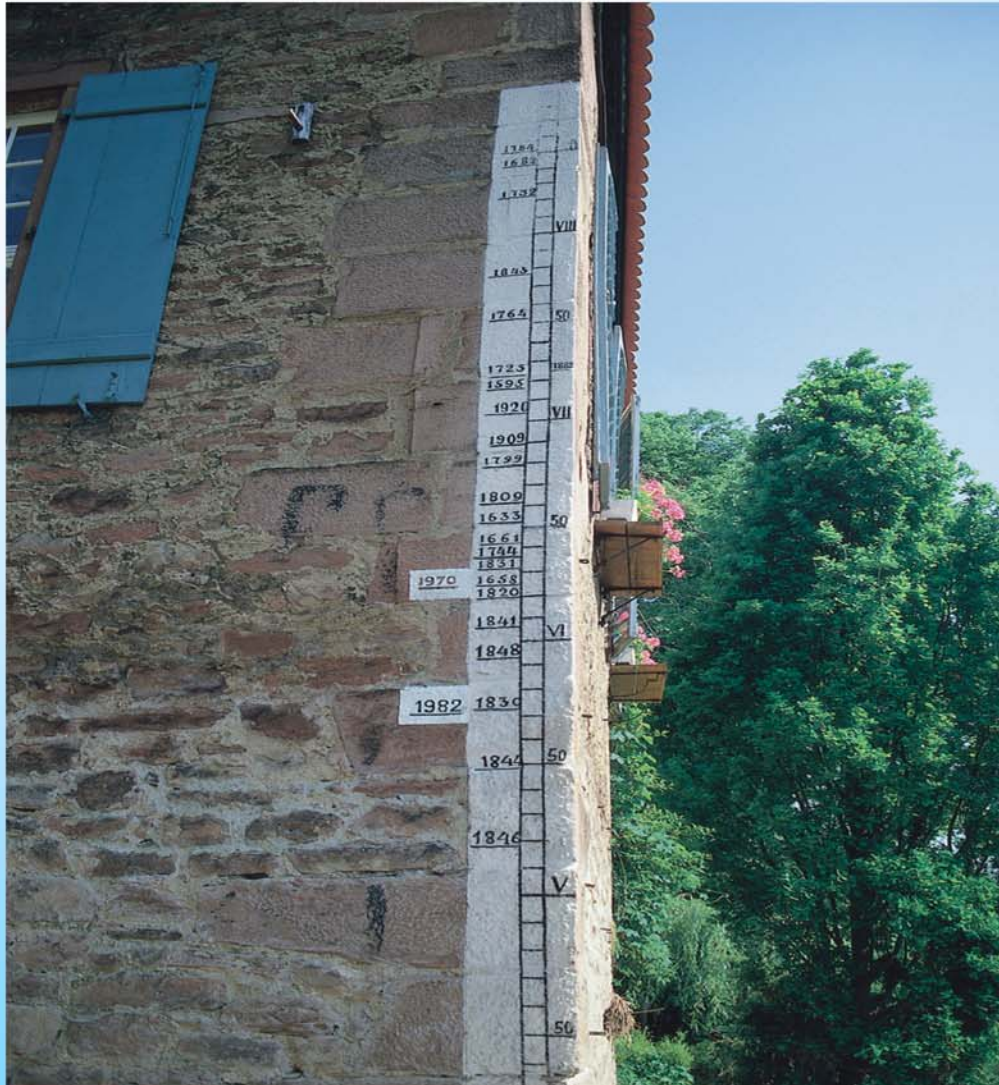
Barriendos et al. 2004

Archive der Gesellschaft: Vereisungsgeschichte Venedigs



Camuffo 1987

Archive der Gesellschaft: Historische Pegelmarken des Tauberflusses



Wanner et al. 2004

„Archive“ der Gesellschaft: Überschwemmungen Schweiz, Lütschine 23. August 2005



„Archive“ der Gesellschaft: Naturkatastrophen, Überschwemmung der Elbe August 2002

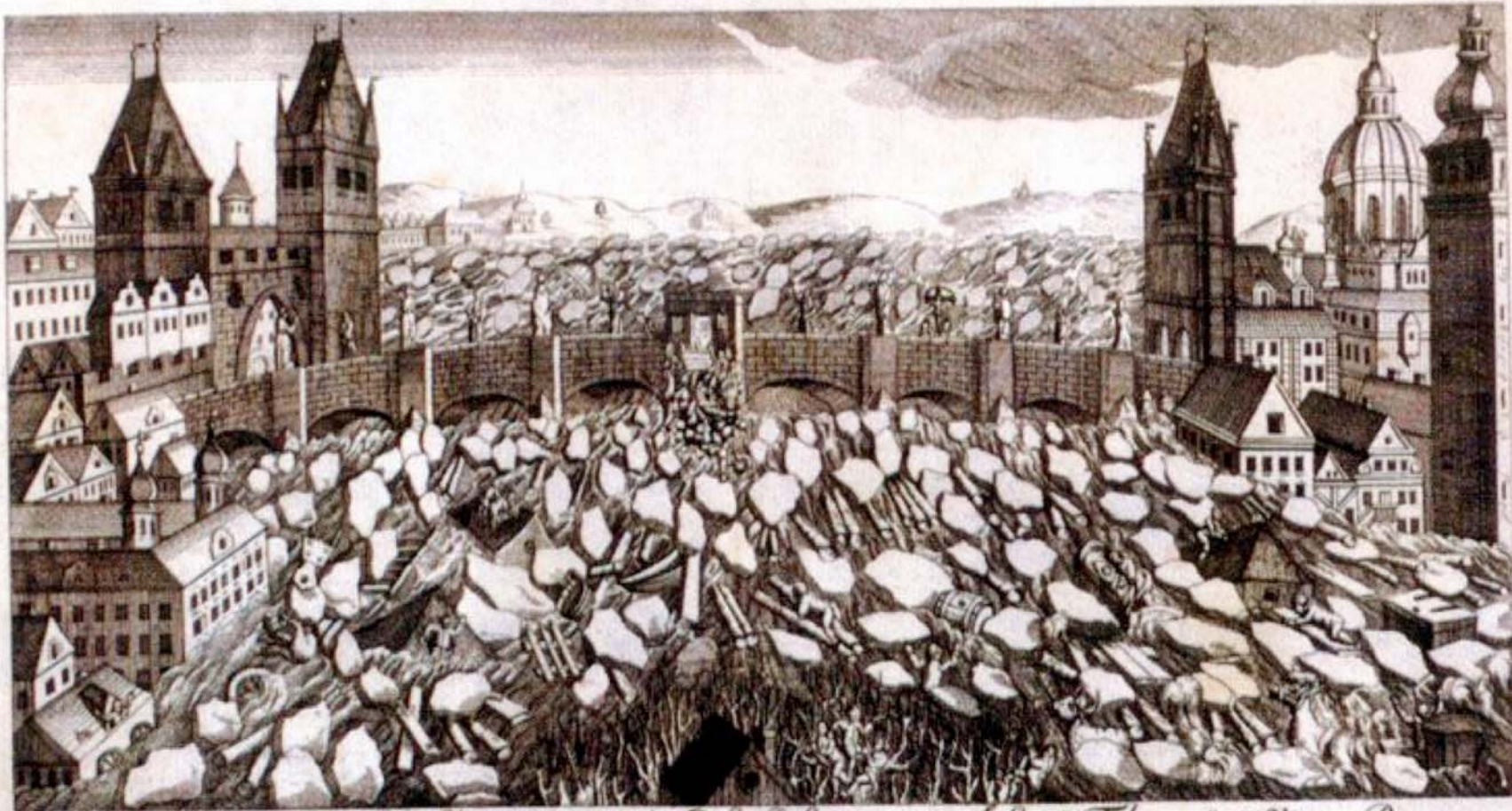


Archive der Gesellschaft: Oder Überschwemmung Winter 1612/1613

Archive der Gesellschaft: Überschwemmung Main Würzburg Winter 1784



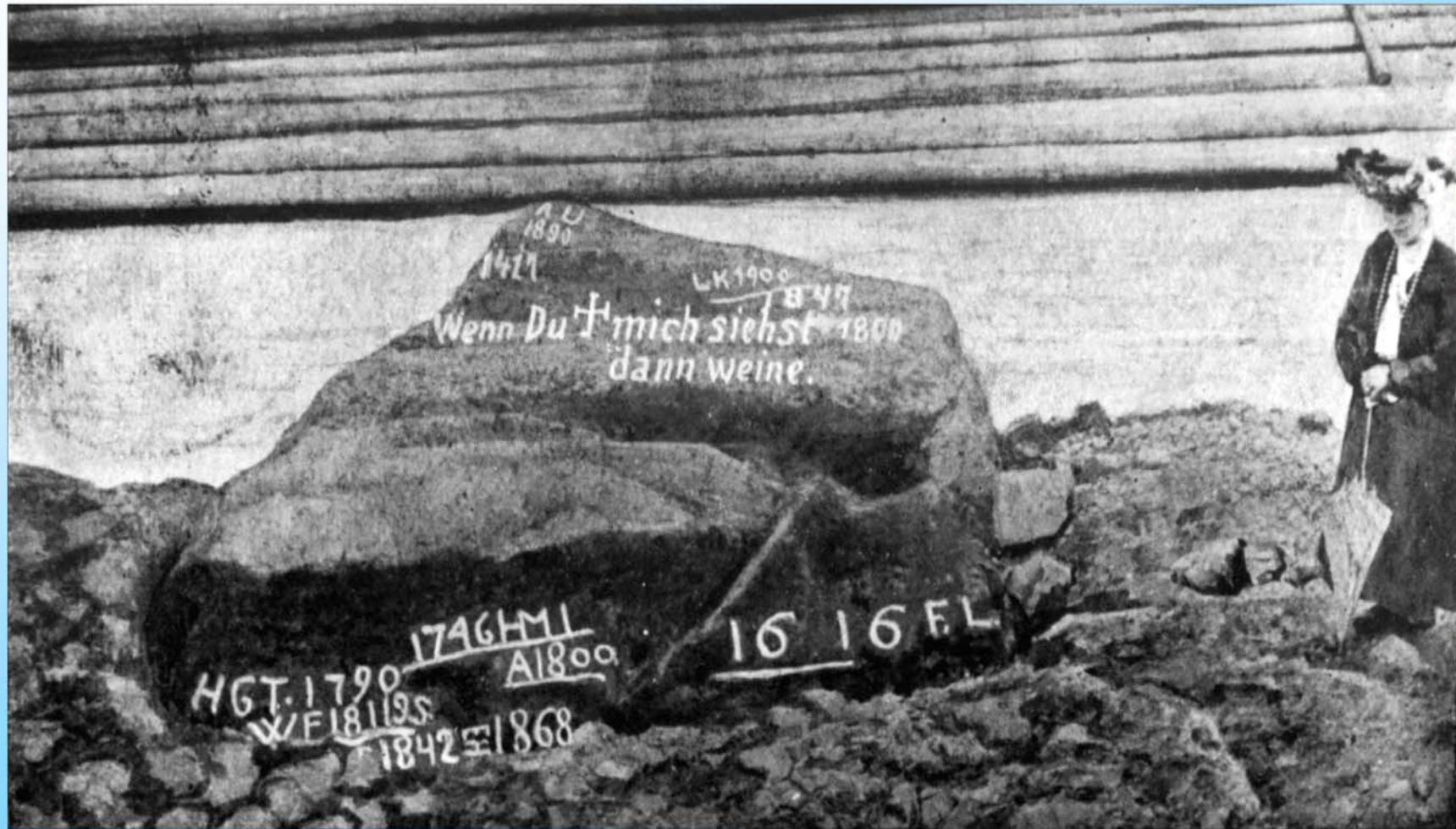
Archive der Gesellschaft: Überschwemmung in Prag Februar 1784



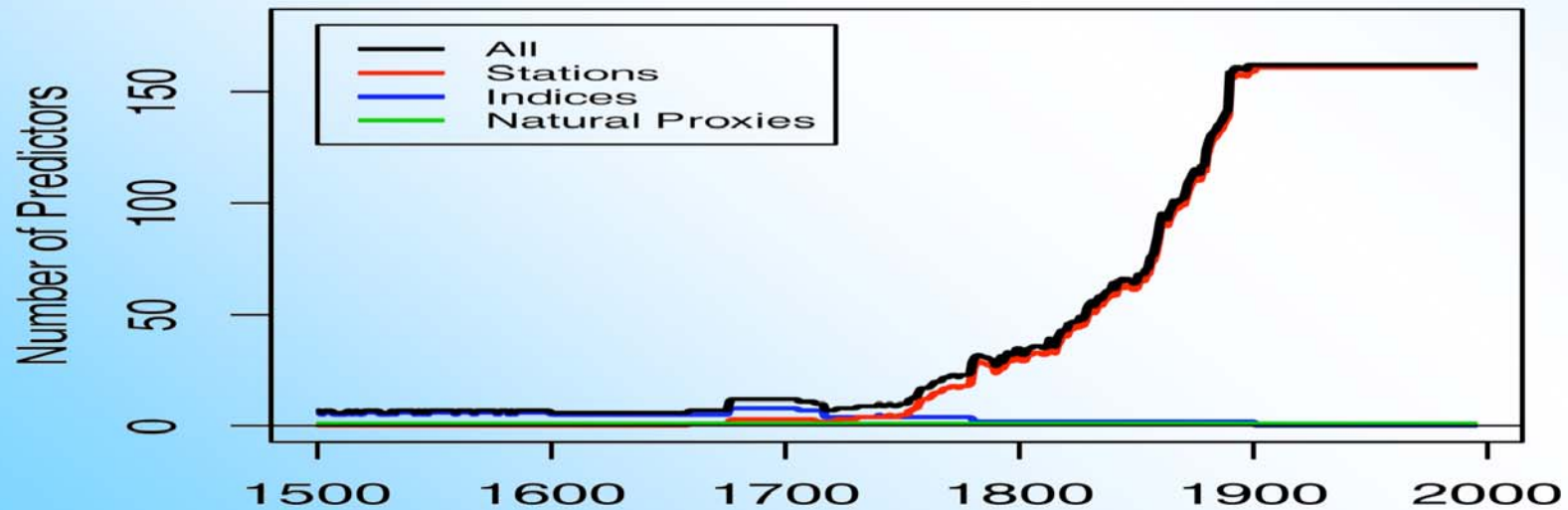
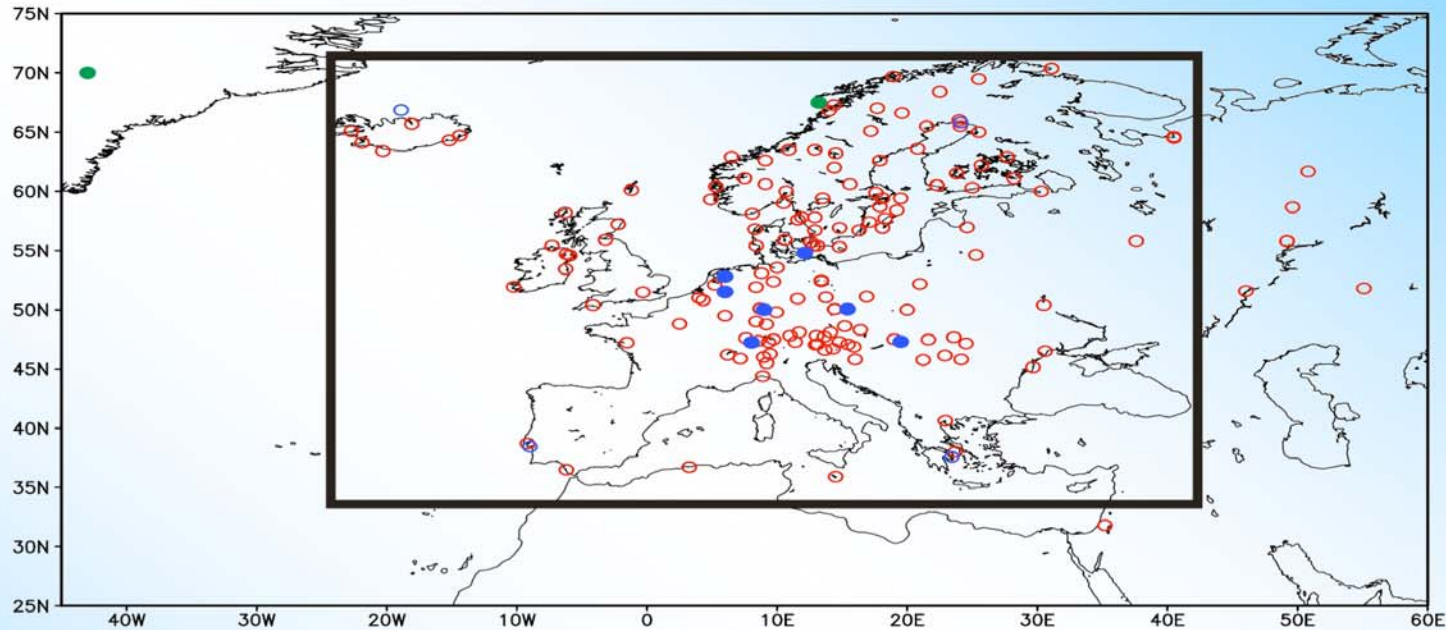
Vorstellung der Großen Überschwemmung und Eißstößes von 27 bis 28. Februarj 1784 in Prag.

Gedruckt und zu haben bey Herr. Franz Erben

Archive der Gesellschaft: Historisches Indiz von Trockenheit (Elbe)

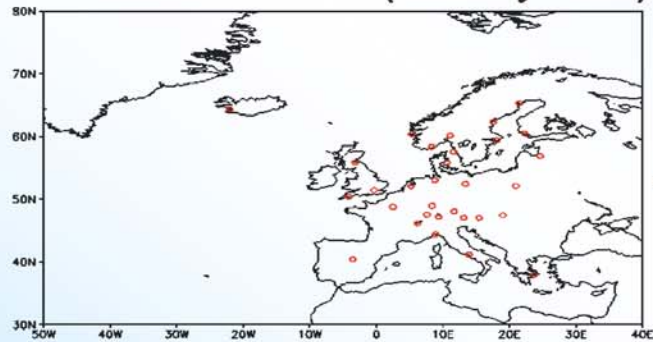


Klimainformationen aus Europa

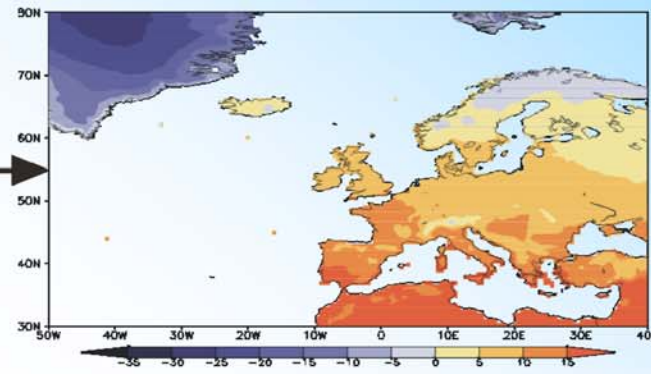


Rekonstruktionsmethodik

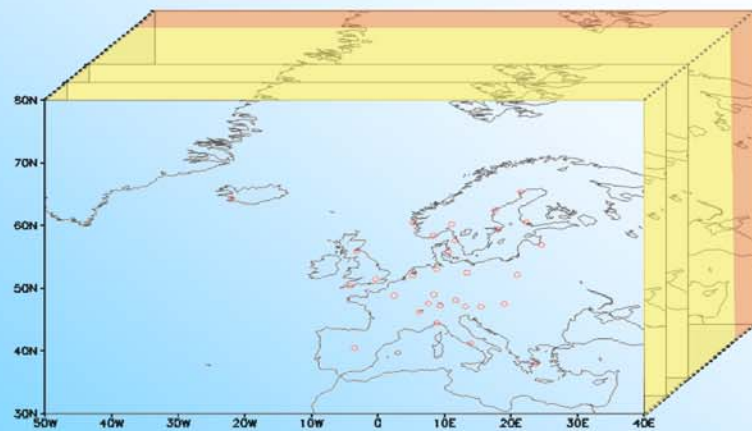
TT station network (January 1800)



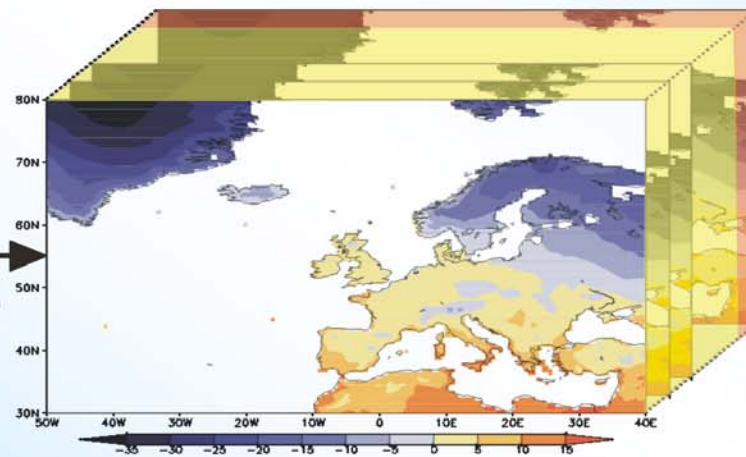
TT reconstruction (January 1800)



TT stations for winters 1901-1995



TT reanalyses for winters 1901-1995



Transfer function for winter 1800

1
??

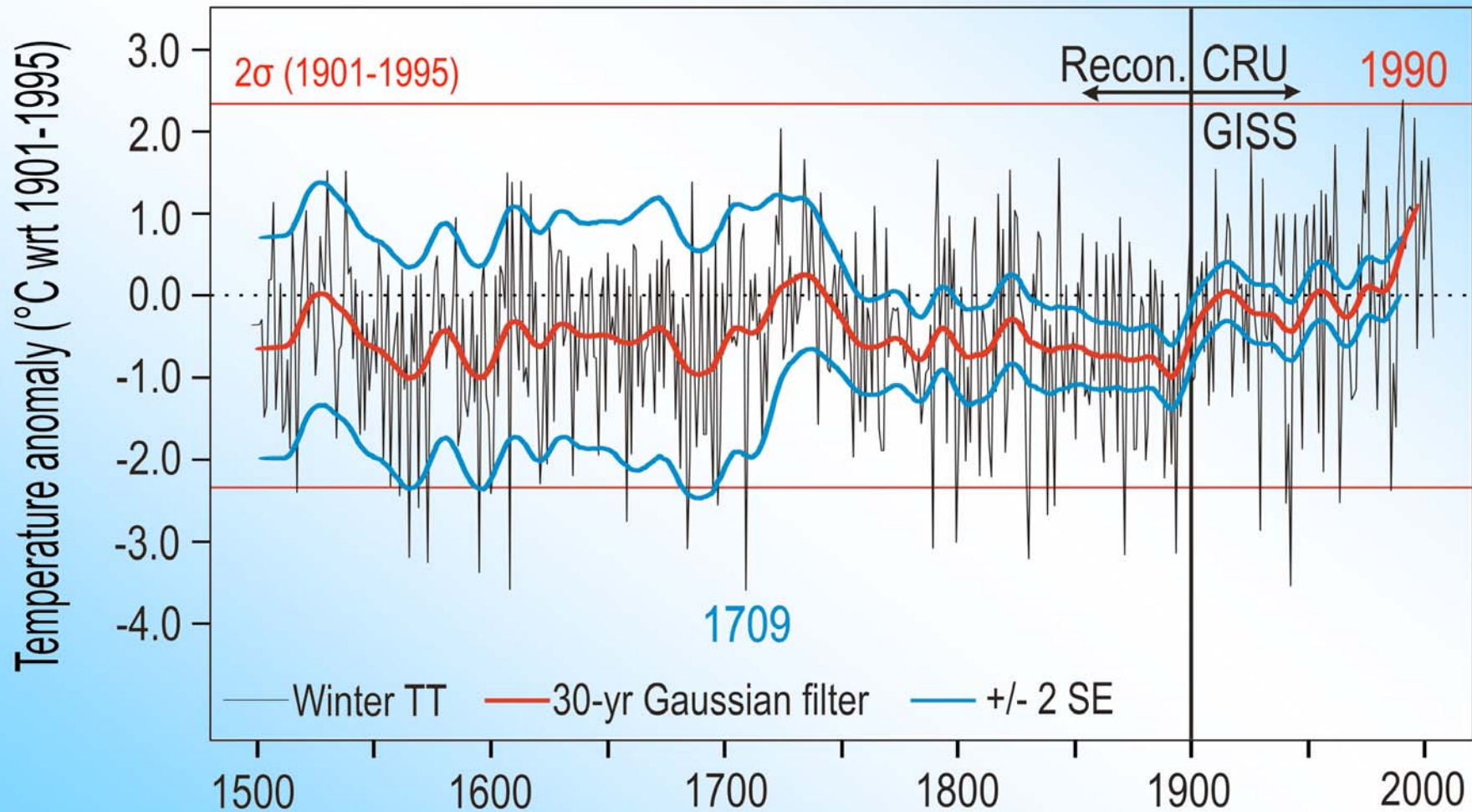
3

2

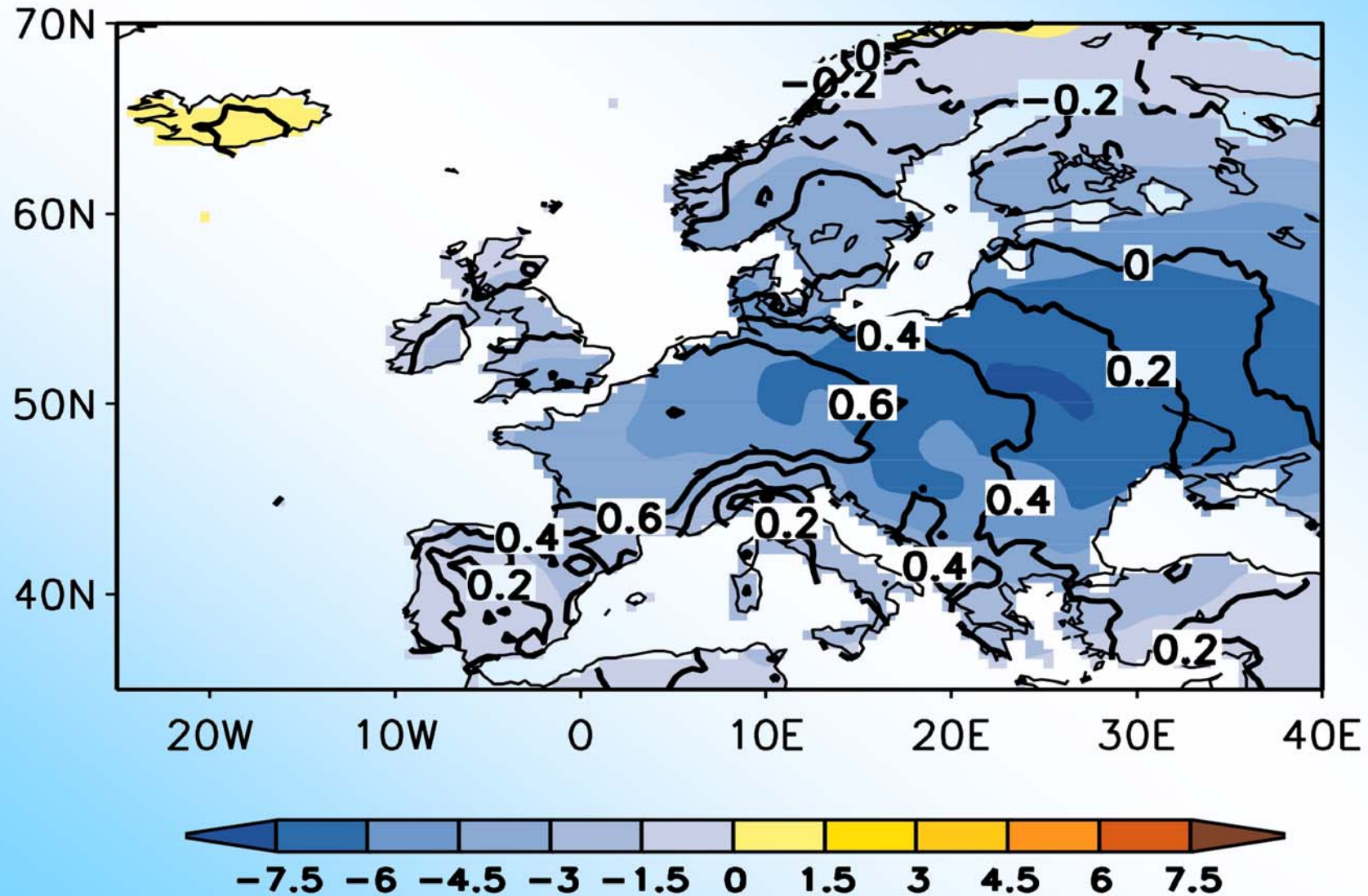
- Calibration period (1901-1960)
- Verification period (1961-1995)

Casty, 2004

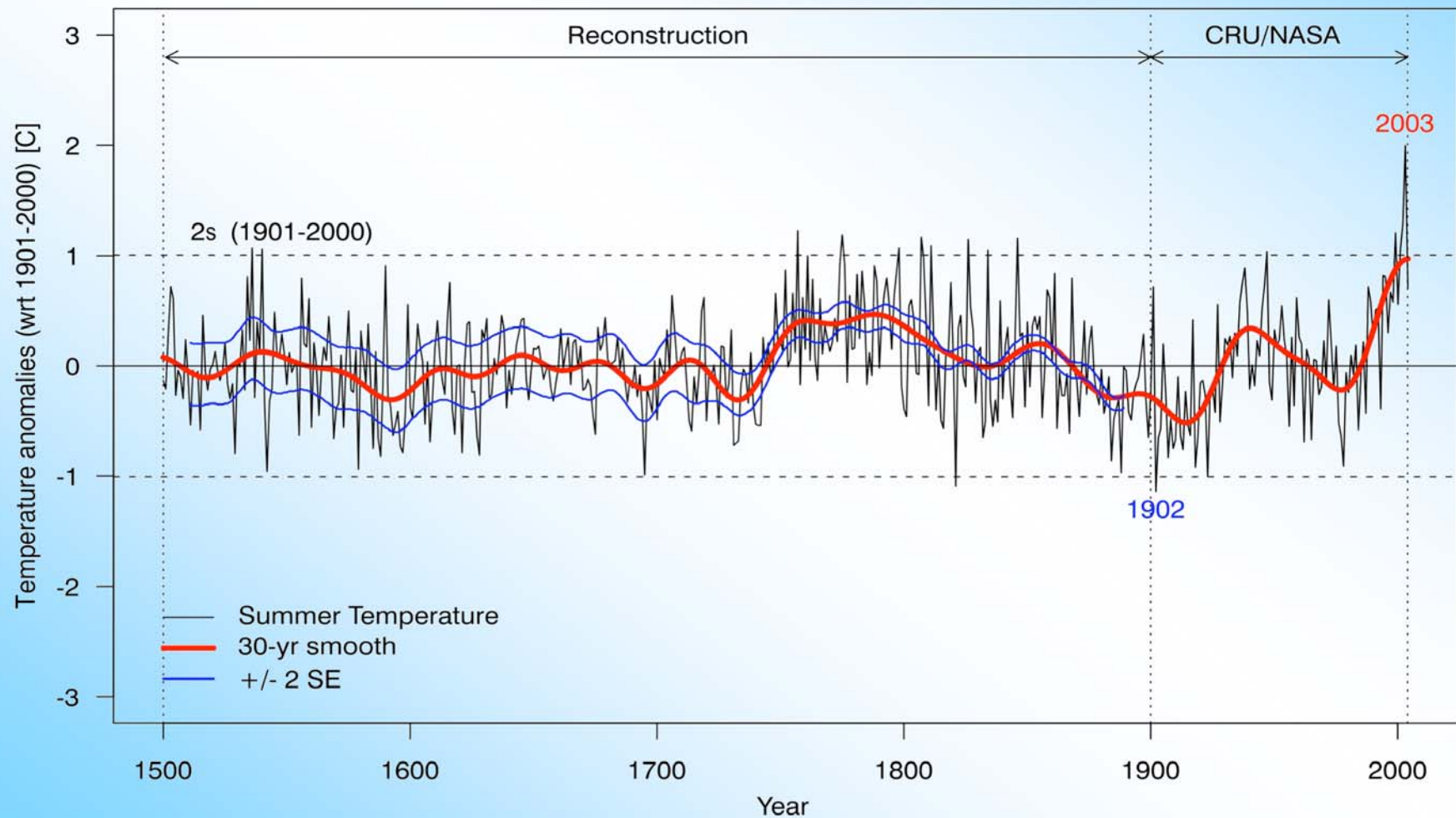
Wintertemperaturen Europas 1500-2004



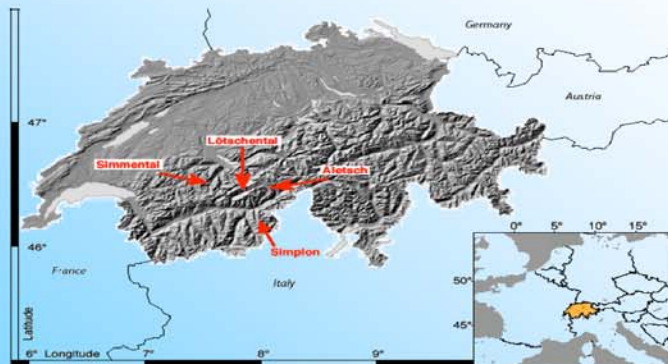
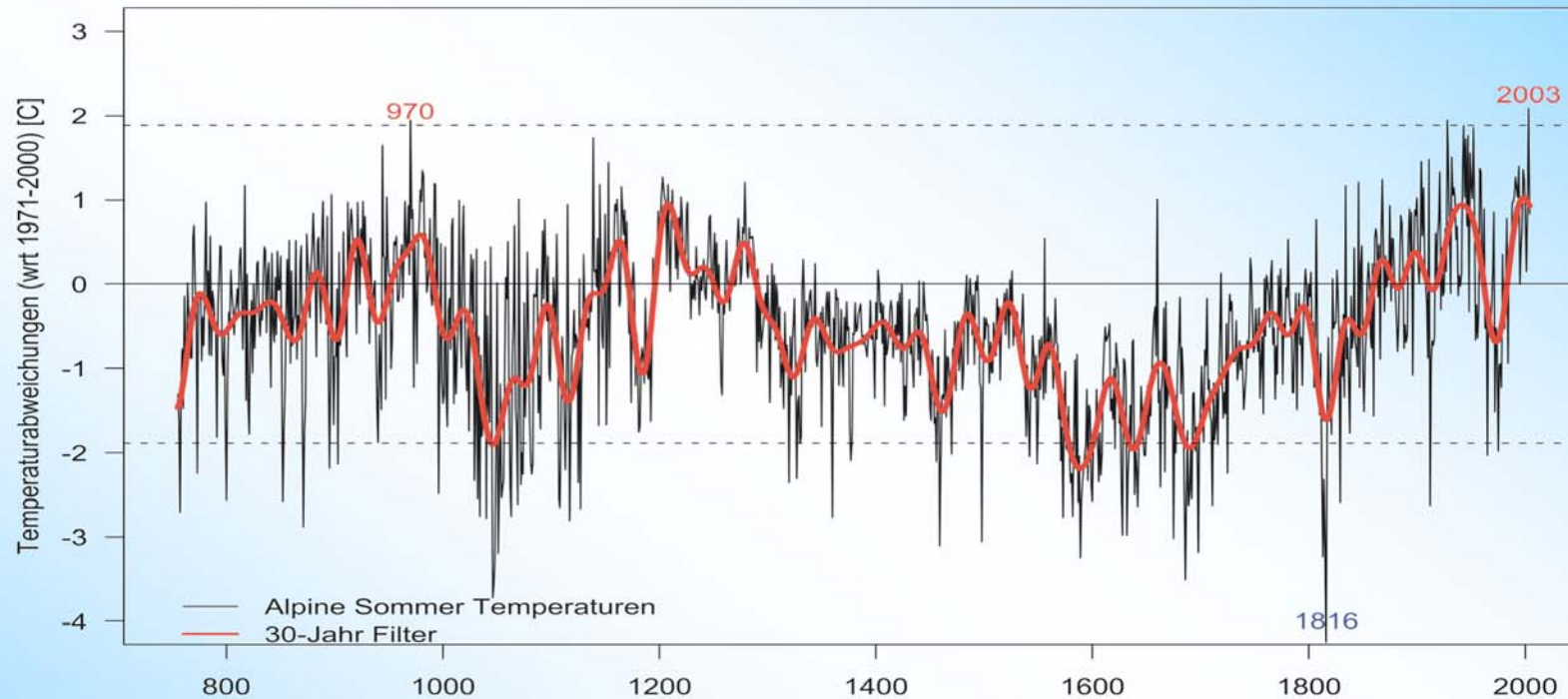
1709, der kälteste europäische Winter



Sommertemperaturen Europas 1500-2005



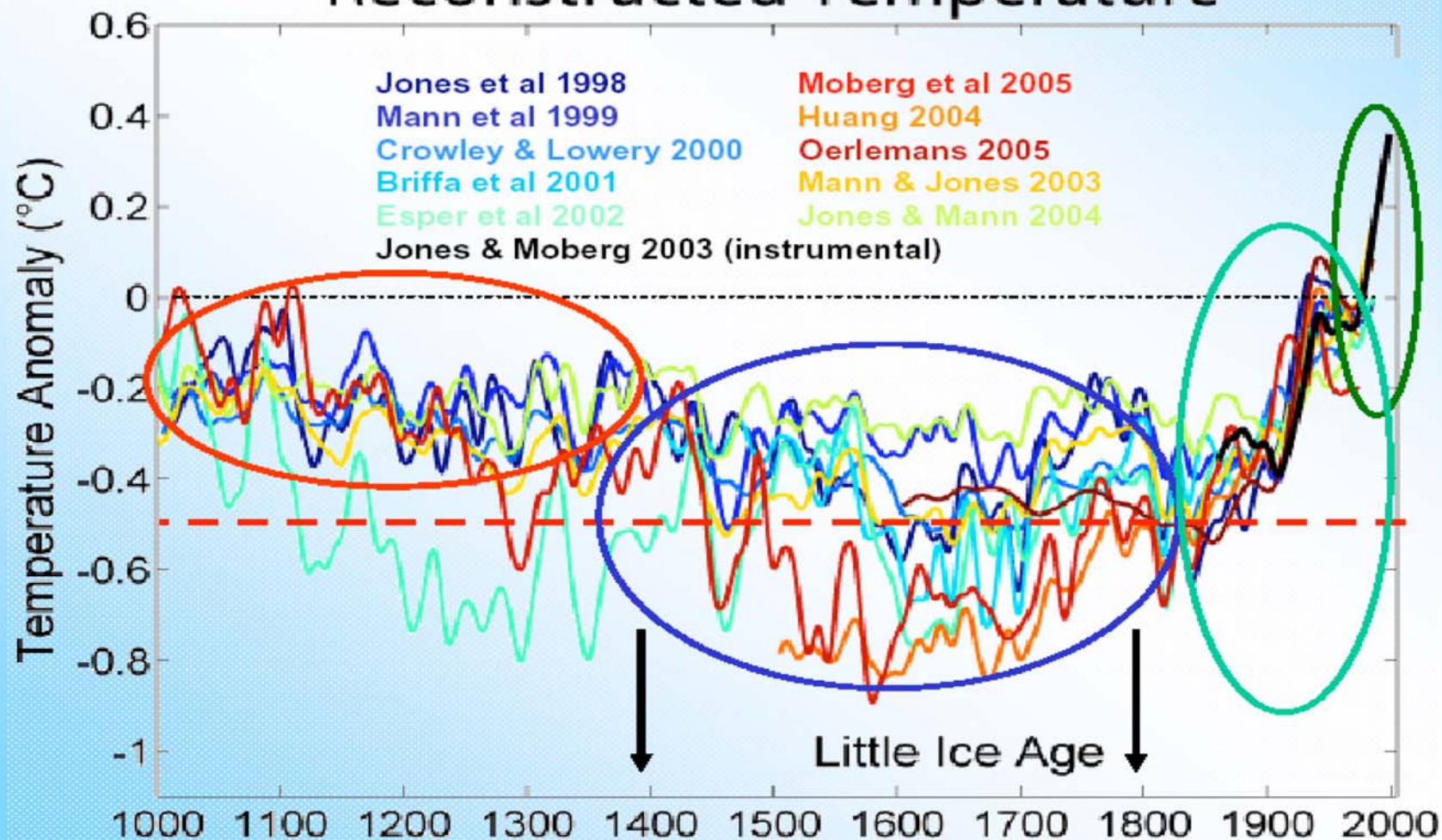
2003, heissester „zentraleuropäischer, alpiner“ Sommer seit AD 755



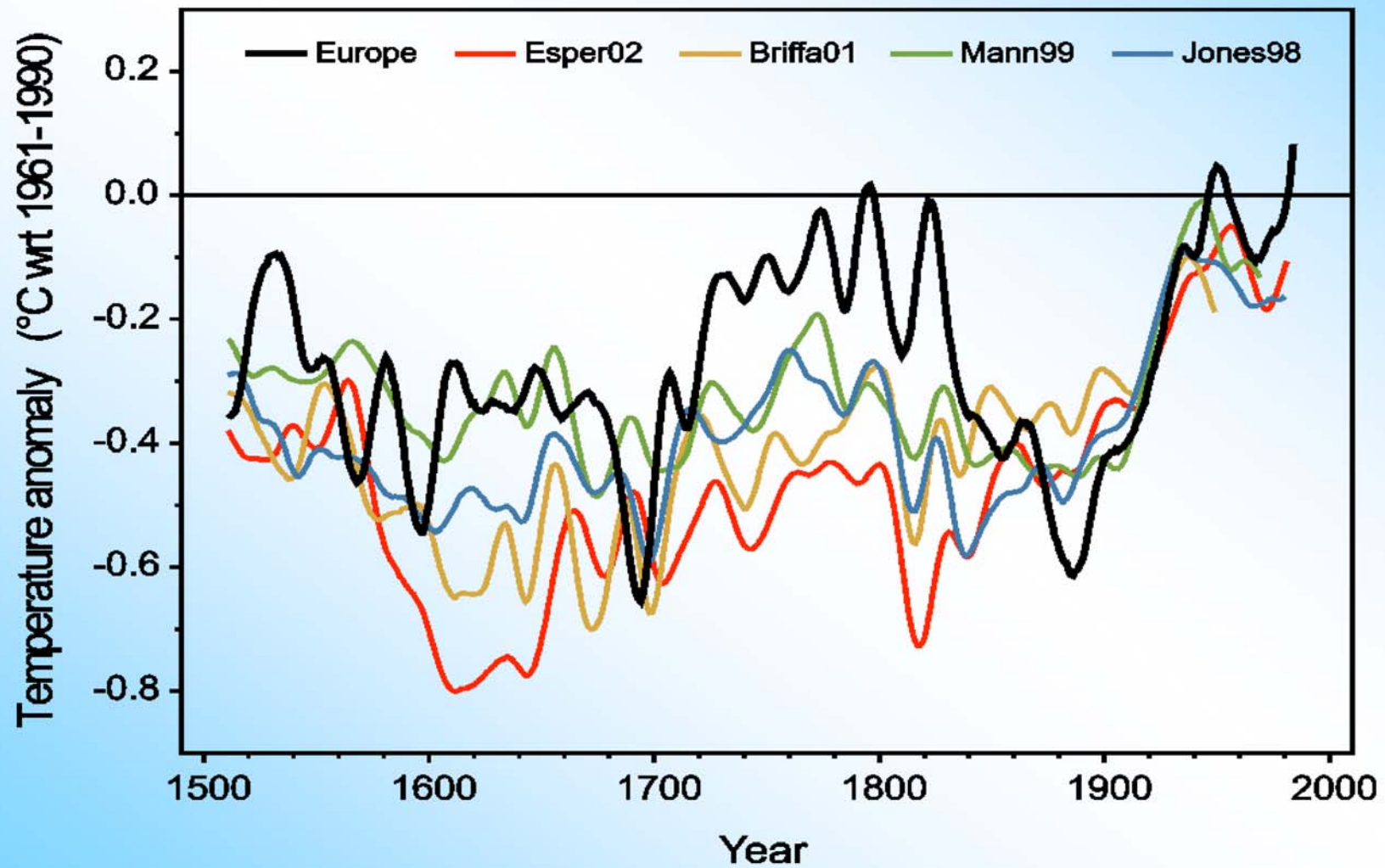
Büntgen et al. 2005

Gemeinsamkeiten und Unterschiede in hemisphärischen Temperaturekonstruktionen

Reconstructed Temperature



500-Jahr Europa und NH Temperaturen



„Ein Blick in die Zukunft...?“
(im Lichte heutiger Trends)

Klimavorhersagen sind wichtig...

Unser Leben wird von
Wetter und
Klimaereignissen geprägt...



Wettermodell

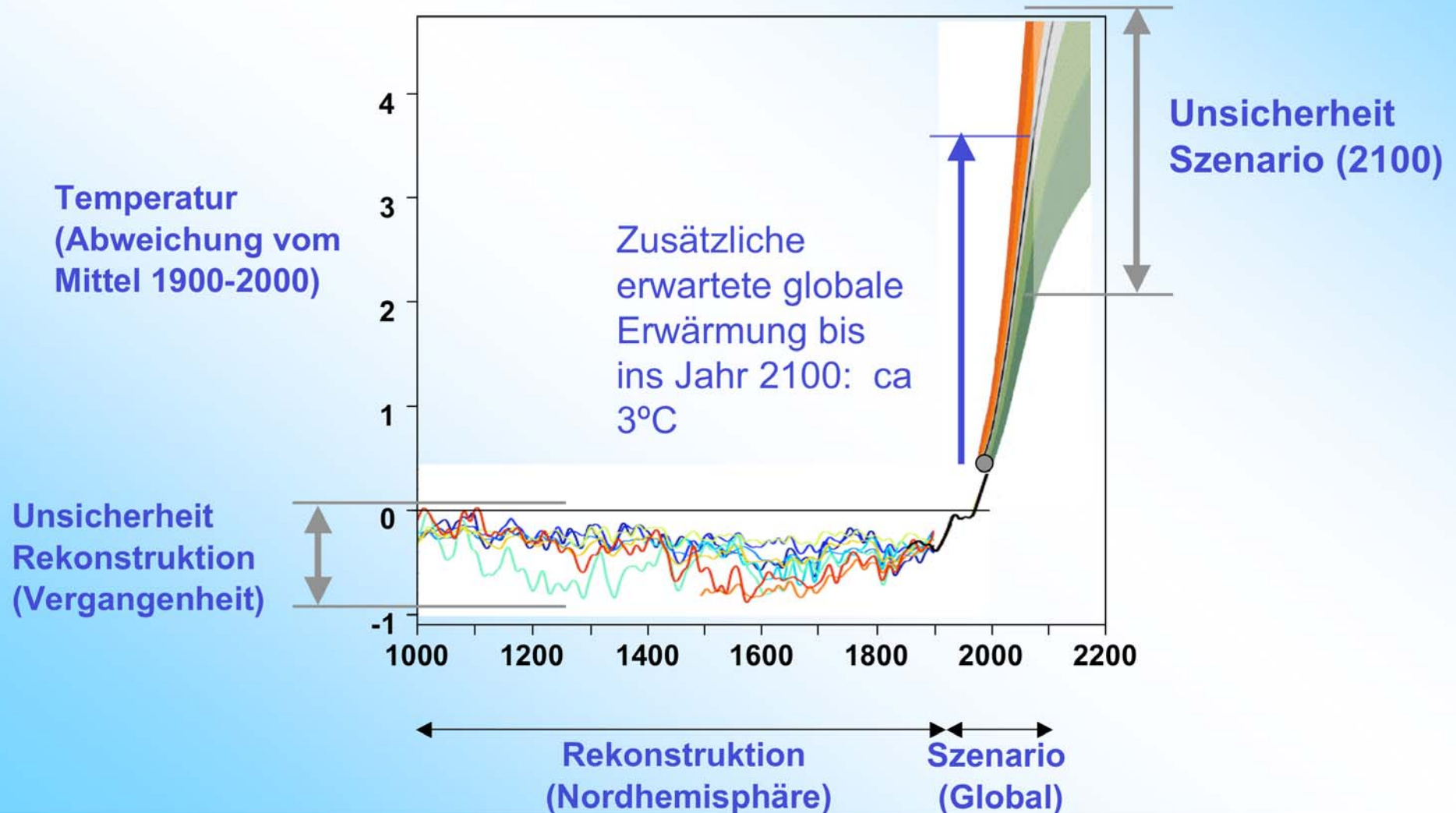
- **Dreidimensionales erdumspannendes Gitter**
- **Einige Tage in die Zukunft gerechnet**
- **Reines Atmosphärenmodell**
- **Deterministische Prognose:**
“regnet es an diesem Wochenende?”

Klimamodell

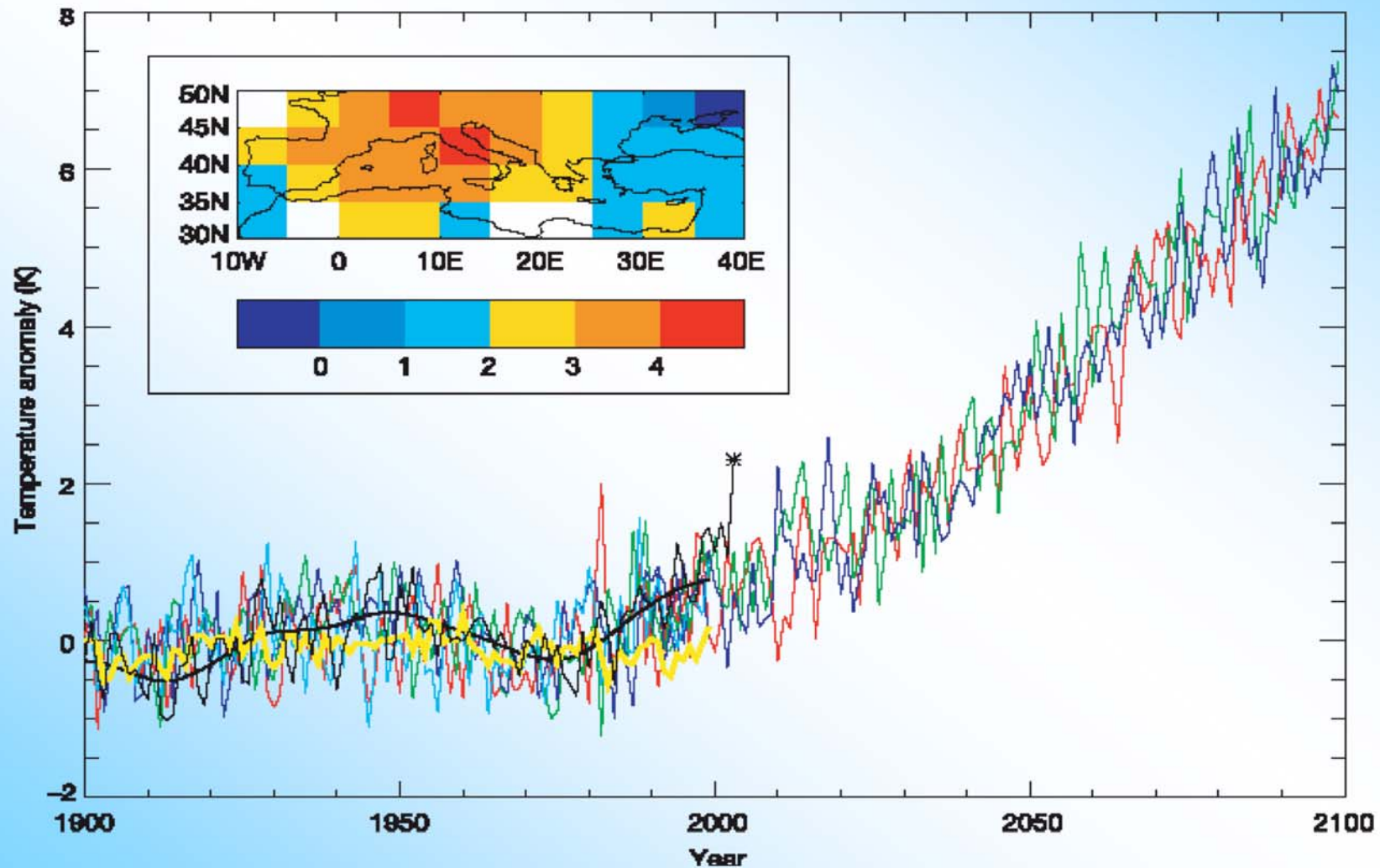
- **Dreidimensionales erdumspannendes Gitter**
- **Einige Jahrzehnte in die Zukunft gerechnet**
- **Klimasystemmodell (Atmosphäre + Ozean+ Eis + Vegetation etc.)**
- **Statistische Prognose:**
“Wie heiss werden typischerweise die Sommer Ende des 21. Jahrhunderts?”

Globale Erwärmung – Zeitraum 1000-2200

“Business as usual” Szenario (IPCC SRES A2)
CO₂ von 370 ppm (heute) auf 830 ppm (Jahr 2100)

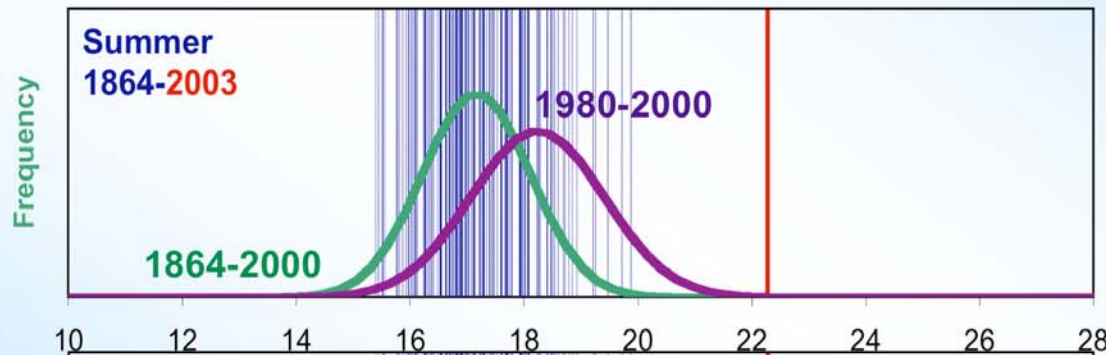


Sommertemperaturen Europas 1901-2100 (gemessen und modelliert)

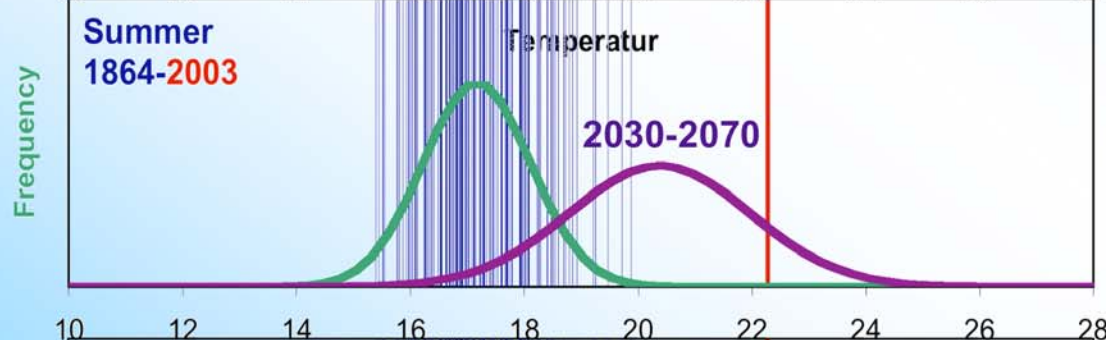


Stott et al. 2004

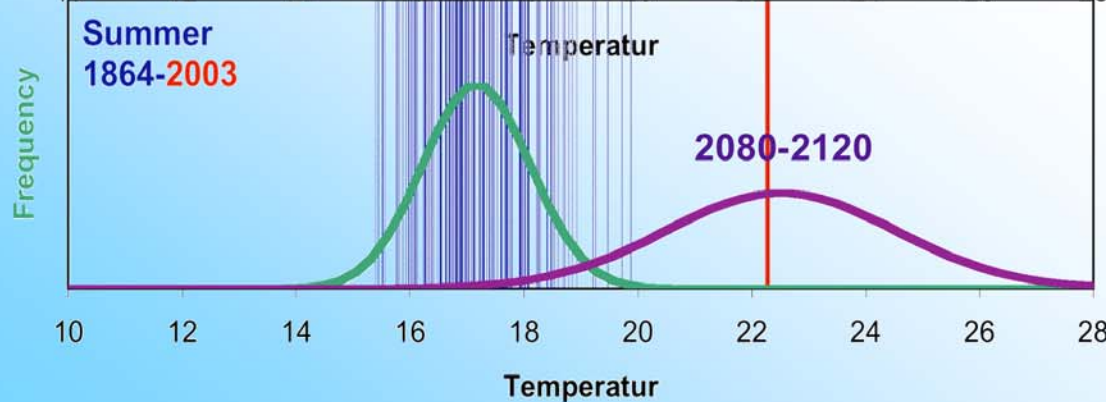
Hitzesommer à la 2003 in der Zukunft



Gegenwart



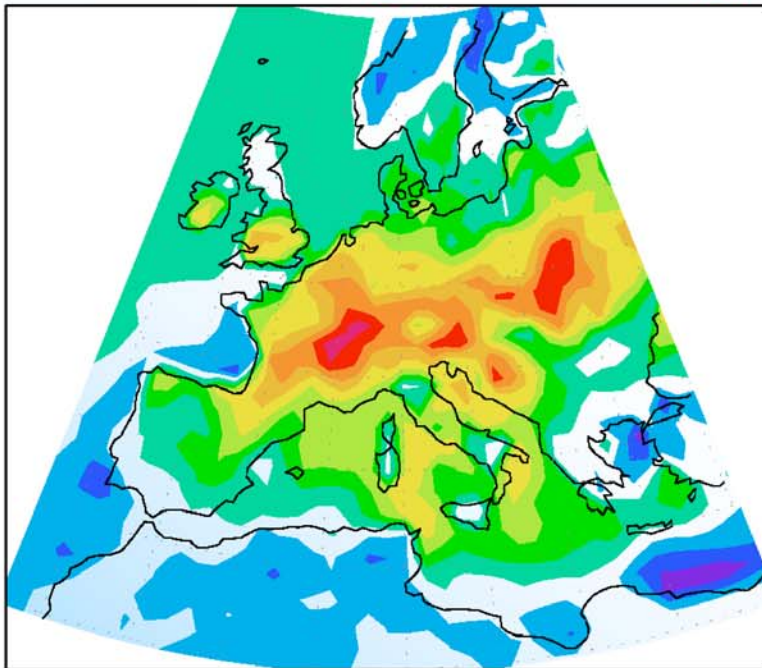
Mitte des 21. Jahrhunderts



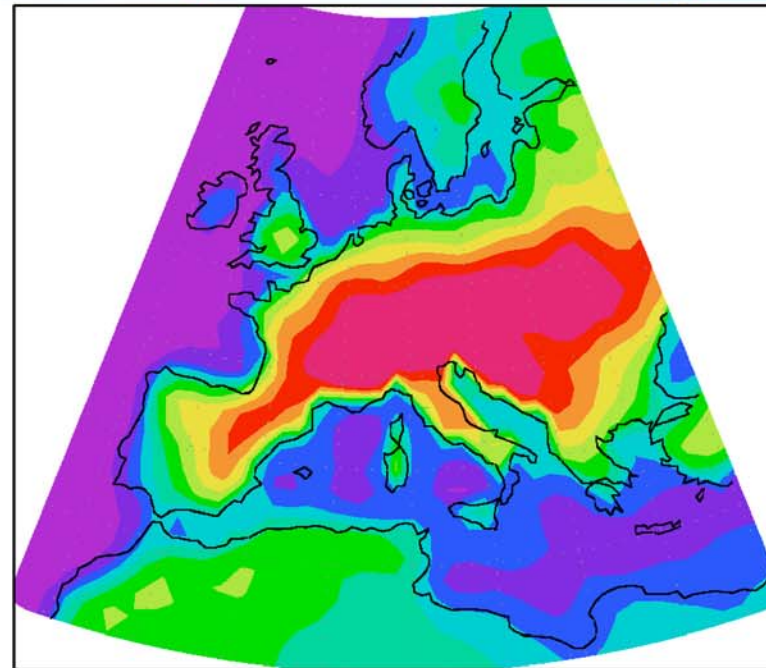
Ende des 21. Jahrhunderts

Klimaänderungsszenario bei verdoppeltem CO₂ Gehalt Sommer Europa

Verdunstungsänderung



Temperaturänderung



Sommer 2003 : + 5.4°C



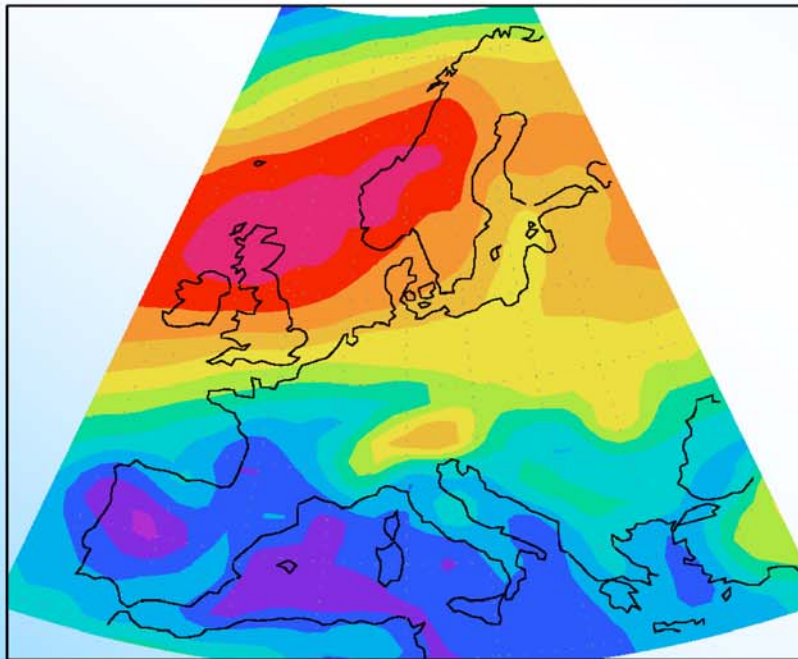
MM/DAY



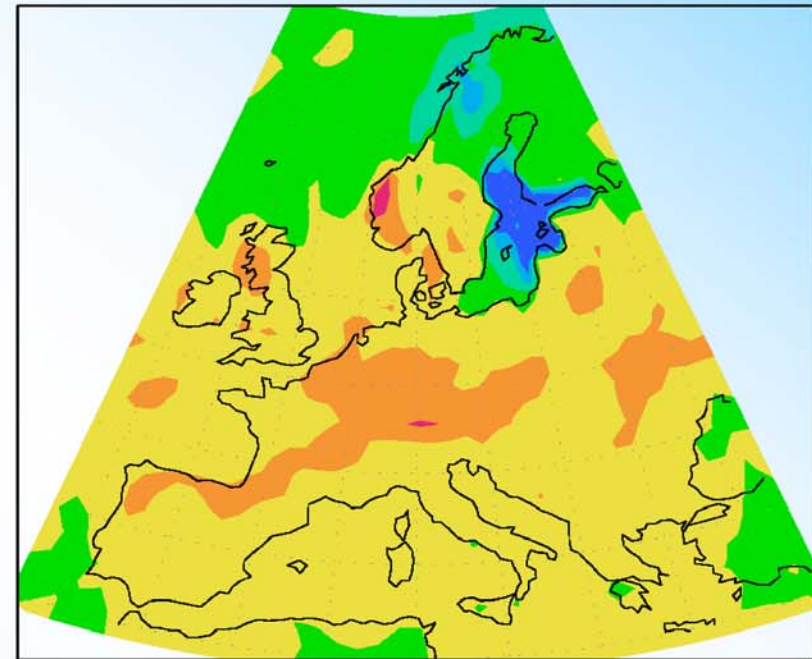
C

Klimaänderungsszenario bei verdoppeltem CO₂ Gehalt Sommer Europa

SEA LEVEL PRESSURE

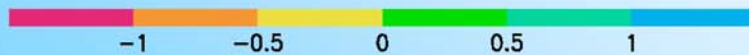
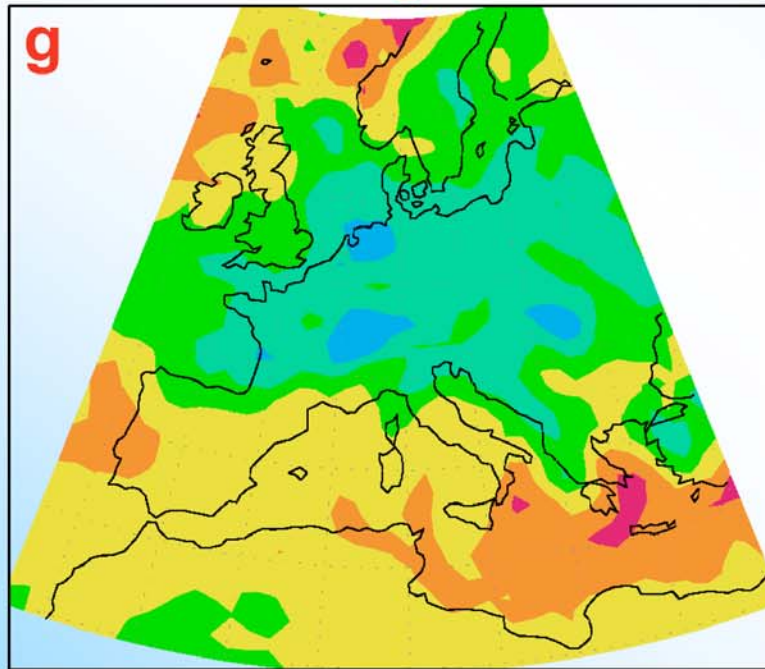


PRECIPITATION



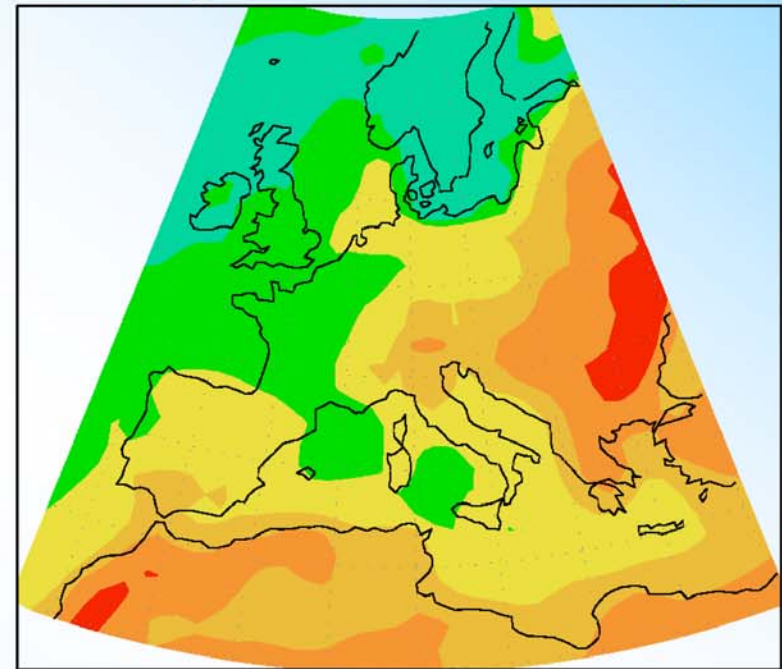
Klimaänderungsszenario bei verdoppeltem CO₂ Gehalt, Winter Europa

Niederschlagsänderun



MM/DAY

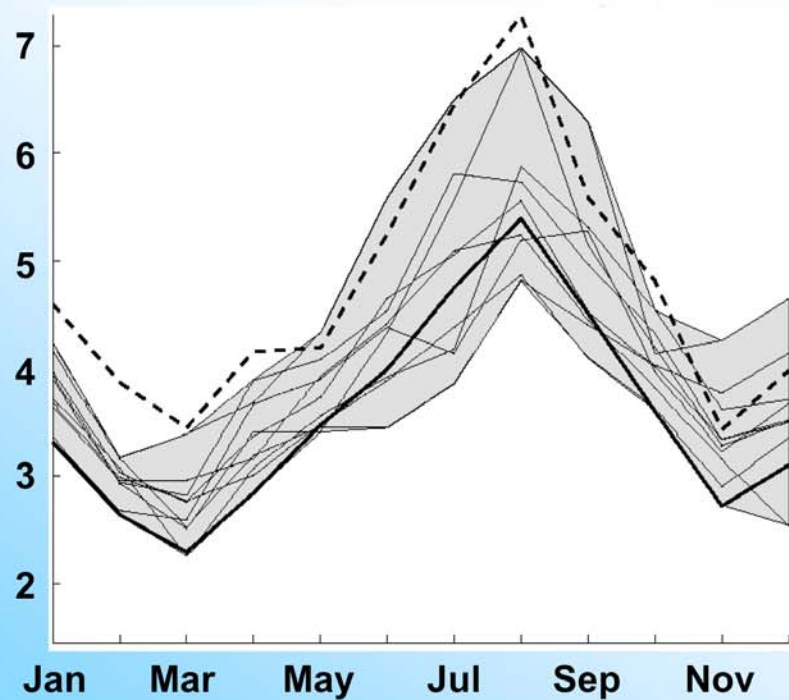
Temperaturänderung



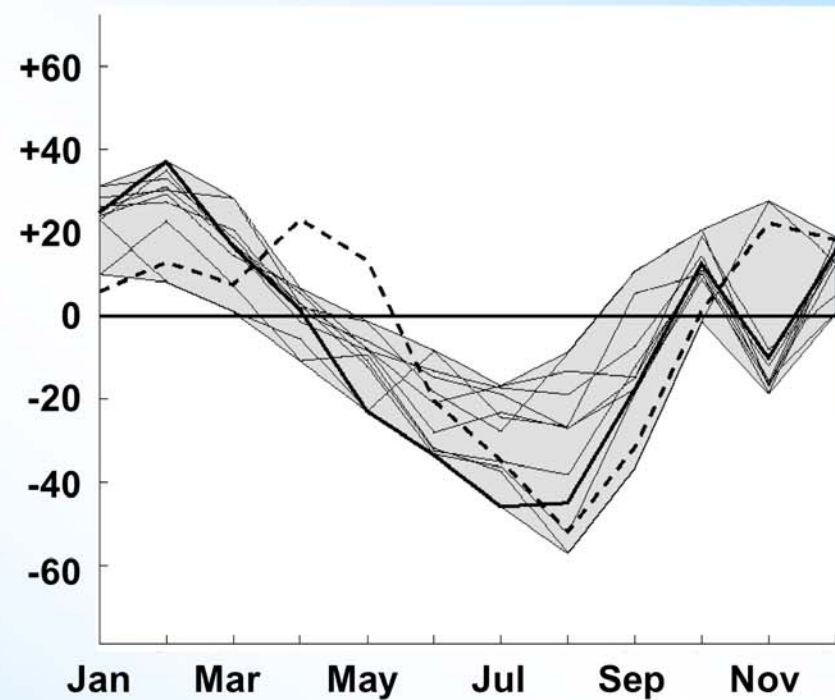
© M. Wild, ETH

Szenarien Alpenraum, 2071-2100 versus 1961-1990

Temperatur [°C]



Niederschlag [%]



Änderung von Extremen

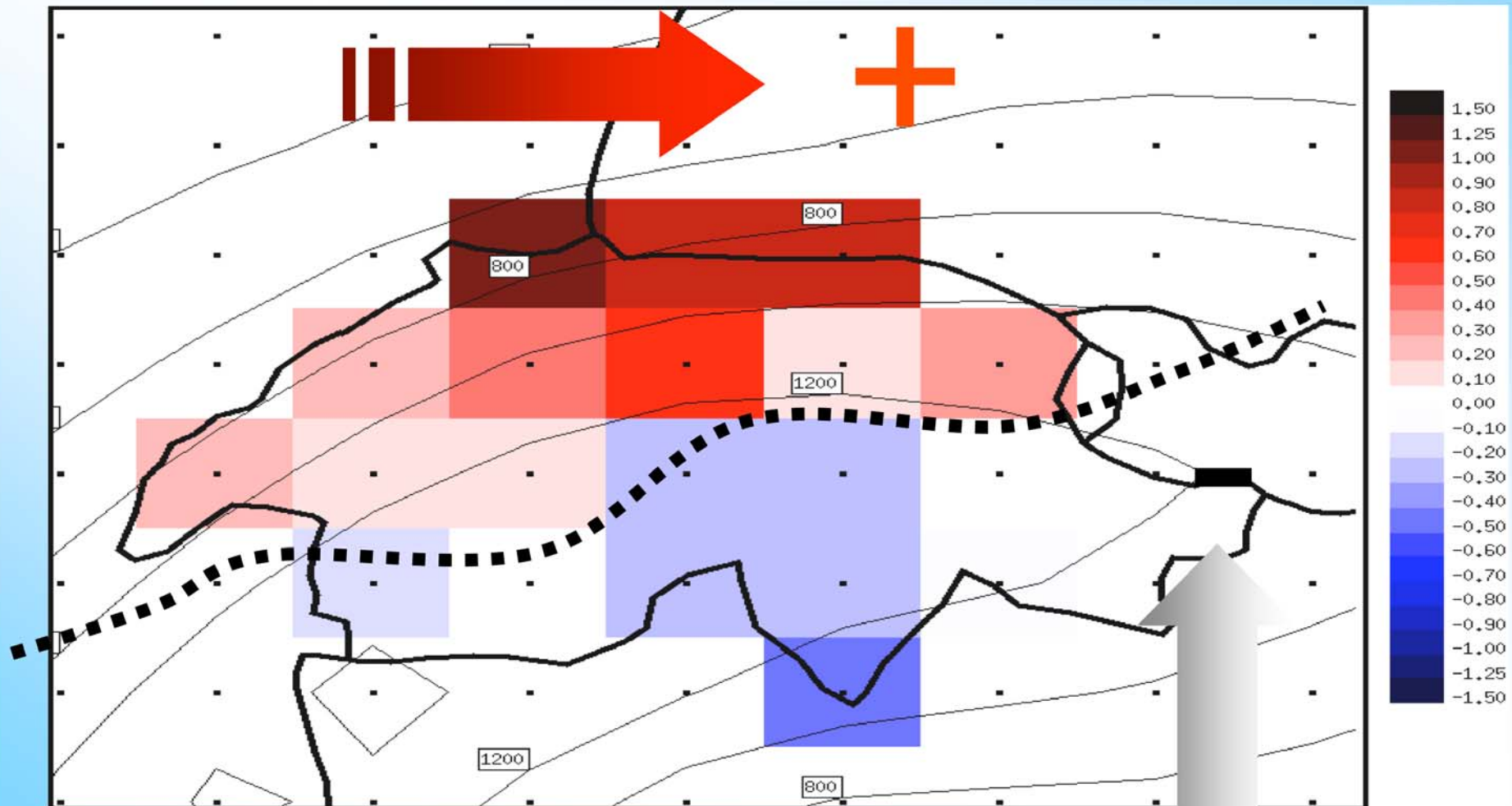
Wärmeres Klima ---> mehr Energie im System



Mehr und intensivere Wetter Extreme?



Änderung der Winter Stürme in der Schweiz zwischen 2071-2100



Zusammenfassung 1

- Wir leben in einer sehr warmen Zeit mit mässigen Schwankungen seit 1500
- Die letzten Dekaden waren die wärmsten der letzten 500 Jahre, starker Erwärmungstrend
- Die rezente Erwärmung kann nicht mehr mit natürlichen Einflüssen allein erklärt werden.
- Künftig wird in Europa/Alpenraum mit heisseren und trockneren Sommern zu rechnen sein
- Winter werden feuchter und wärmer

Zusammenfassung 2

- ‚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
- Sommer und Winterhochwasser werden in Zukunft häufiger auftreten und heftiger ausfallen,
Aber: Wann, wo und wie ein künftiges Extremereignis auftritt ist unmöglich vorherzusagen
- Hitzewellen werden häufiger
- Vermehrt zerstörerische Winterstürme

Massnahmen gegen Klimawandel: Anpassung und Abschwächen

- Schutzmassnahmen (Raumplanung, technische Bauten)
- Diversifizierung und Strukturanpassung
- Effizienzsteigerung, neue Technologien und Alternativen zu CO₂ intensiven Energieträgern
- Internationaler/nationaler Klimaschutz (Emissionsreduktionen)
- Kommunikation, soziales ‚Marketing‘
- Forschung

A scenic sunset over a body of water. The sun is a bright yellow-orange orb partially obscured by a dark cloud, positioned just above a range of low mountains. The sky is filled with large, dark blue and grey clouds, some of which are illuminated from below by the setting sun, creating a soft glow. The water in the foreground is dark blue, with a shimmering reflection of the sun. In the distance, a large island or headland is visible. In the foreground, the dark silhouette of a town or village is visible, including several church spires and buildings. The overall mood is peaceful and serene.

*Herzlichen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!*