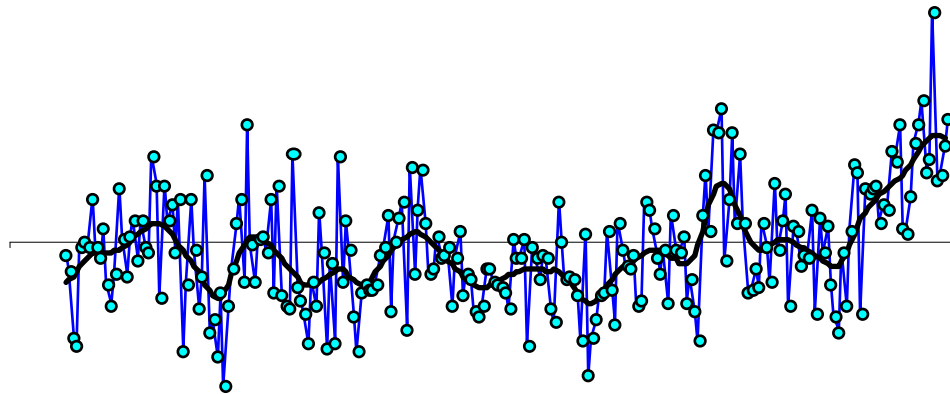


# WETTEREXTREME AUS DER SICHT DER KLIMATOLOGIE



**Reinhard Böhm**

**ZAMG-**

**Abteilung für Klimaforschung**

## Basierend auf:

### Arbeiten der Abteilung für Klimaforschung der ZAMG-Wien

(Ingeborg Auer, Reinhard Böhm, Wolfgang Schöner, Christoph Matulla und Projekt-Mitarbeiter, wie zurzeit: Christine Gruber, Johann Hiebl, Bernhard Hynek, Ivonne Anders, Manfred Ganekind, Barbara Chimani, Michael Hofstädter, Klaus Haslinger, Claudia Springer, Daniel Binder, Gernot Weyss, Konrad Türk)

in formaler und informellen Zusammenarbeit mit zahlreichen in- und ausländischen Forschungseinrichtungen wie:

### GKSS Research Centres Geesthacht

(Hans von Storch, Eduardo Zorita, Sebastian Wagner,...)

### Climatic Research Unit, Univ. of East Anglia (UK)

(Phil Jones, Dimitrios Efthimiadis, Keith Briffa...)

### Institute der Univ. Innsbruck

(Kurt Nicolussi, Christoph Spötl, Roland Psenner, Karin Koinig, Michael Kuhn,...)

### BOKU-Wien

(Michael Grabner, Sofia Leal,...)

### ISAC-CNR-Bologna und IFGA-Uni-Milano

(Michele Brunetti, Teresa Nanni, Maurizio Maugeri,...)

### WSL-Institut Zürich und GIUZ-Zürich

(Jan Esper, Ulf Büntgen, Jan Esper, Michael Zemp, Wilfried Haeberli,...)

**und mit vielen anderen mehr...**

**sowie**

**IPCC-2007, Band 1 und 2 und andere Fachliteratur**

# DIE ÖFFENTLICHE MEINUNG IST EINDEUTIG:

**Klimawandel = Katastrophe!**

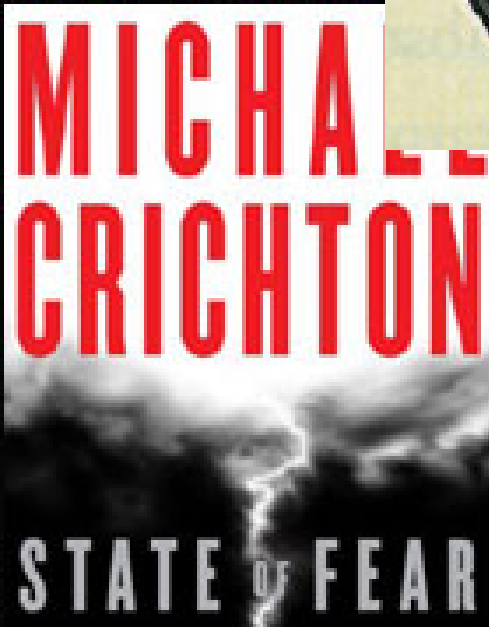
**DER JÜNGSTE BEITRAG:  
KÜRZLICH ALS  
LEITARTIKEL IM PROFIL**

Unter den Folgen, die bloße zwei Grad mehr haben können, sieht die Wissenschaft unter anderem das Aussterben der Menschheit innerhalb weniger Generationen. Bei diesen



Vorhersage  
Gluthitze  
Erstmals wurden Folgen  
Gelingt es nicht, den Ausstoß von Treibhausgasen wie Kohlendioxid deutlich zu verringern, könnten Hitzesommer wie jener im Jahr 2003 im Laufe der kommenden Jahre wesentlich häufiger und heißer werden.

**Gletscher  
unden sein.  
(2006)**



**WIR WOLLEN ES HEUTE  
ZUR ABWECHSLUNG  
EINMAL RATIONAL  
VERSUCHEN!**

itztagung

# **Geplanter Inhalt**

## **URSACHEN:**

**Wie funktioniert Klimawandel  
(äußere und innere Klimaantriebe)**

## **TATSACHEN:**

**Fakten aus der Klimavergangenheit**

## **ERWARTUNGEN:**

**Anmerkungen zur Klimazukunft  
Klima- und sonstige Modelle – was sie können und was  
nicht**

## URSACHEN:

### Wie funktioniert Klimawandel (äußere und innere Klimaantriebe)

## TATSACHEN:

Faktoren aus der Klimaveränderlichkeit

(wie rekon

**KLIMAAANTRIEBE**

dabei heraus)

## ERWARTUNGEN:

Anmerkungen zur Klimazukunft

Klima- und sonstige Modelle – was sie können und was nicht

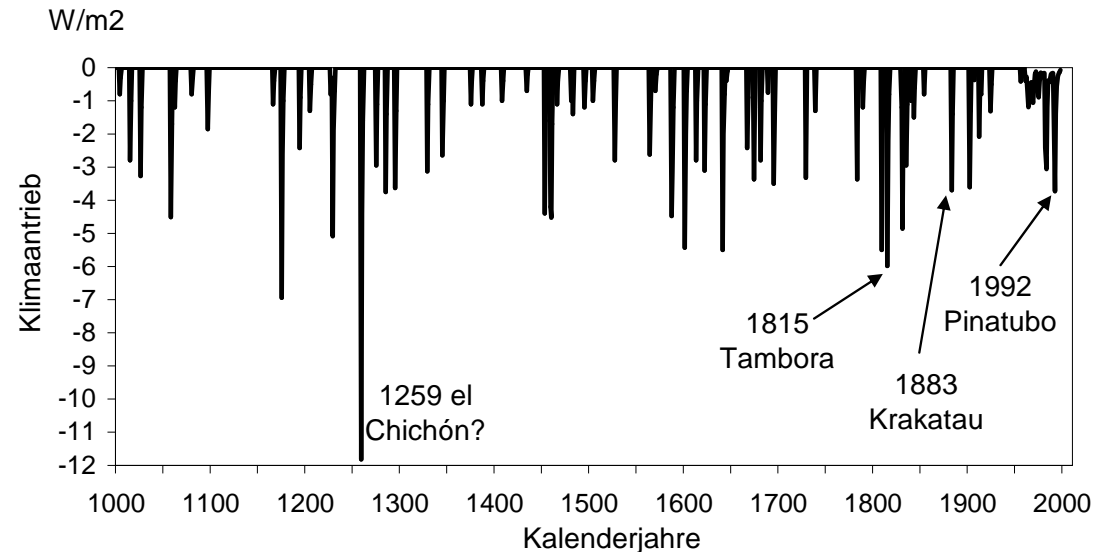
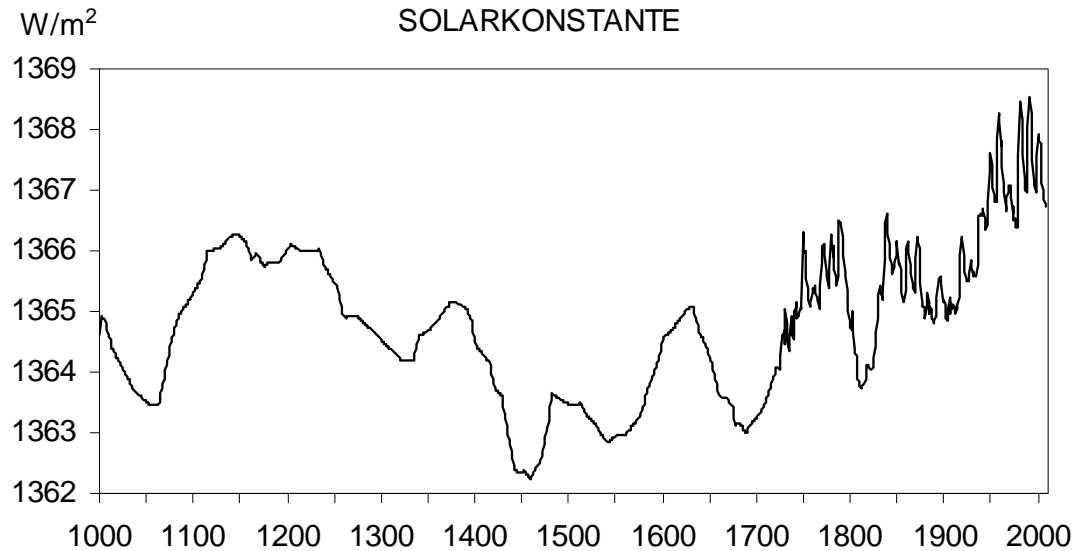
# Natürliche Klimaantriebe auf der mittleren Zeitskala:

## 1000 Jahre

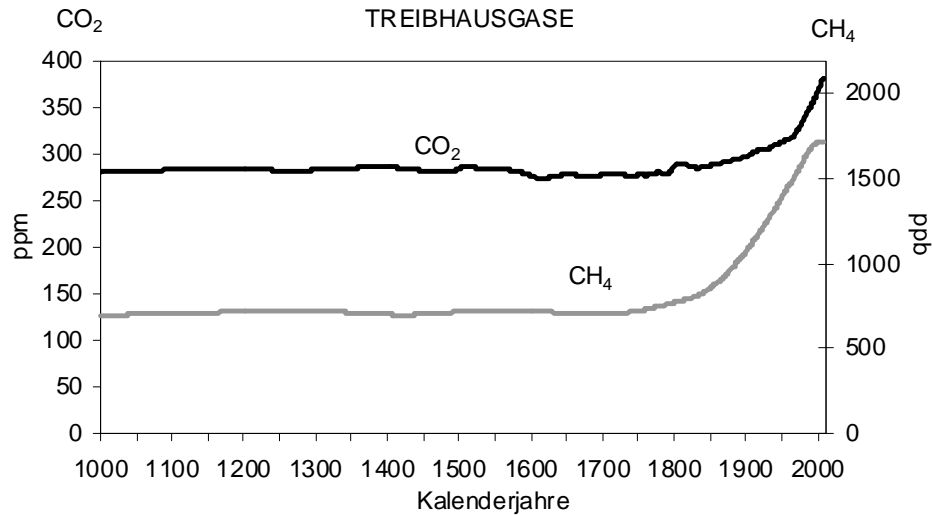
Rekonstruktion der zeitlichen

**Variabilität der  
„Solarkonstante“:**

Schwarz: Aus direkten  
Satellitenmessungen,  
Sonnenfleckenbeobachtungen  
(Lean et al., 2000)  
und aus aus kosmogenen Baum-  
Jahring-  $^{14}\text{C}$ - und  $^{10}\text{Be}$ -Isotopenreihen  
aus Eisbohrkernen (Bard et al., 2000,  
Solanki et al., 2004)



## NETTO-EFFEKT ERWÄRMEND

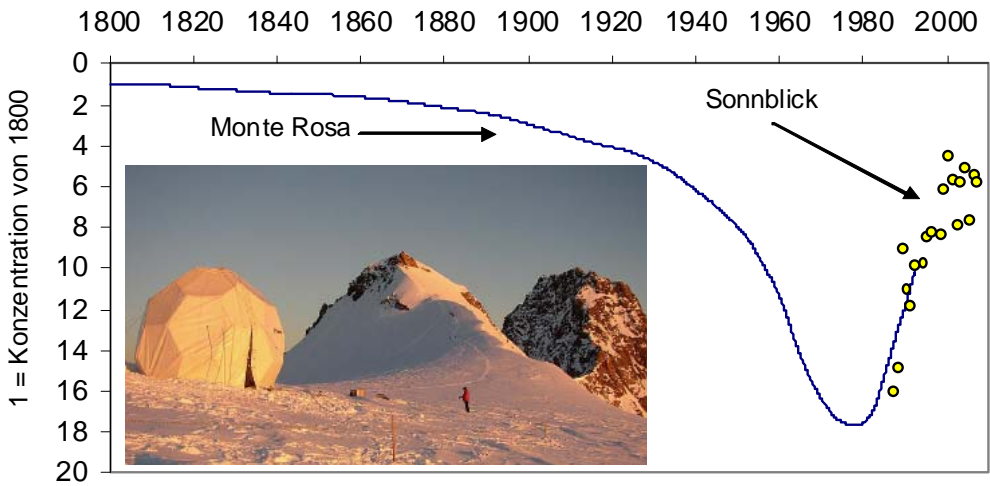


Entwicklung von zwei der  
**langlebigen**  
**Treibhausgase**

1500-2007 aus Eisbohrkernen  
und aus direkten Messungen,  
Quelle: Robertson et al, 2001  
(aktualisiert)

## NETTO-EFFEKT ABKÜHLEND

SULFAT IN SCHNEE UND EIS

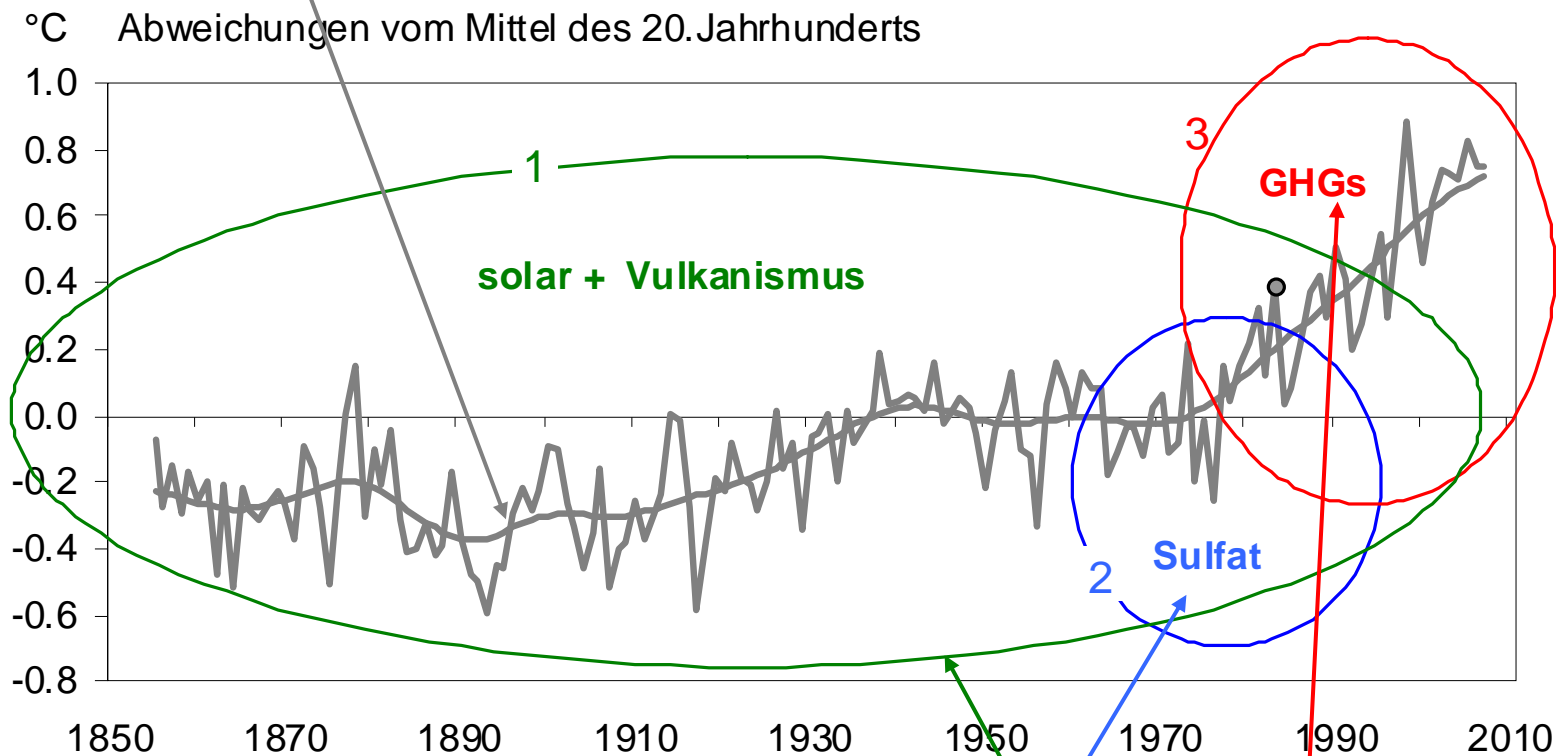


**Sulfatgehalt** im Firn und Eis der  
Hochalpen. Kombiniert aus den stark  
geglätteten Daten eines Eisbohrkerns (Colle  
Gnifetti, 4450m, Monte Rosa Gipfelzone) seit  
1800 mit jährlichen Messungen im  
Winterschnee im Sonnblickgebiet (3100m,  
Hohe Tauern) seit 1982  
Quellen: Wagenbach, pers. Mitt, 2008 und Schöner,  
1995 (aktualisiert bis 2007)



# Natürlich – anthropogen GLOBAL

## Temperaturentwicklung global, 1855-2007



Die vier wirksamen Haupt-Klimaantriebe der letzten 150 Jahre



## URSACHEN:

Wie funktioniert Klimawandel  
(äußere und innere Klimaantriebe)

## TATSACHEN:

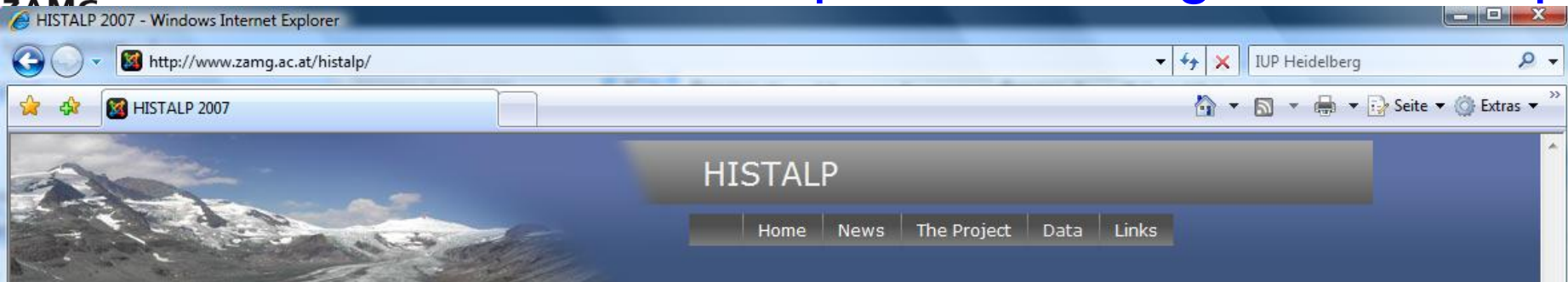
**Fakten aus der Klimavergangenheit**  
(auf der Basis unserer HISTALP-Datenbank)

## ERWARTUNGEN:

Anmerkungen zur Klimazukunft  
Klima- und sonstige Modelle – was sie können und was nicht

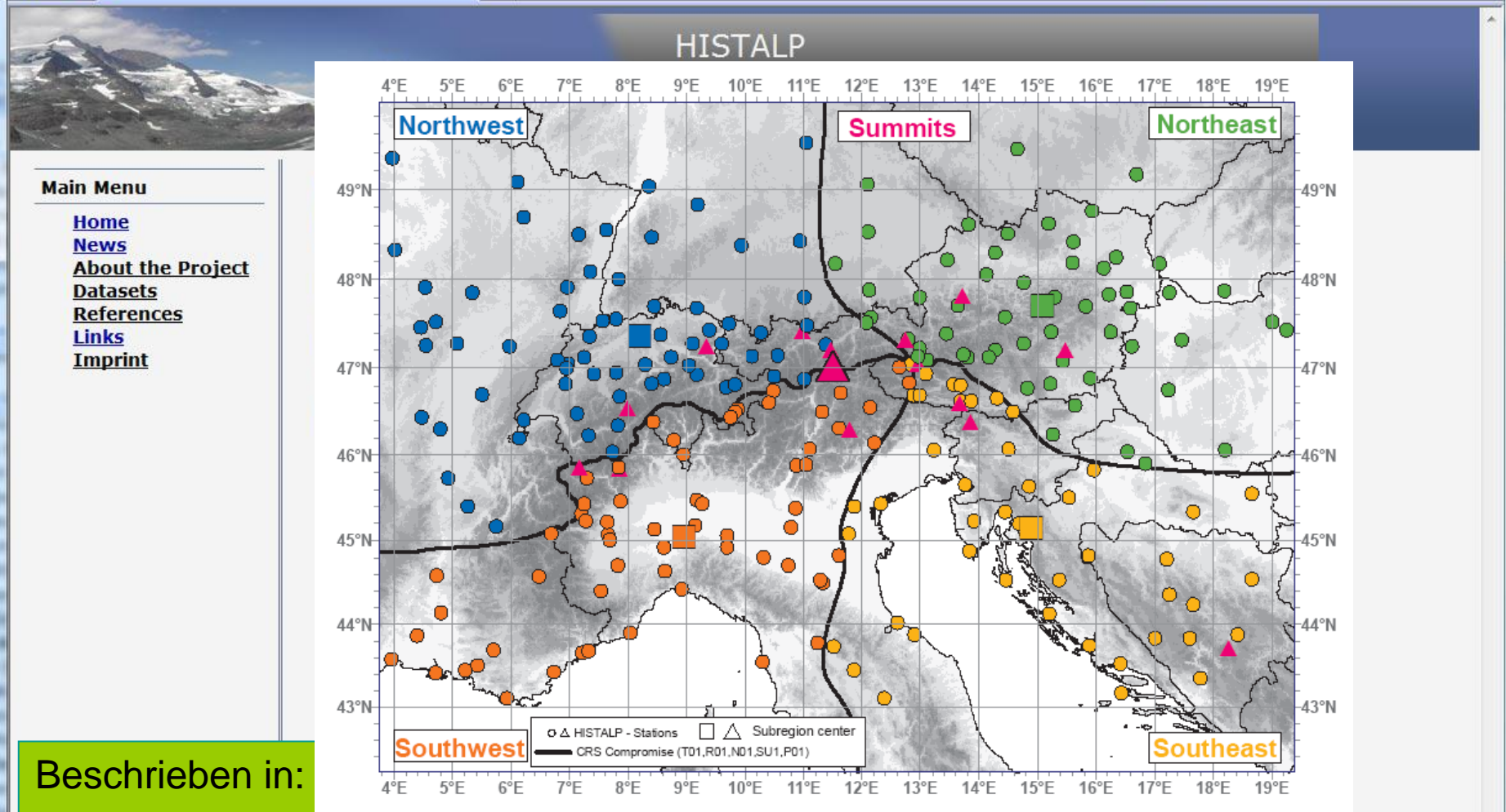


Seit kurzem im Web: <http://www.zamg.ac.at/histalp>



HISTALP ist ein:  
räumlich dichter (über 200 Einzelstationen)  
multipler (sieben Klimaelemente)  
langer (längste Reihen zurück bis 1760)  
qualitätsgeprüfter (tausende Inhomogenitäten und Ausreißer entfernt)  
lückenloser (ursprüngliche Ausfallsrate ca. 5%)  
Klimadatensatz aus dem Großraum Alpen (4-19°E, 43-49°N)

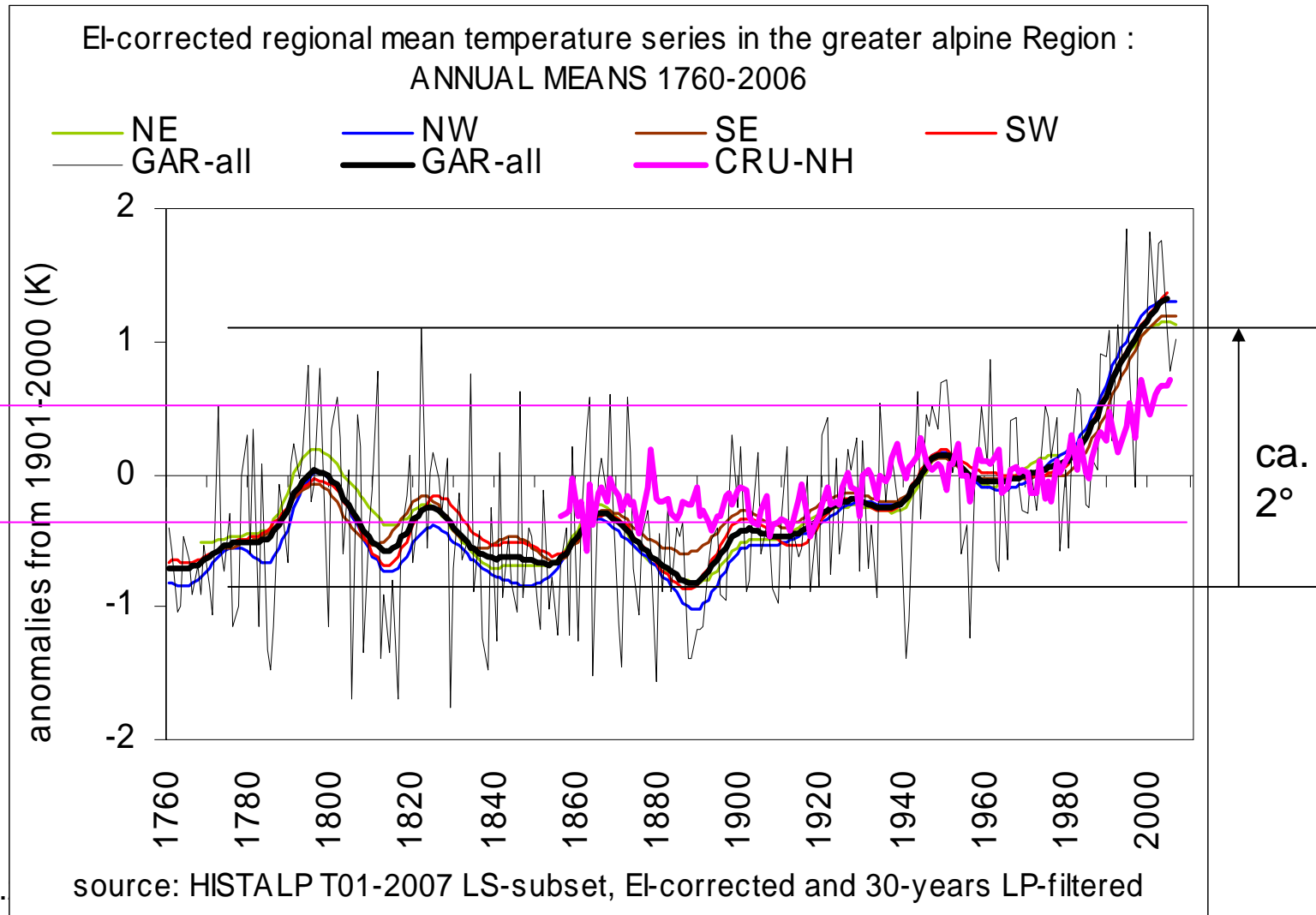
Die Daten wurden von zahlreichen (mehr als 20) Providern aus 10 Alpenländern gesammelt und vorläufig als geschlossener Datensatz in „station-mode“ und in 2 verschiedenen „grid-modes“ aufbereitet.



## Beschrieben in:

Böhm R, Auer I, Schöner W, Ganekind M, Gruber C, Jurkovic A, Orlik A, Ungersböck M, 2009. Eine neue Website mit instrumentellen Qualitäts-Klimadaten für den Großraum Alpen zurück bis 1760. *Wiener Mitteilungen* **216**: 7-20

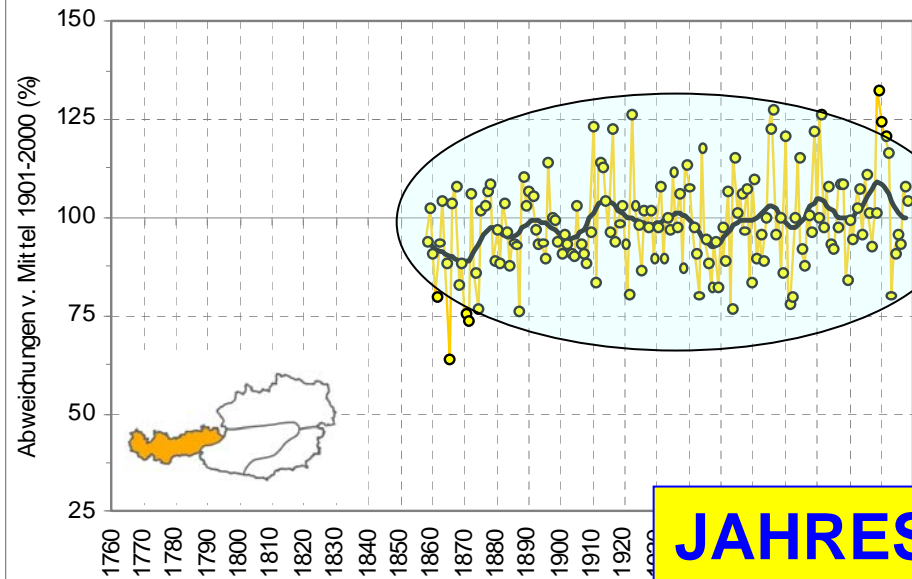
# Der Alpenraum hat sich etwa doppelt so stark erwärmt wie die gesamte Erde



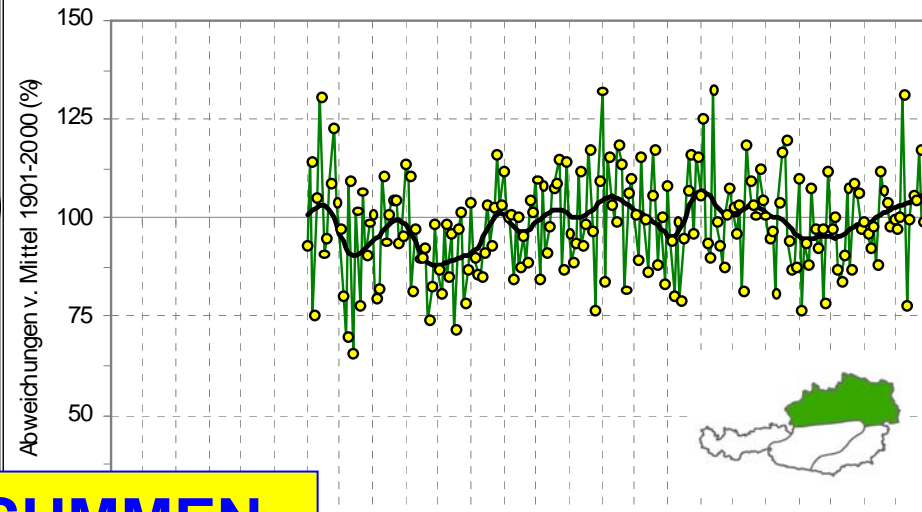
# Aktuelle Niederschlagstrends in Österreich

(aus dem regelmäßig erscheinenden HISTALP-Austria Newsletter)

AUT - Niederschlag 1858 - 2008: West Jahr (1bis12)

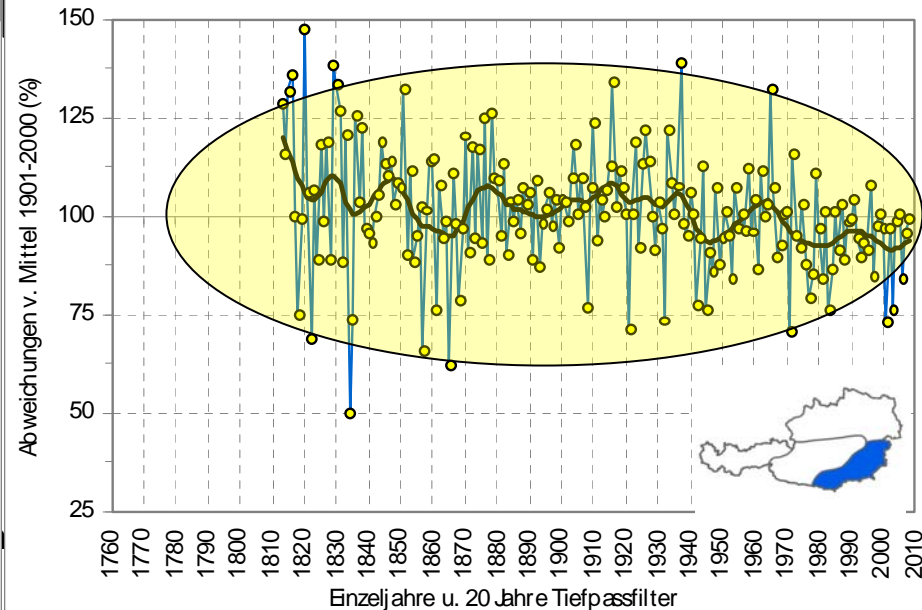


AUT - Niederschlag 1820 - 2008: Nord Jahr (1bis12)



**JAHRESSUMMEN**

AUT - Niederschlag 1813 - 2008: Südost Jahr (1bis12)

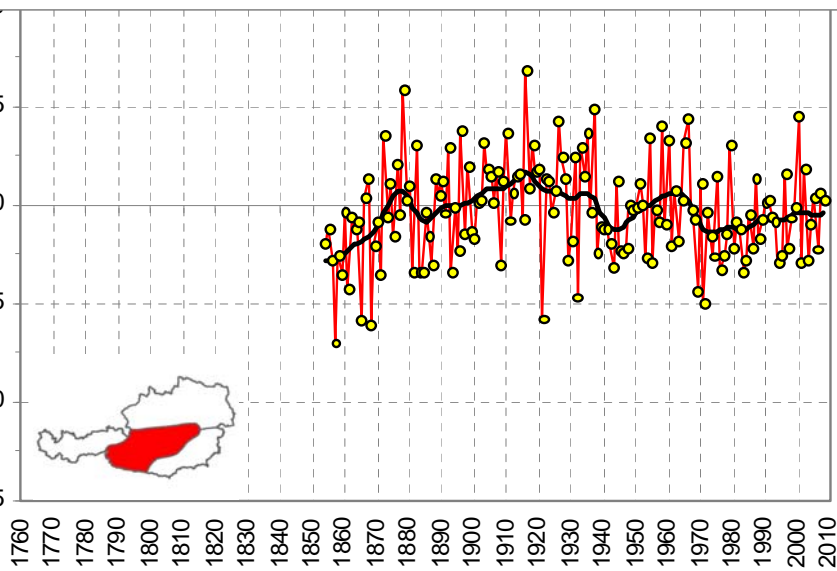


Abweichungen v. Mittel 1901-2000 (%)

Abweichungen v. Mittel 1901-2000 (%)

Abweichungen v. Mittel 1901-2000 (%)

Abweichungen v. Mittel 1901-2000 (%)



Einzeljahre u. 20 Jahre Tiefpassfilter

Einzeljahre u. 20 Jahre Tiefpassfilter

# Extremwerte:

**Öffentliche Meinung:**  
**„Das Klima wird immer verrückter“**  
**stimmt das??**



**Jänner 1951: Alter Pocher, Heiligenblut**

# Extremwerte:

**Antworten der HISTALP-Klimadaten:**

**Das gehört zu den ganz weichen „Fakten“**

**Dazu einige Beispiele:**

# Extremwerte 1:

## Trends der Varianz

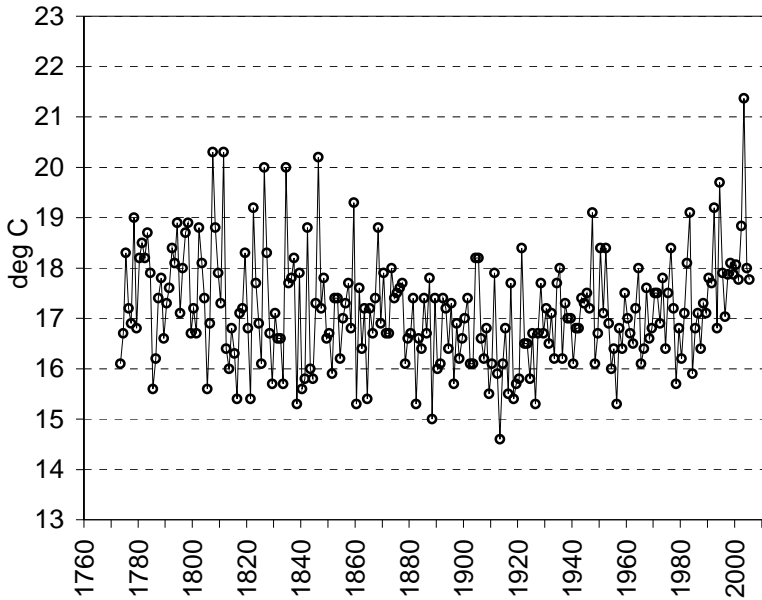
### von langen **HISTALP-Monatsdaten**

Böhm R., 2006: Veränderungen der Klimavariabilität im Großraum Alpen in der instrumentellen Periode. 7. DKT., Oct. 2006, München

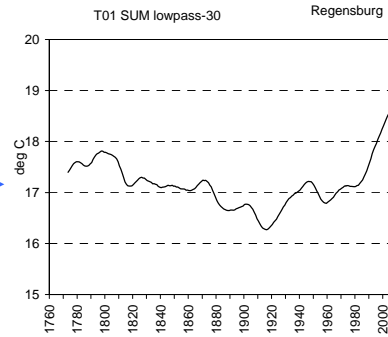


# Systematik der Analyse am Beispiel Regensburg

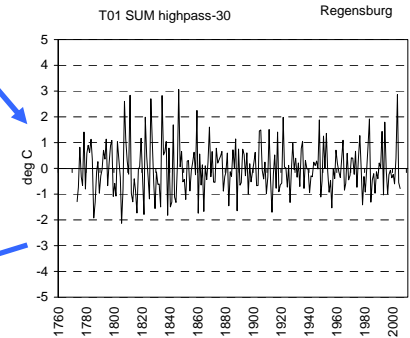
T01 SUM (JJA) Die Urreihe Regensburg



30-jähr. Tiefpass



30-jähr. Hochpass

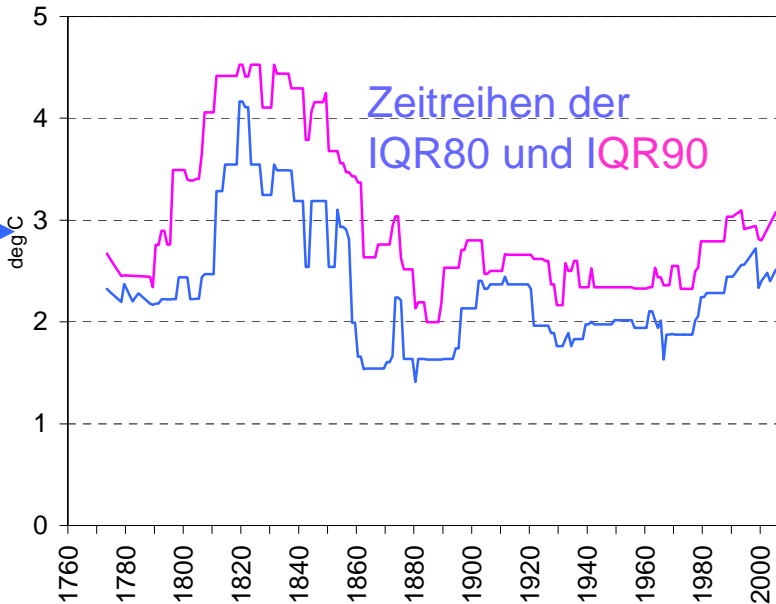
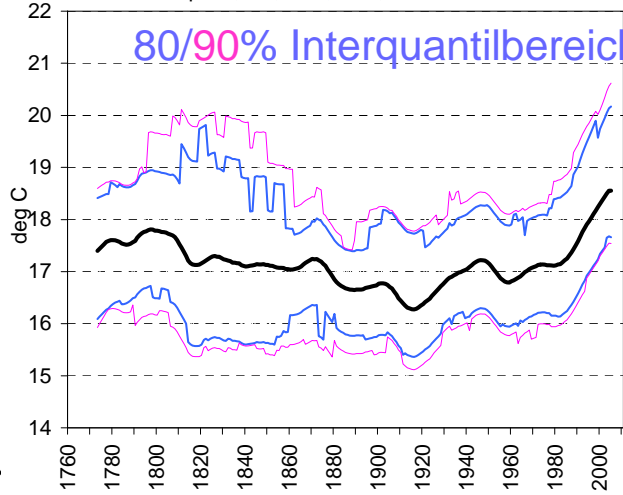


T01QR80, QR90 (30 years running windows) SUM (JJA)

— Regensburg

T01 SUM (JJA) Regensburg

F30-lowpass, Q5, Q10, Q90, Q95



23.1'

atastroph

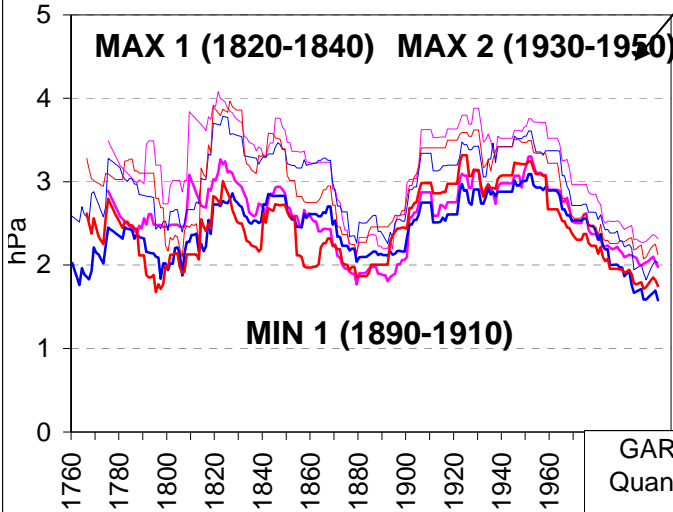
# Résumé aus 36 Langzeitreihen im Alpenraum

LUFTDRUCK

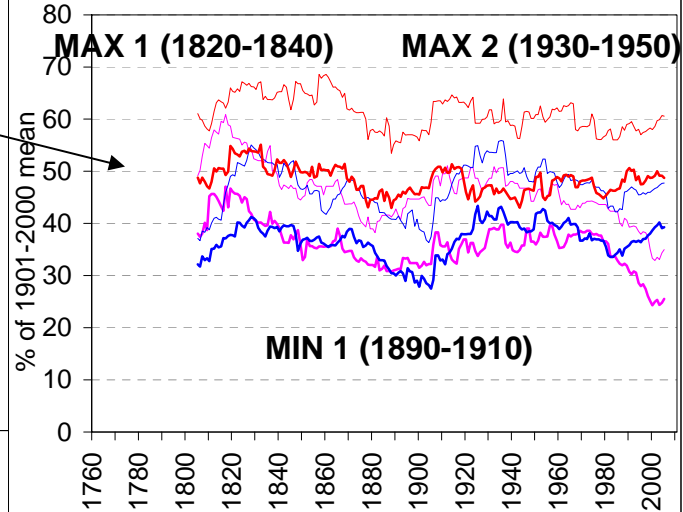
NIEDERSCHLAG

TEMPERATUR

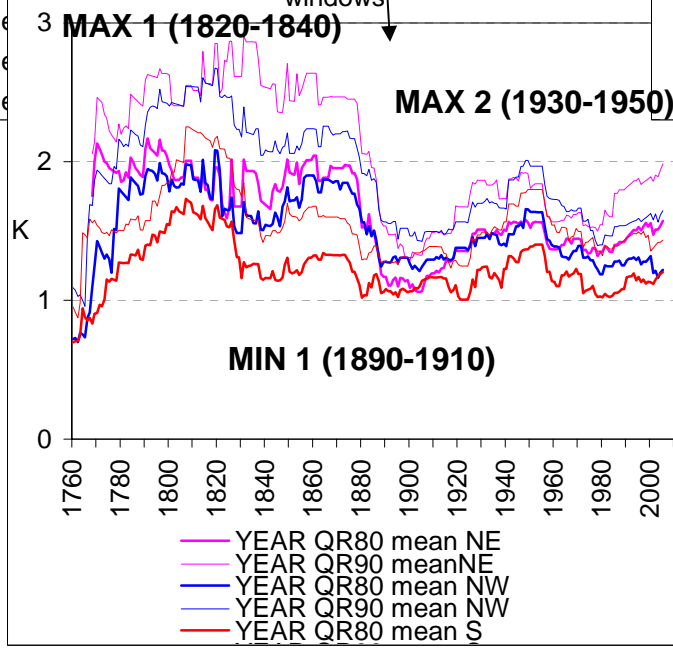
GAR NE,NW,S annual-highpass-P99 1760-2005:  
Quantile ranges (QR80, QR90) in 30 years running  
windows



GAR NE,NW,S annual-highpass-R99 1760-2005:  
Quantile ranges (QR80, QR90) in 30 years running  
windows



GAR NE,NW,S annual-highpass-T01 1760-2005:  
Quantile ranges (QR80, QR90) in 30 years running  
windows



blau: Nordwesten  
pink: Nordosten  
rot: Süden

dick: IQR-80  
dünn: IQR-90



# Extremwerte 2:

## Die 31 extremsten Monatniederschläge der letzten beiden Jahrhunderte

**Grundlage: der ALP-IMP-grid-2 Datensatz 1800-2003**

JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 111, D01105, doi:10.1029/2005JD006120, 2006

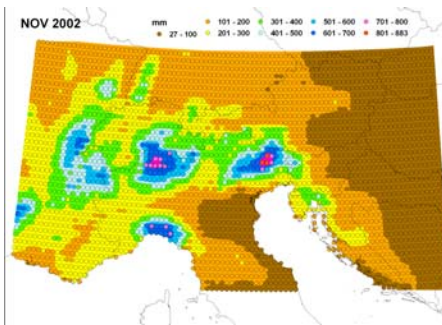
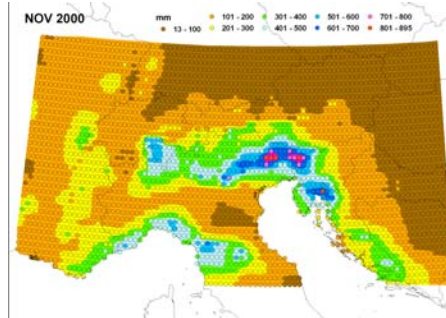
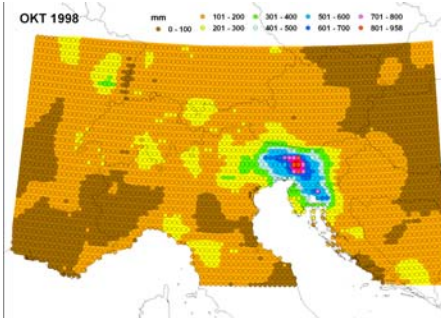
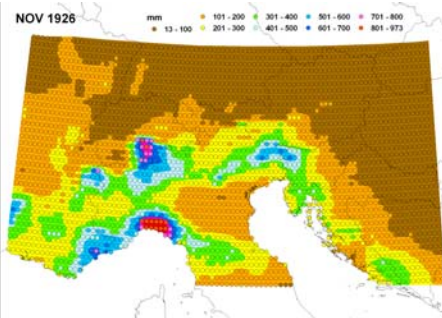
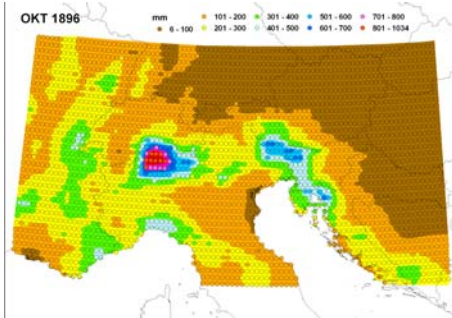
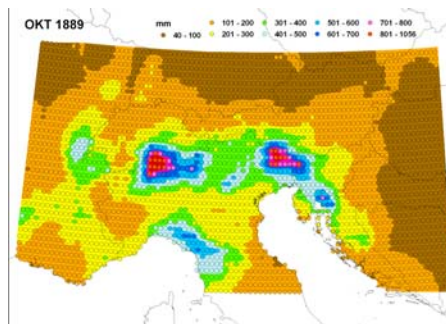
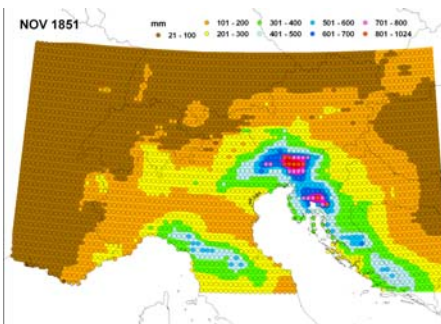
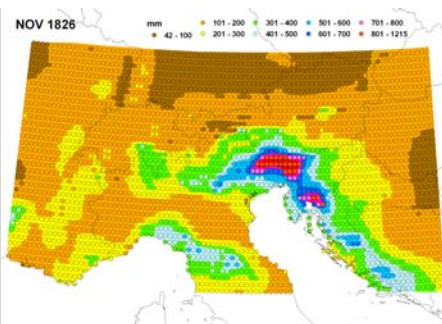
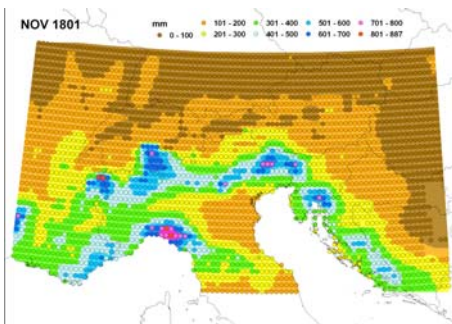
**Construction of a 10-min-gridded precipitation data set for the Greater Alpine Region for 1800–2003**

Dimitrios Efthymiadis,<sup>1</sup> Philip D. Jones,<sup>1</sup> Keith R. Briffa,<sup>1</sup> Ingeborg Auer,<sup>2</sup> Reinhard Böhm,<sup>2</sup> Wolfgang Schönert,<sup>2</sup> Christoph Frei,<sup>3</sup> and Jürg Schmidli<sup>4</sup>

# 2448 monatliche grid-Felder in 1/6 Grad Auflösung, 1800-2003

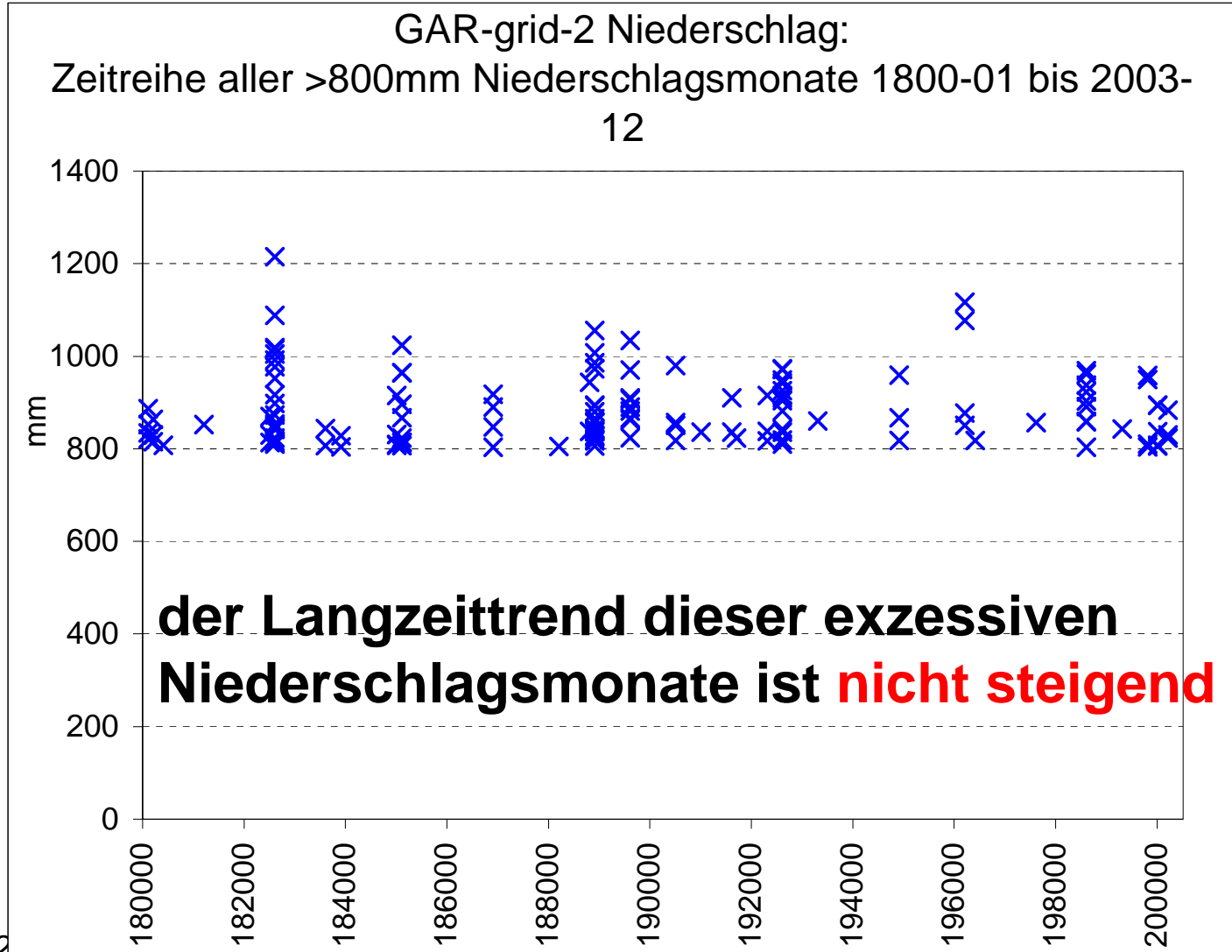
9 davon hier

(aus den 31 ganz extremen Niederschlägen von jeweils mehr als 800mm)





# Trend der extremsten Niederschläge seit 1800: (alle 31 Fälle mit mehr als 800mm/Monat)





# Extremwerte 3:

**Werden Stürme in Europa häufiger ?**

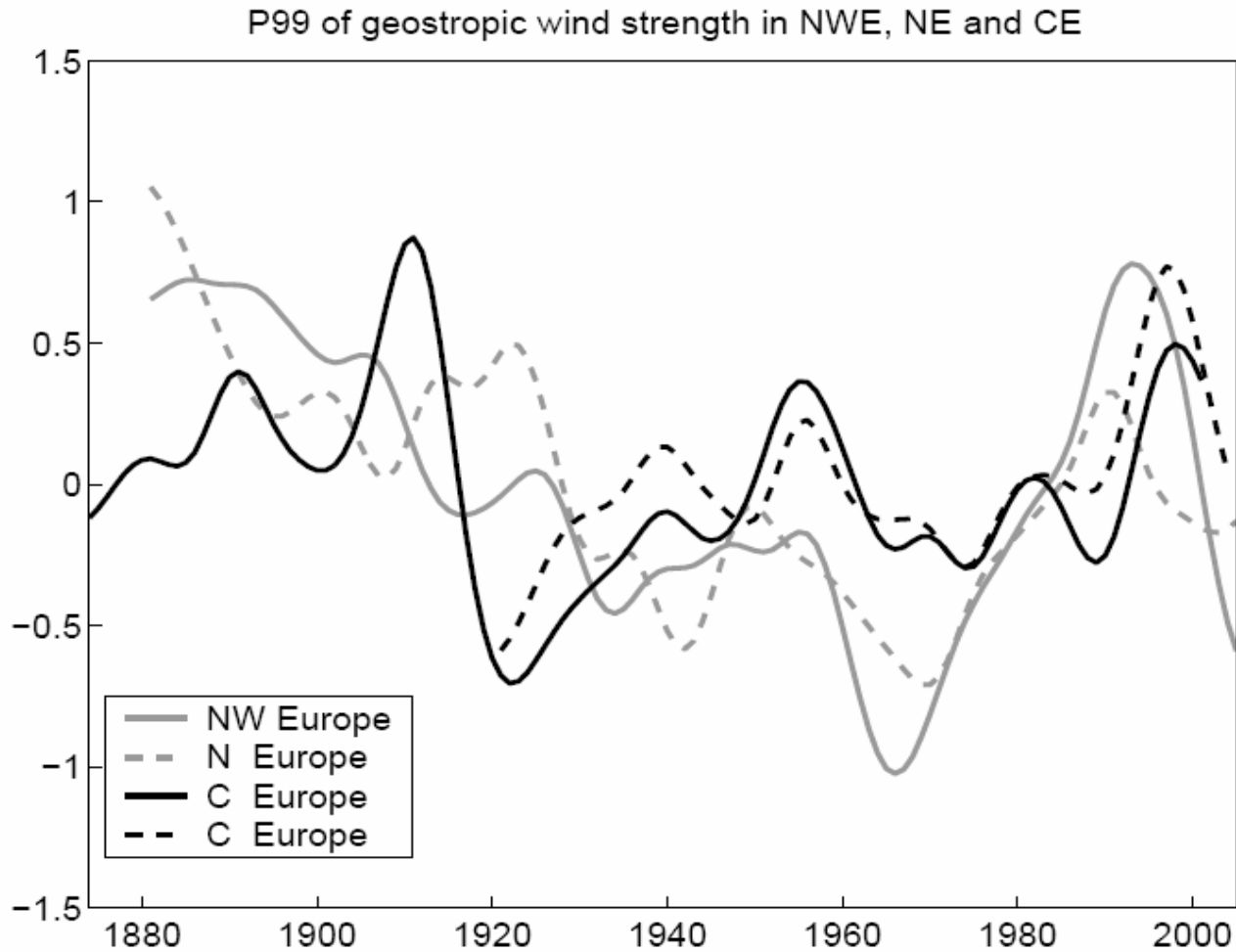
**Eine Antwort mit  
langen europäischen Tagesreihen des  
Luftdrucks**

Matulla C, Schöner W, Alexandersson H, von Storch H, Wang XL, 2007.  
European storminess: late nineteenth century to present. *Climate Dynamics* **29**:  
DOI 10.1007/s00382-007-0333-y



# STURMHÄUFIGKEIT 1870-2006

vorläufiges Resultat aus einer Analyse unserer Gruppe zusammen mit dem schwedischen und dem kanadischen Wetterdienst und dem GKSS-Institut Geesthacht





## Extremwerte 4:

# HOCHWÄSSER

**Zwei Antworten für große europäische Flüsse**

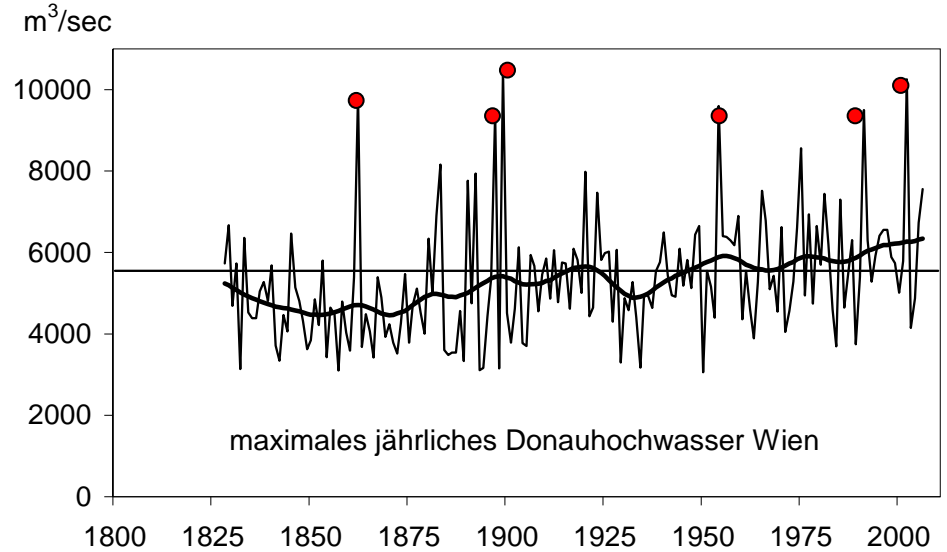




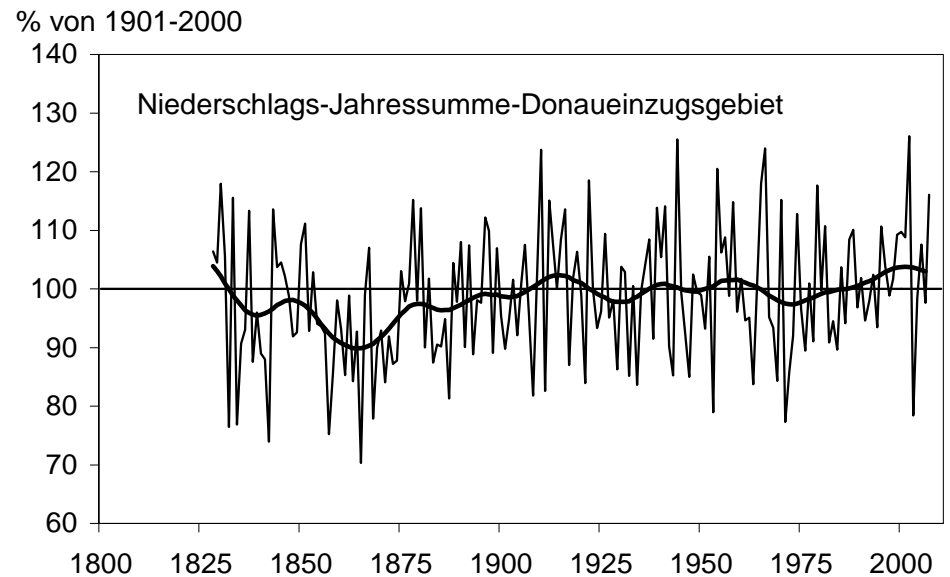
# 180 Jahre Donau

## Zeitreihe der jährlich größten Durchflussmengen der Donau

bei Wien (HQj), 1828-2006,  
Quelle: Godina R, Hydrographisches Zentralbüro,  
Wien, 2008, persönliche Mitteilung



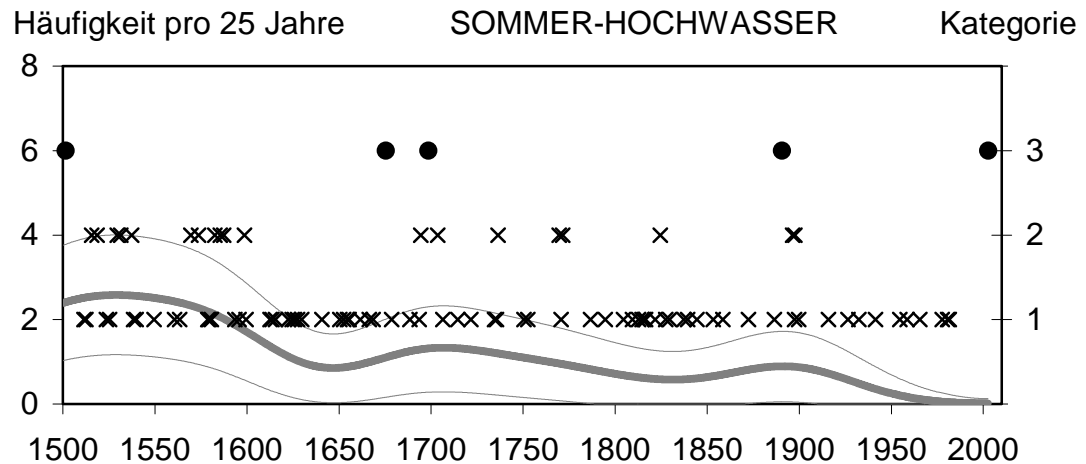
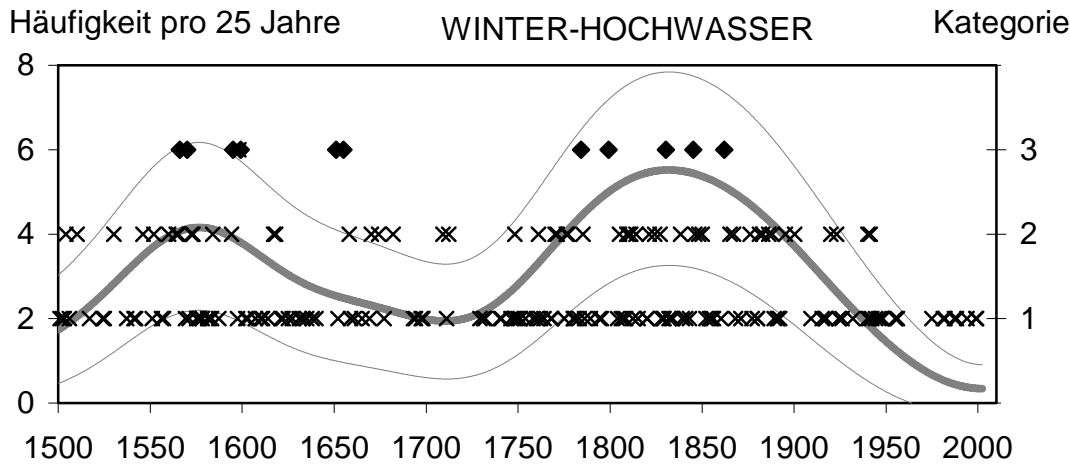
Flächenmittel der  
Jahressummen des  
Niederschlages  
im Einzugsgebiet der Donau oberhalb Wiens  
Quelle: HISTALP (Auer et al., 2007)





# 500 Jahre Elbe

500-jährige Rekonstruktion der Elbe-Hochwässer, getrennt nach Winter (oben) und Sommer (unten). Die Kreuze zeigen alle Einzelereignisse der Kategorien 1 bis 2, die Punkte jene der Kategorie 3, die dicken grauen Kurven die (geglättete) Häufigkeit der Kategorien 2 und 3 in 25 jährigen Intervallen (linke Skala). Die dünnen Linien sind ein statistischer Vertrauensbereich.



Mudelsee M, Börngen M, Tetzlaff G, Grünewald U, 2003. No upward trends in the occurrence of extreme floods in central Europe. *Nature* **425**: 166-169

23.11.2009, Tulln

6.NÖ.K

## URSACHEN:

Wie funktioniert Klimawandel  
(äußere und innere Klimaantriebe)

## TATSACHEN:

(wie rek

**KLIMASIMULATION**

ei heraus)

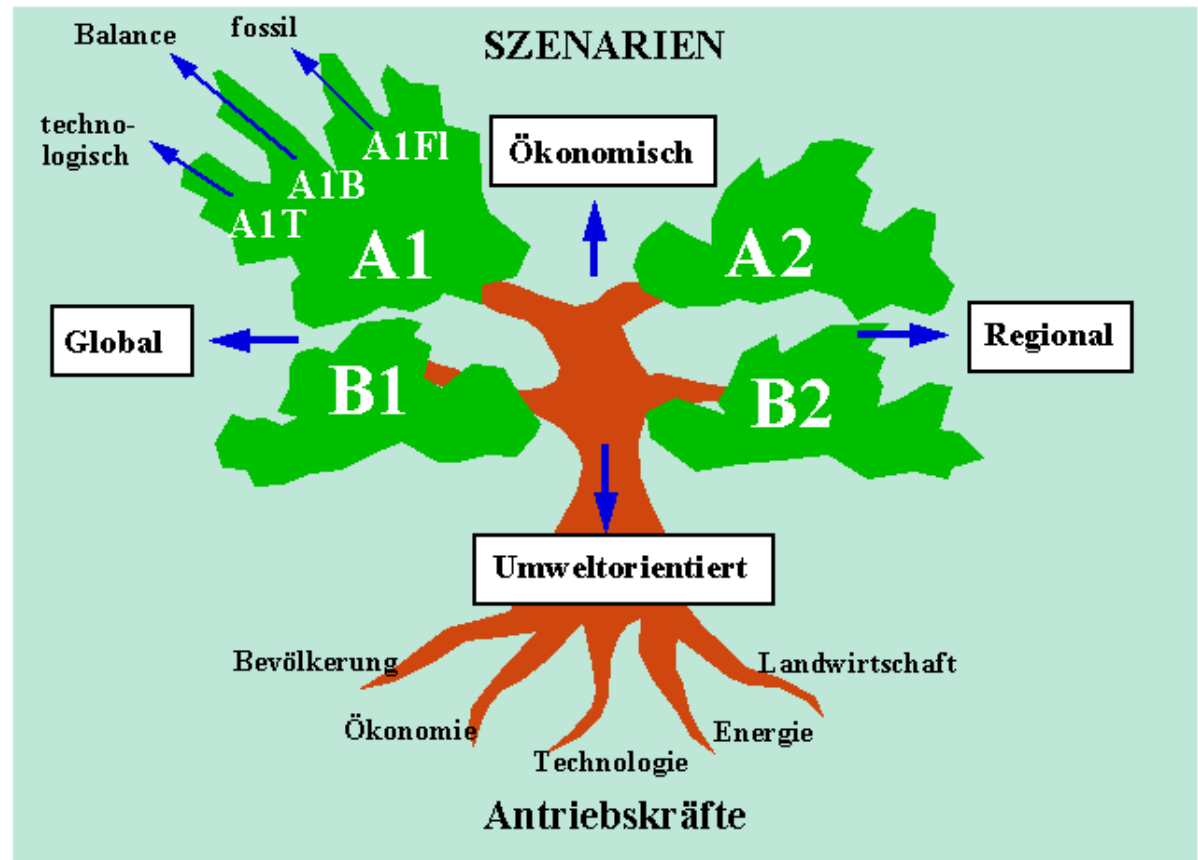
## ERWARTUNGEN:

**Anmerkungen zur Klimazukunft**

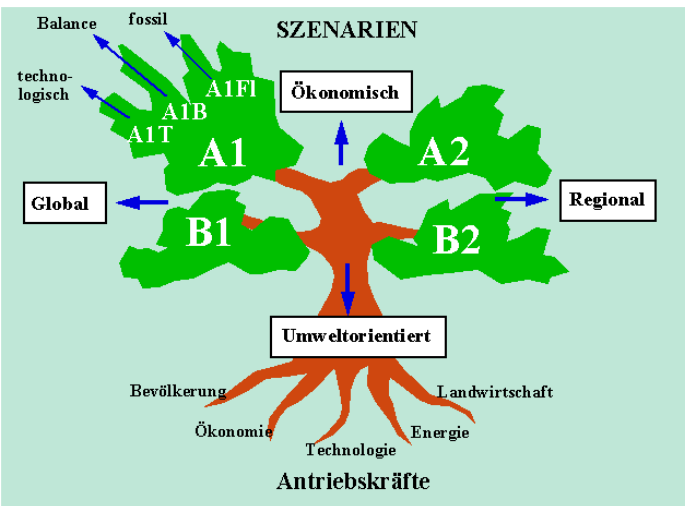
**Klima- und sonstige Modelle – was sie können und was nicht**

# IPCC-Entwicklungsszenarien für die Zukunft

IPCC Szenarienbaum

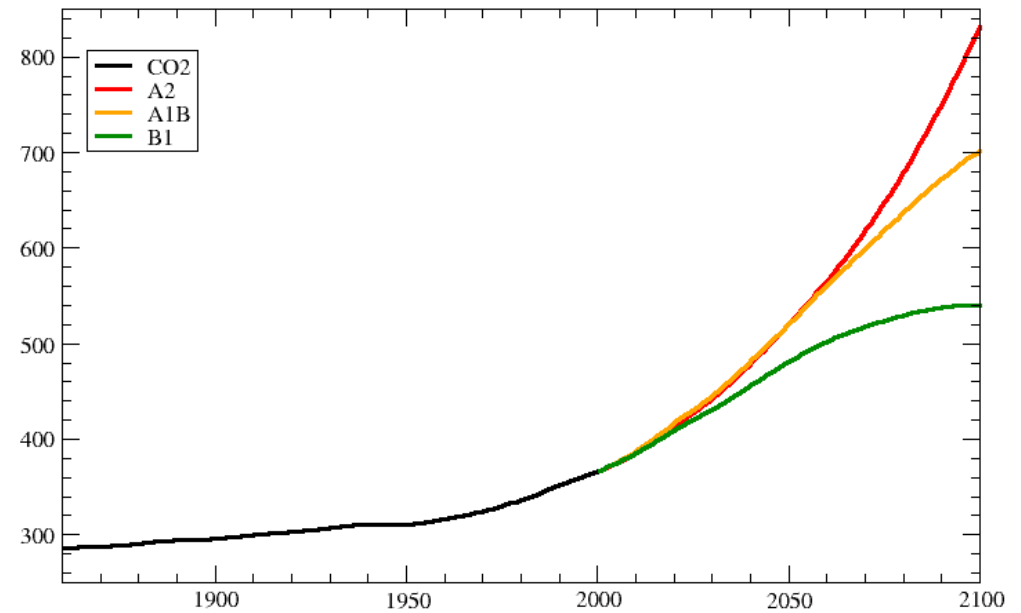


# Daraus folgende EMISSIONSSZENARIEN bis 2100

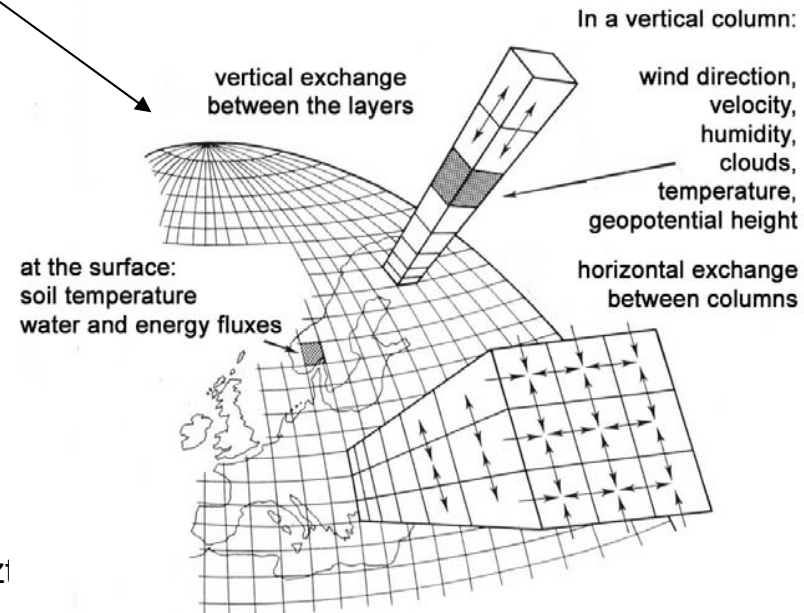
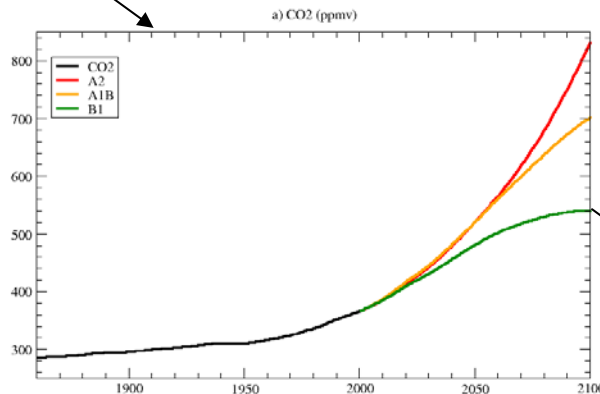
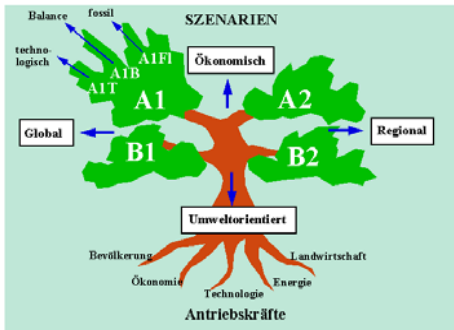


umgelegt in Emissions-Szenarien IPCC 2007

a) CO<sub>2</sub> (ppmv)



# Erst auf diese **politisch-sozio-ökonomischen** Weltmodelle können die **physikalisch-mathematischen** Klimamodelle aufgesetzt werden



mesh size: 5° x 5°

# **HARTE FAKTEN (hier sind die Modelle gut):**

## **GLOBAL:**

**Weitere globale Erwärmung**

**weiterer Meeresspiegelanstieg**

**Niederschlag im globalen Mittel steigend**

## **ALPENRAUM:**

**anhaltender Gletscherrückgang**

**ab Jahrhundertmitte merkbare Probleme im Winter-, Vorteile im Sommertourismus**

**Im Südosten zunehmende Trockenheitsprobleme in der Landwirtschaft**

## **WEICHE FAKTEN (hier sind die Modelle eher schlecht):**

- Aussagen über den **Wasserkreislauf**, speziell wenn es ins **regionale** und **lokale** geht
- Aussagen über **extreme Wetter- und Klimaereignisse**



# ZUKUNFTSERWARTUNGEN FÜR DEN NIEDERSCHLAG - MITTELEUROPA

**Generell gehören die Modellaussagen über die Zukunft des Niederschlages zu den weicheren „Fakten“ zu Klimawandel:**

Eher Niederschlagszunahme nördlich der Alpen, Abnahme südlich der Alpen, die Grenze zwischen Zu- und Abnahme weiter im Süden im Winter, weiter im Norden im Sommer. Die Größenordnung der Änderungen : +5 bis +10% im Winter, -7 bis -12% im Sommer.

Diese saisonale Aufgliederung lässt eine Dämpfung des in Österreich üblichen Jahresganges des Niederschlages um 10 bis 20% erwarten (geringeres Sommermaximum, höheres Winterminimum).

Die Messbefunde der Vergangenheit lassen einen relativ scharfen Übergang von der Nord- zur Südcharakteristik am Alpenhauptkamm erwarten. Im wesentliche wird eine Fortsetzung der aus den letzten 150 Jahren gegebenen Niederschlagstrendmuster erwartet

**Kaum belegte Aussichten:**

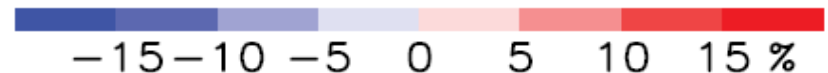
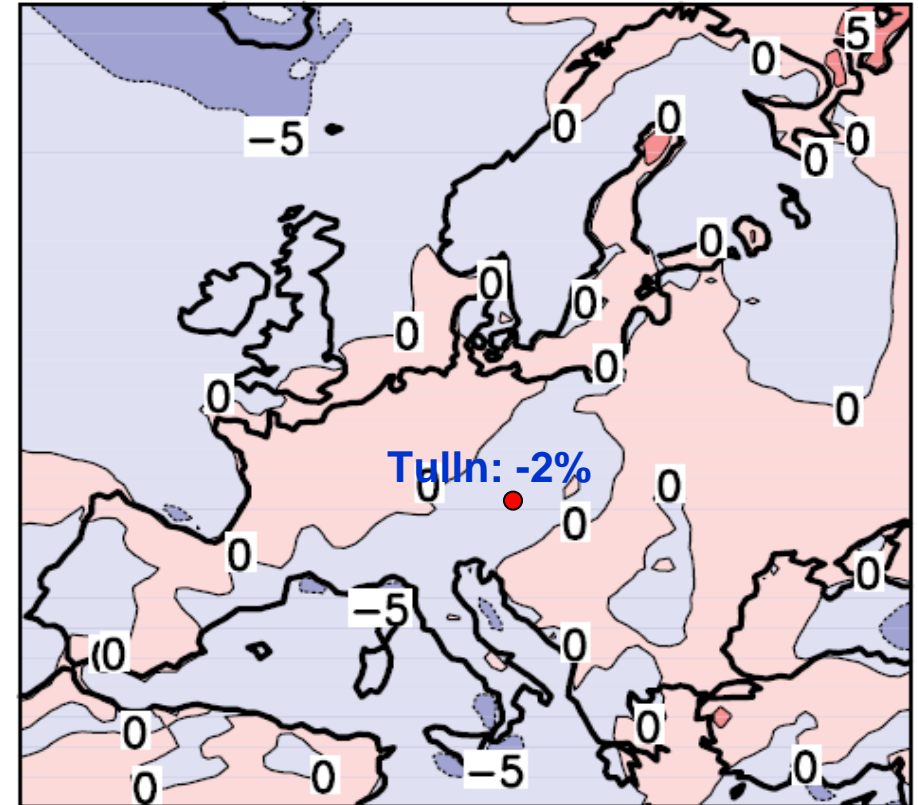
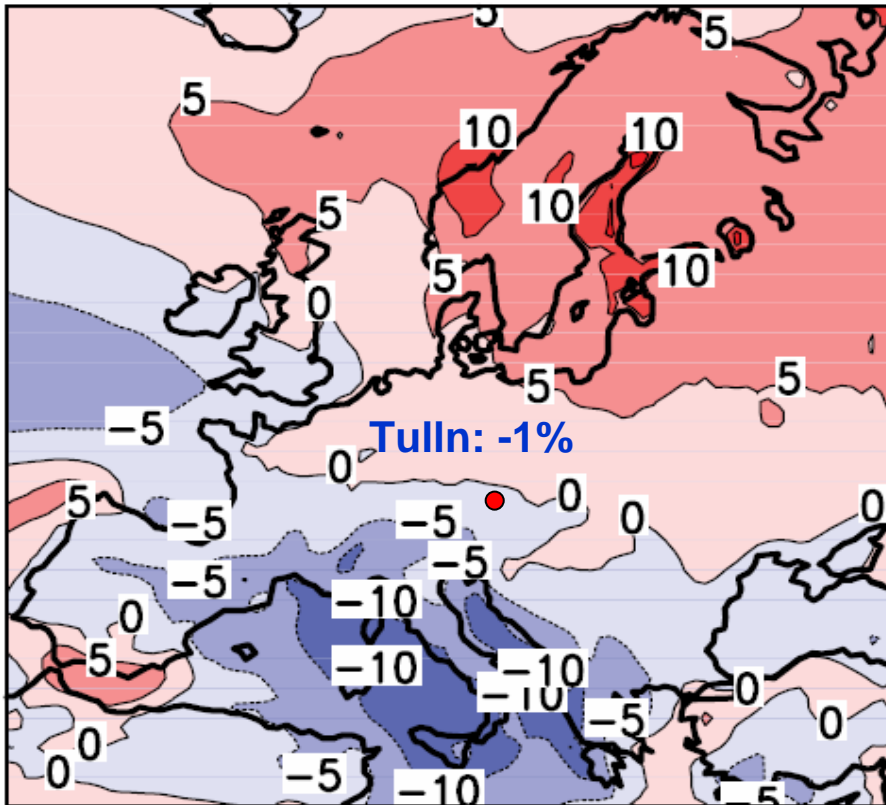
Änderung der konvektiven Niederschläge, Gewitter, Hagel, Tornados, also der meisten kleinräumigen Extremausformungen des Klimas, die schlecht bis zum Teil gar nicht in der Modellphysik der großräumigen Modelle enthalten sind, und beim Downscaling Schwierigkeiten machen. Mehr dazu in IPCC-2007, chapt.8

# Das Ergebnis der 2 besten Klimamodelle für die Sturmhäufigkeit (offenbar weiche Fakten, wenn man die beiden Modelle vergleicht)

VERÄNDERUNG IN EUROPA: 1970-2000 bis 2070-2100 in %

MPI f. Meteorologie-Hamburg (ECHAM4)

Hadley Centre for Climate Research (GB)



# CONCLUSIO

**Es gibt harte und weiche Fakten in unserem  
Wissen über den Klimawandel**

**Sowohl über die Klimavergangenheit als  
auch über die Klimazukunft**

**Vieles – vor allem viele der Geschichten über die  
Zunahme der Extremwerte - gehören zu den  
weichen „Fakten“**

**Aber wir haben ein ernstes Problem im  
Verhältnis Wissenschaft - Öffentlichkeit**

# ICH ERINNERE AN DEN HEUTIGEN BEGINN:

## DER JÜNGSTE BEITRAG: KÜRZLICH ALS LEITARTIKEL IM PROFIL

Unter den Folgen, die bloße zwei Grad mehr haben können, sieht die Wissenschaft unter anderem das Aussterben der Menschheit innerhalb weniger Generationen. Bei diesen



Gletscher  
unden sein.

(2006)

# Vorhersage Gluthitze

Erstmals wurden Folgen

Gelingt es nicht, den Ausstoß von Treibhausgasen wie Kohlendioxid deutlich zu verringern, könnten Hitzesommer wie jener im Jahr 2003 im Laufe der kommenden Jahre wesentlich häufiger und heißer werden.

# MICHAEL CRICHTON

# STATE OF FEAR



## DAZU EIN PHILOSOPH AUS FRANKREICH:



itztagung

## André Gide:

**„Glaube denen, die die Wahrheit suchen.“**

**„Und zweifle an denen, die sie gefunden haben.“**

# Aktuelle Beiträge aus unserer Arbeitsgruppe zum „fundierten Zweifel“

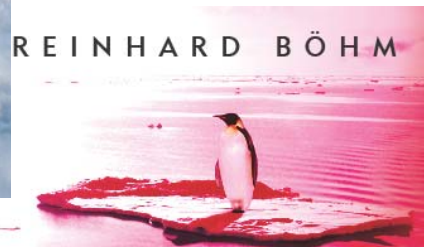
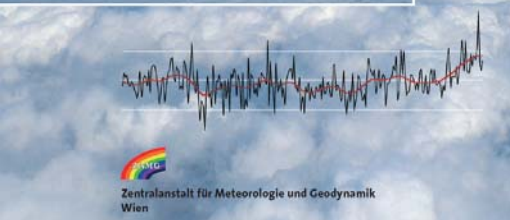
## Gletscher im Klimawandel

Vom Eis der Polargebiete  
zum Goldbergkees  
in den Hohen Tauern



**2007**

**THE end**



## Heiße Luft

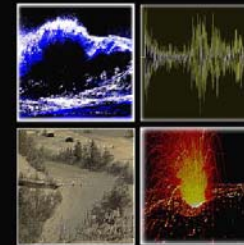
Vorwort von Peter Storzinger

Reizwort  
Klimawandel  
Fakten - Ängste  
Geschäfte

EINE ANALYSE  
EDITION VIA b WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN



**Erschienen am 17. Nov.  
2009**



**Naturkatastrophen**

Rezeption - Bewältigung - Verarbeitung

Christa Hammerl, Thomas Kolnberger (Hg.)

StudienVerlag

**2008**  
**(vergriffen, aber  
bei mir als pdf  
erhältlich)**

23.11.2009, Tulln