

**u<sup>b</sup>**

---

**UNIVERSITÄT  
BERN**



# Wie aussergewöhnlich war der Hitzesommer 2003 im Vergleich zu den letzten Jahrhunderten?

***Forum Hitzesommer 2003,  
Bern, 7. Juli 2005***

Dr. Jürg Luterbacher und MitarbeiterInnen

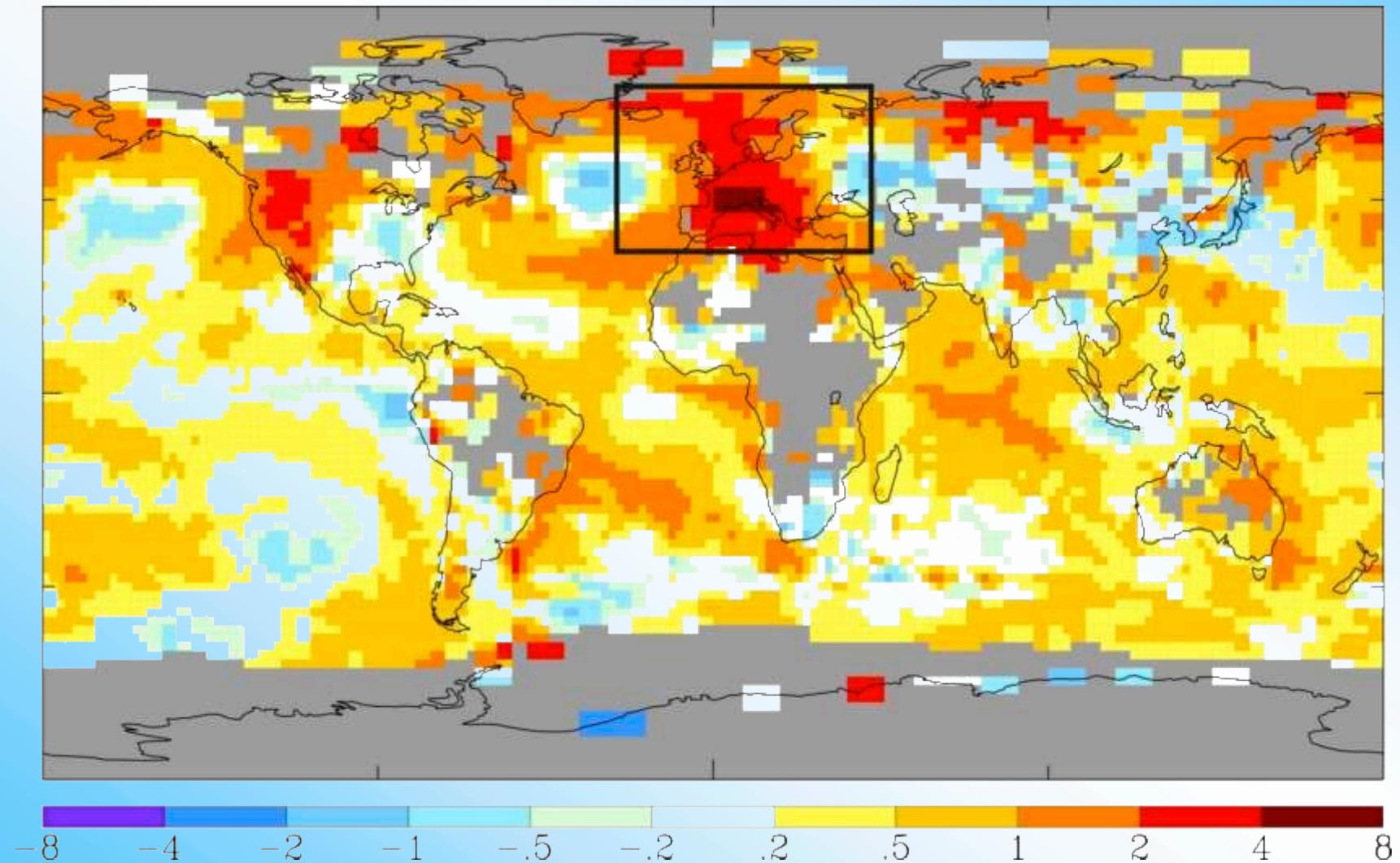
NCCR Climate und Geografisches Institut, Uni Bern

Email: [juerg@giub.unibe.ch](mailto:juerg@giub.unibe.ch)

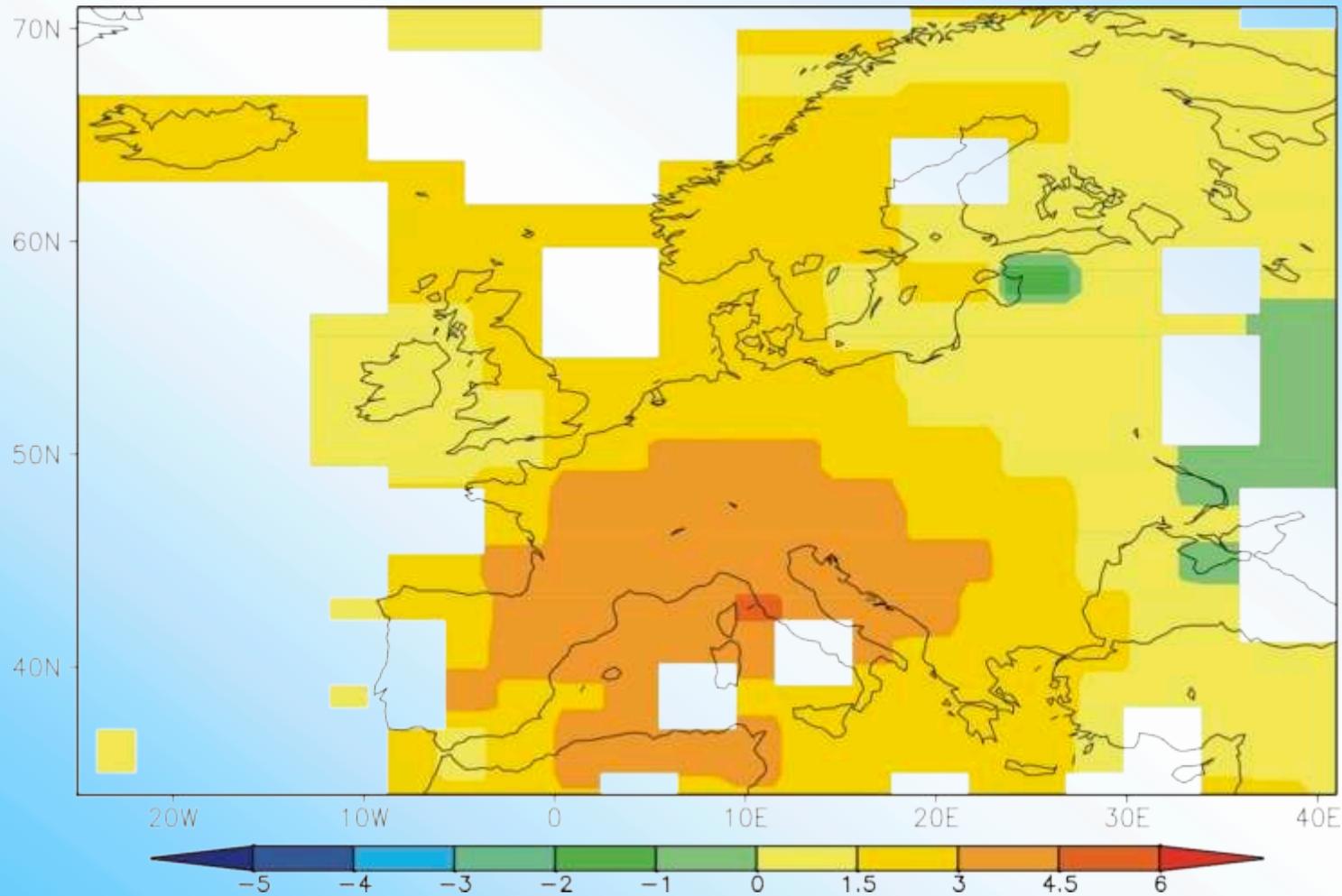
# Inhalt

- λ Wie ‚extrem‘ war der Sommer 2003 im Kontext des letzten halben Jahrtausends auf gesamteuropäischer Ebene?
- λ Gibt es ähnlich heiße Sommer?
- λ Wie verhalten sich die einzelnen Sommermonate 2003 im Vergleich zu den letzten Jahrhunderten?
- λ Ist der Sommer 2003 regional sogar der heisseste der letzten gut 1000 Jahre?
- λ Fazit

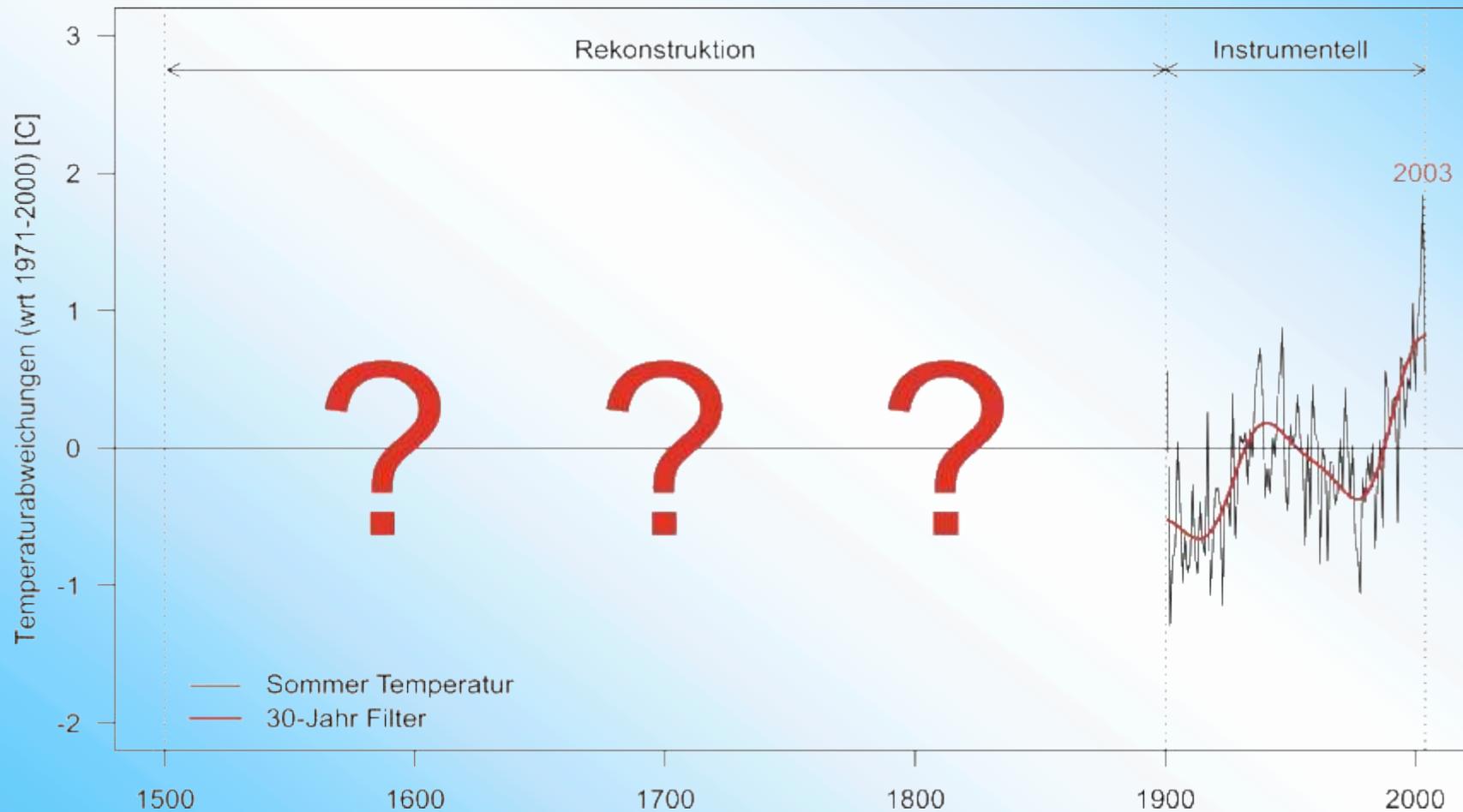
# Der Hitzesommer 2003 aus globaler Sicht



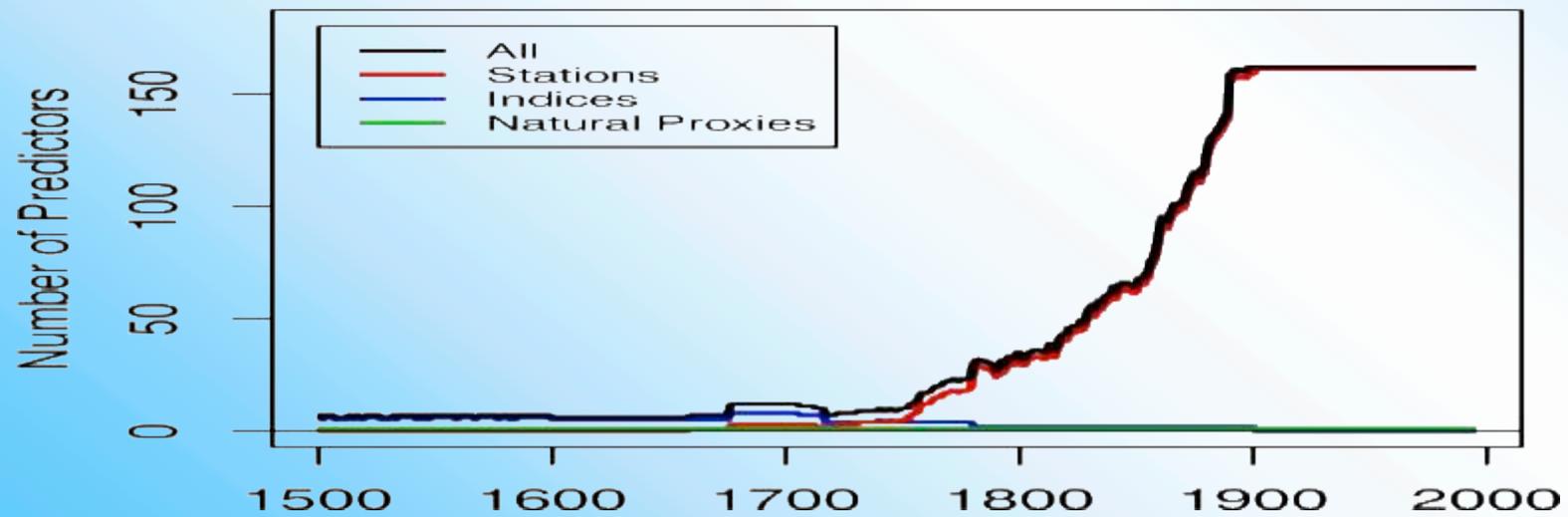
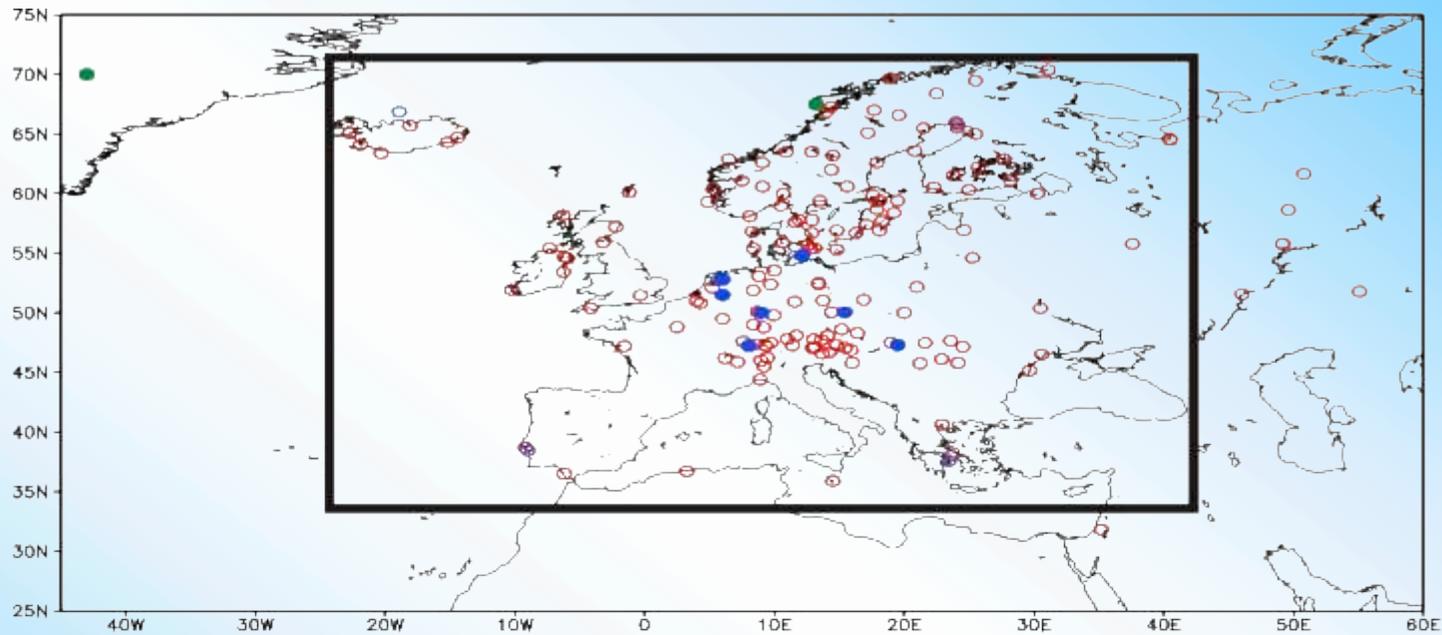
# 2003, der heisse europäische Sommer



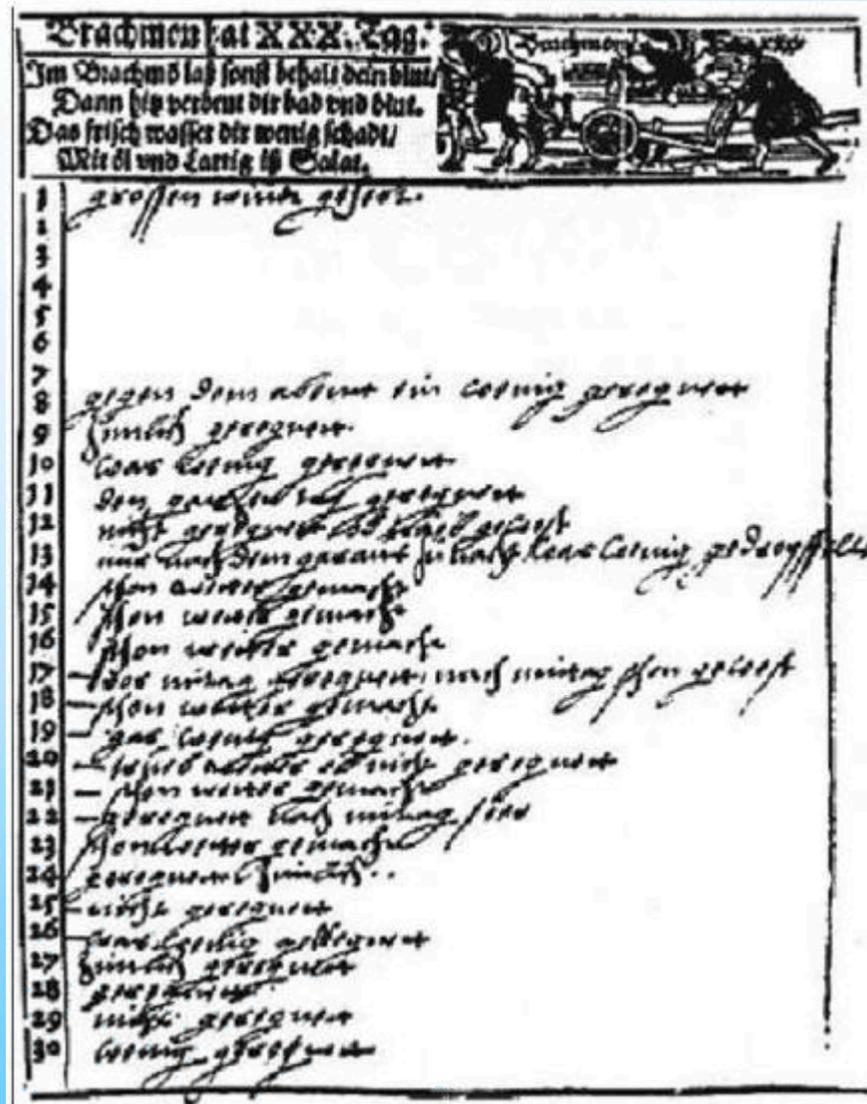
# Sommertemperaturvariabilität Europas 1901-2004



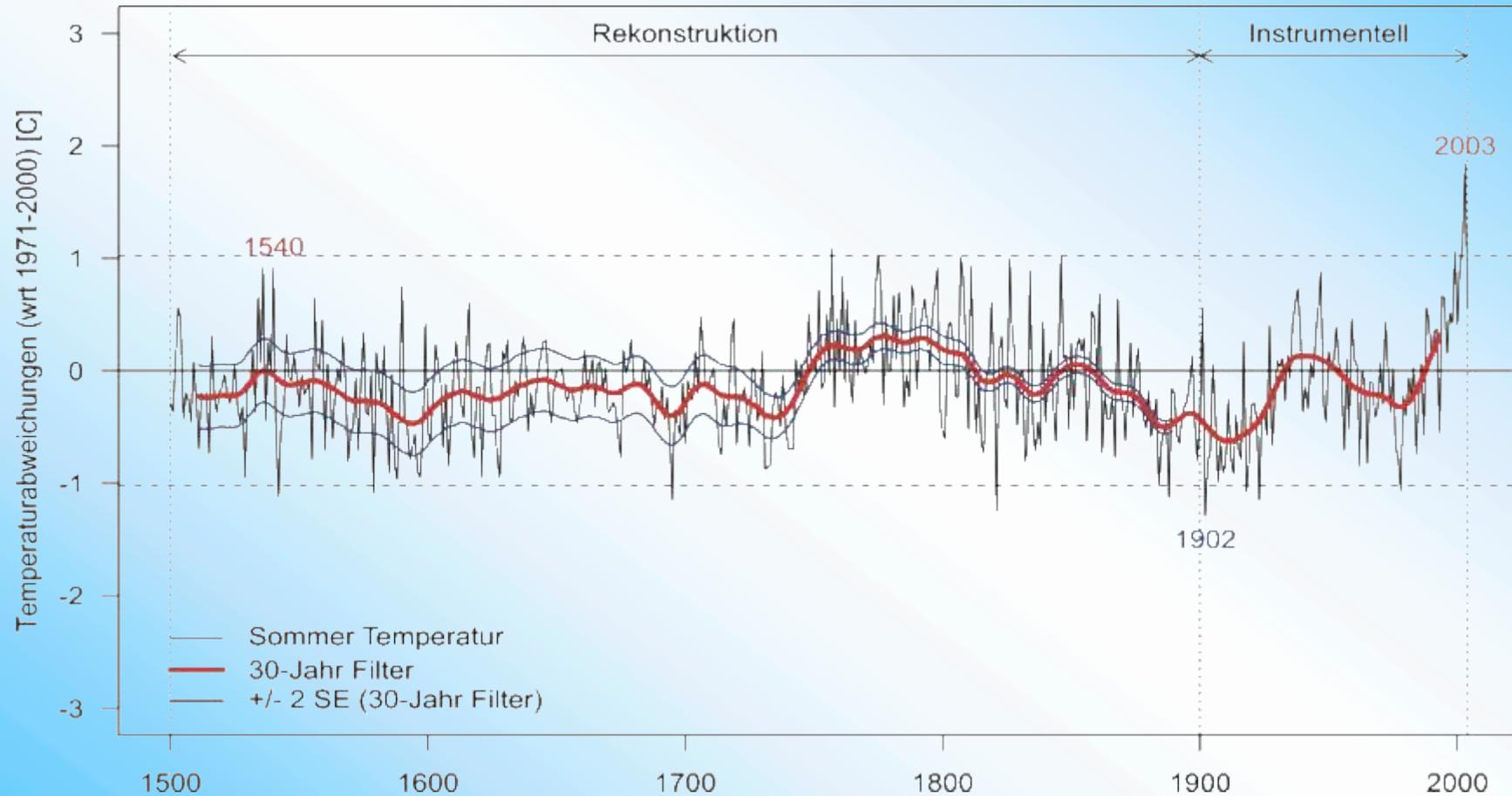
# Klimainformationen aus Europa



# Witterungstagebuch aus Nürnberg, 8. Juni 1576

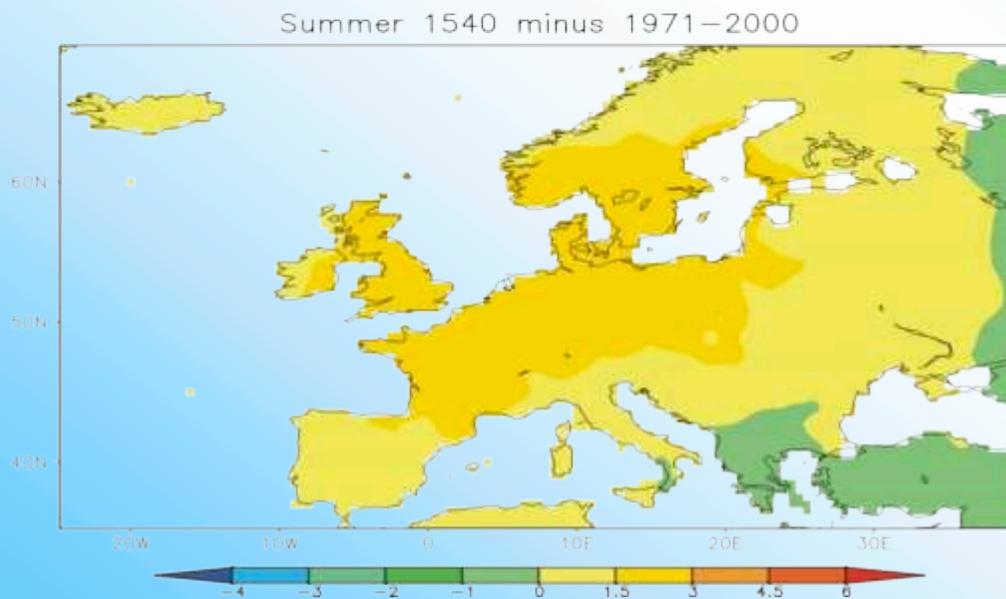
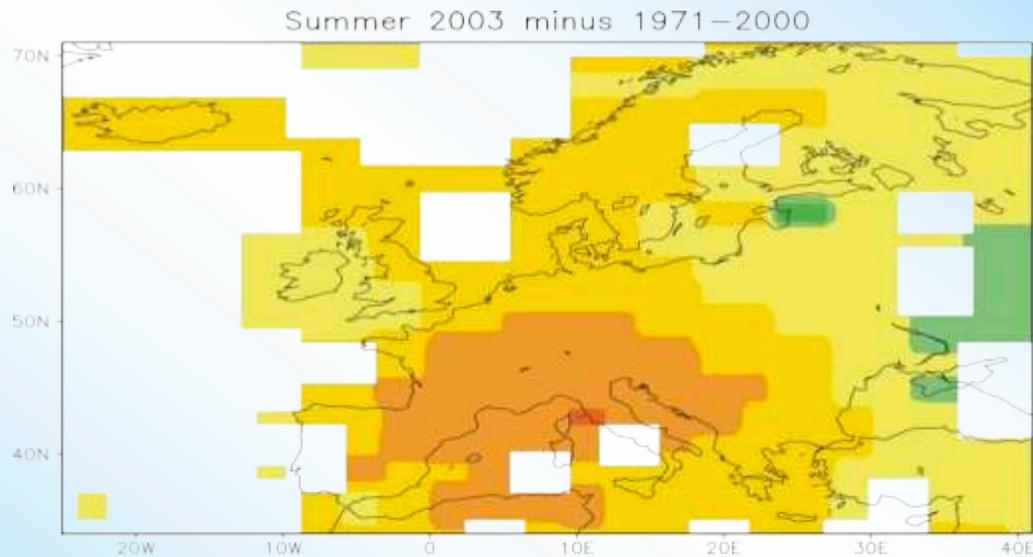


# Verlauf der europäischen Sommertemperaturen 1500-2004



Luterbacher et al. 2004

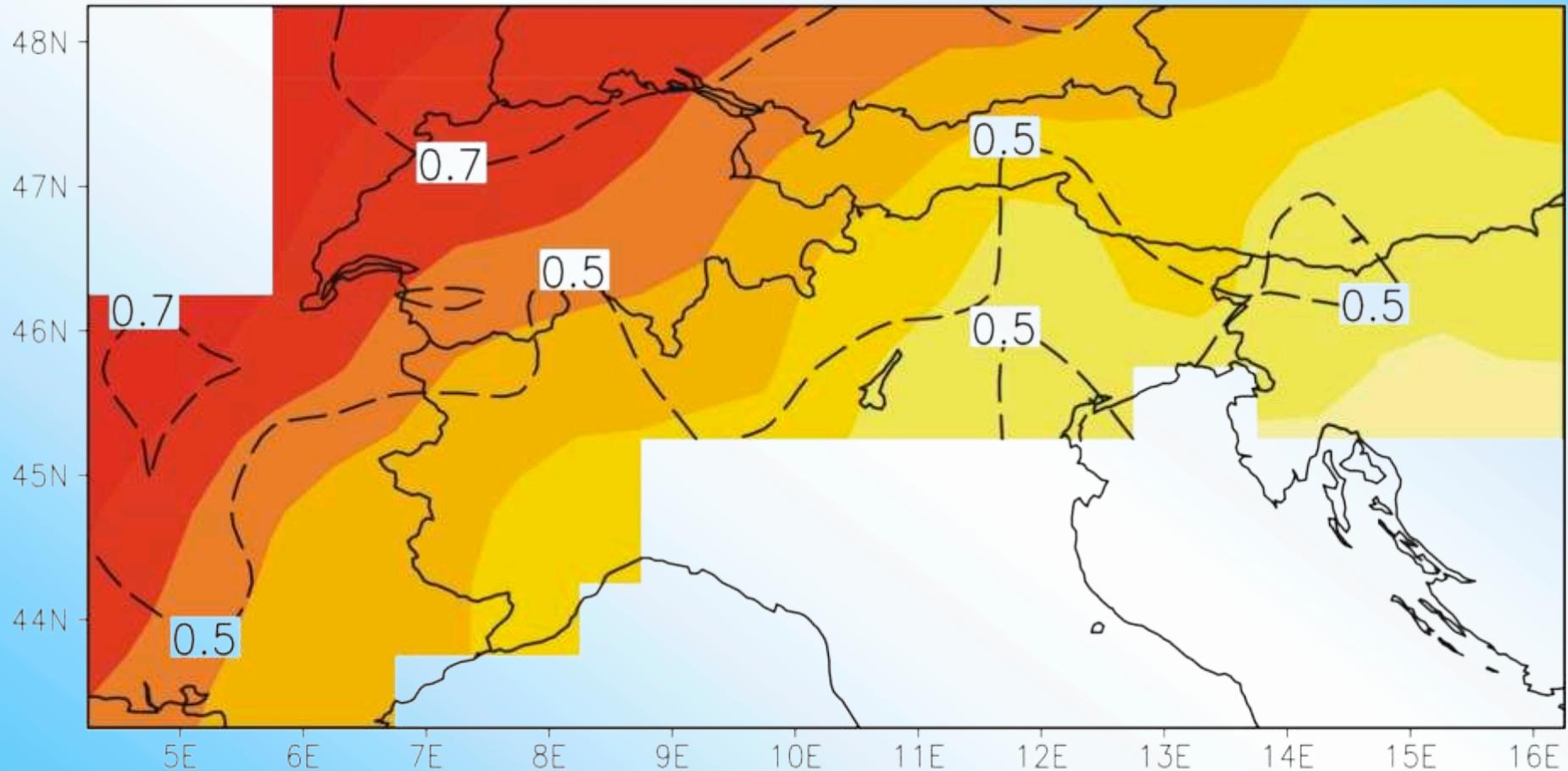
# Sommer 2003 versus Sommer 1540



Luterbacher et al. 2004

# 1540, der heisseste alpine Sommer vor 2003

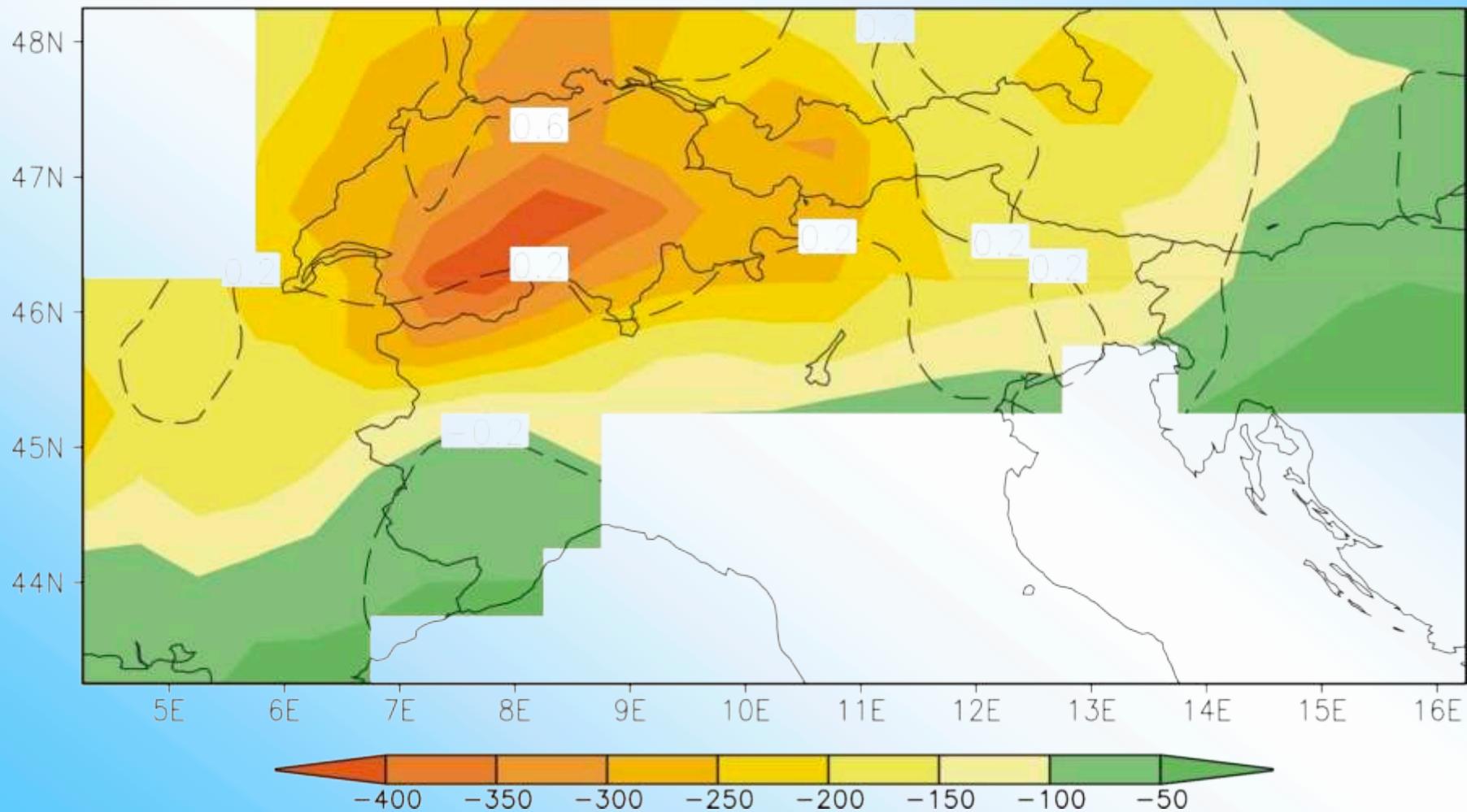
Temperaturverteilung Sommer 1540



Casty et al. 2005

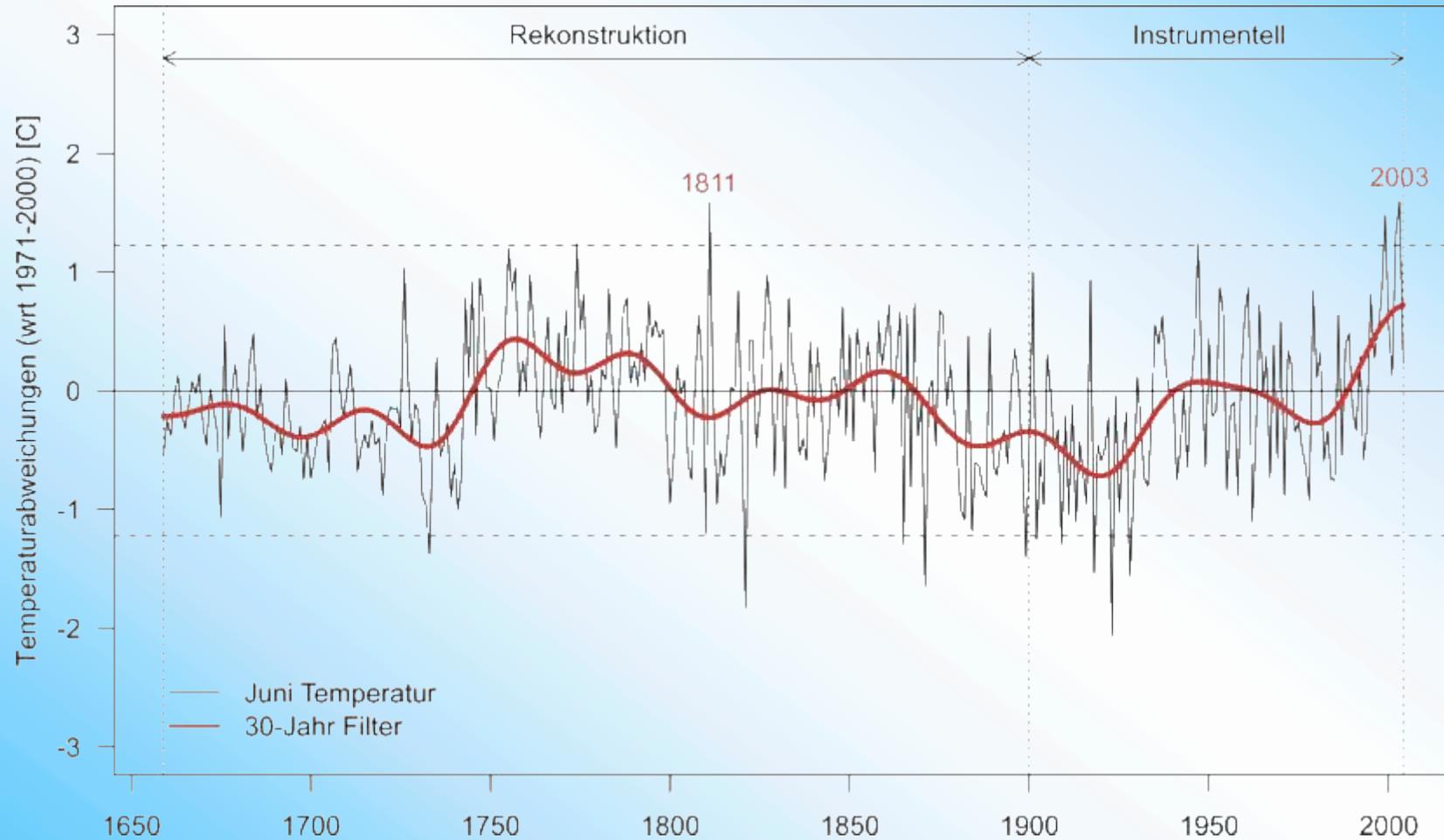
# 1540, der trockenste alpine Sommer vor 2003

Trockenster rekonstruierter Sommer 1540

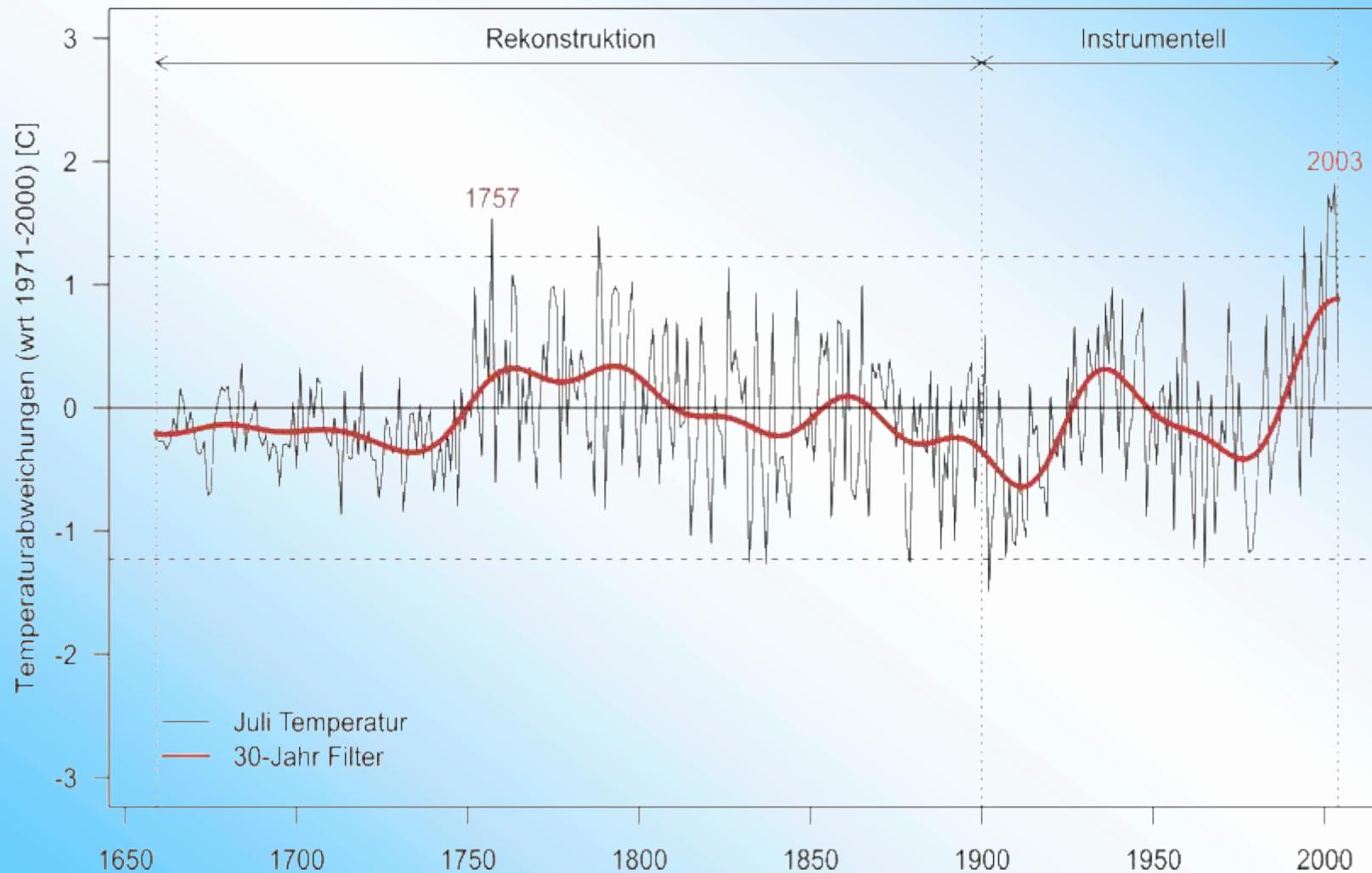


Casty et al. 2005

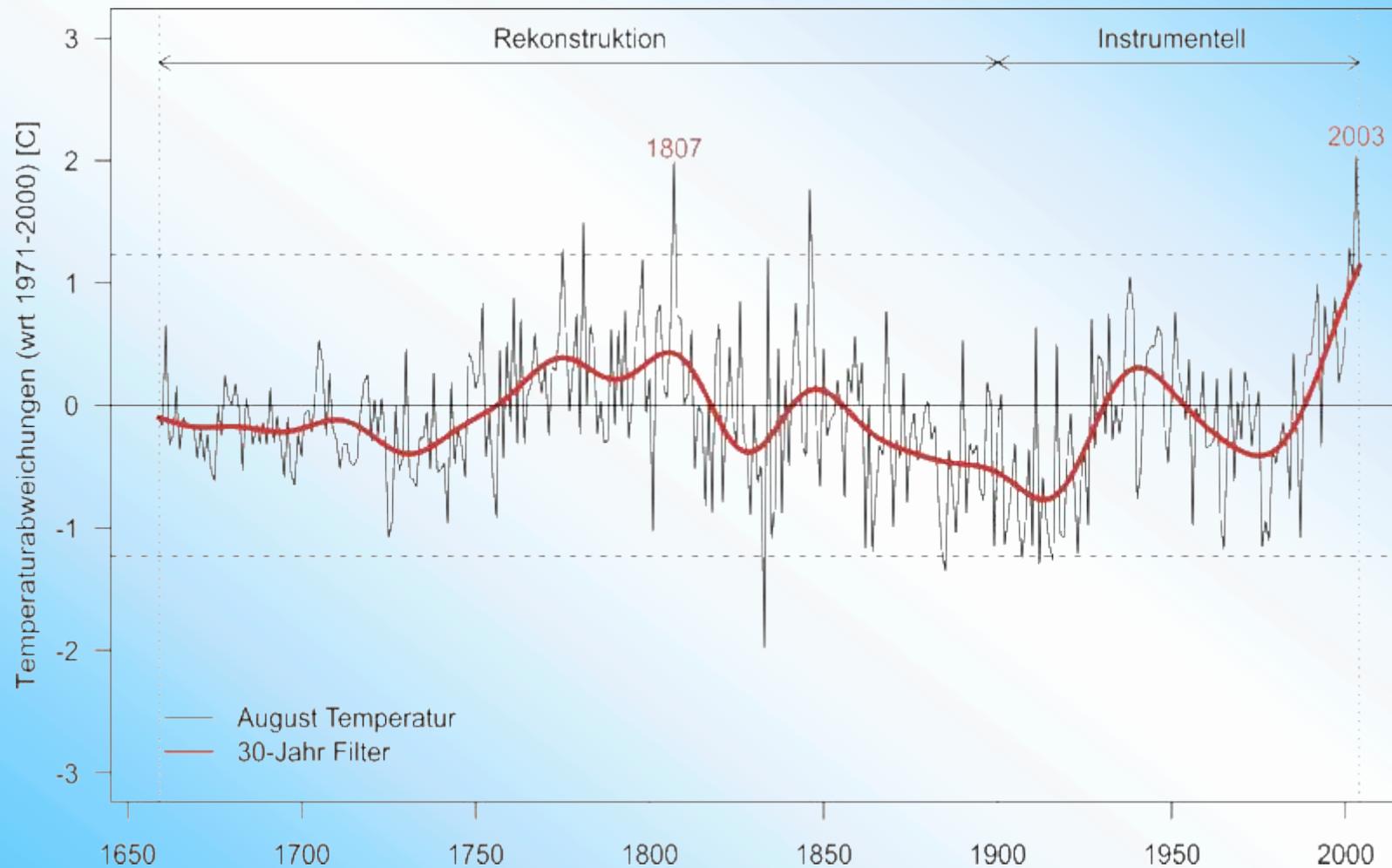
# 2003, der heisseste Juni im Kontext der letzten 345 Jahre



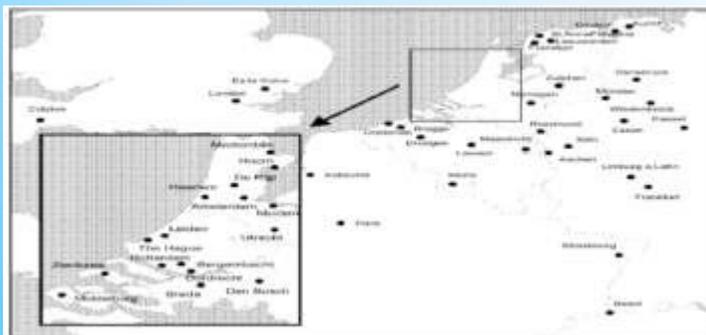
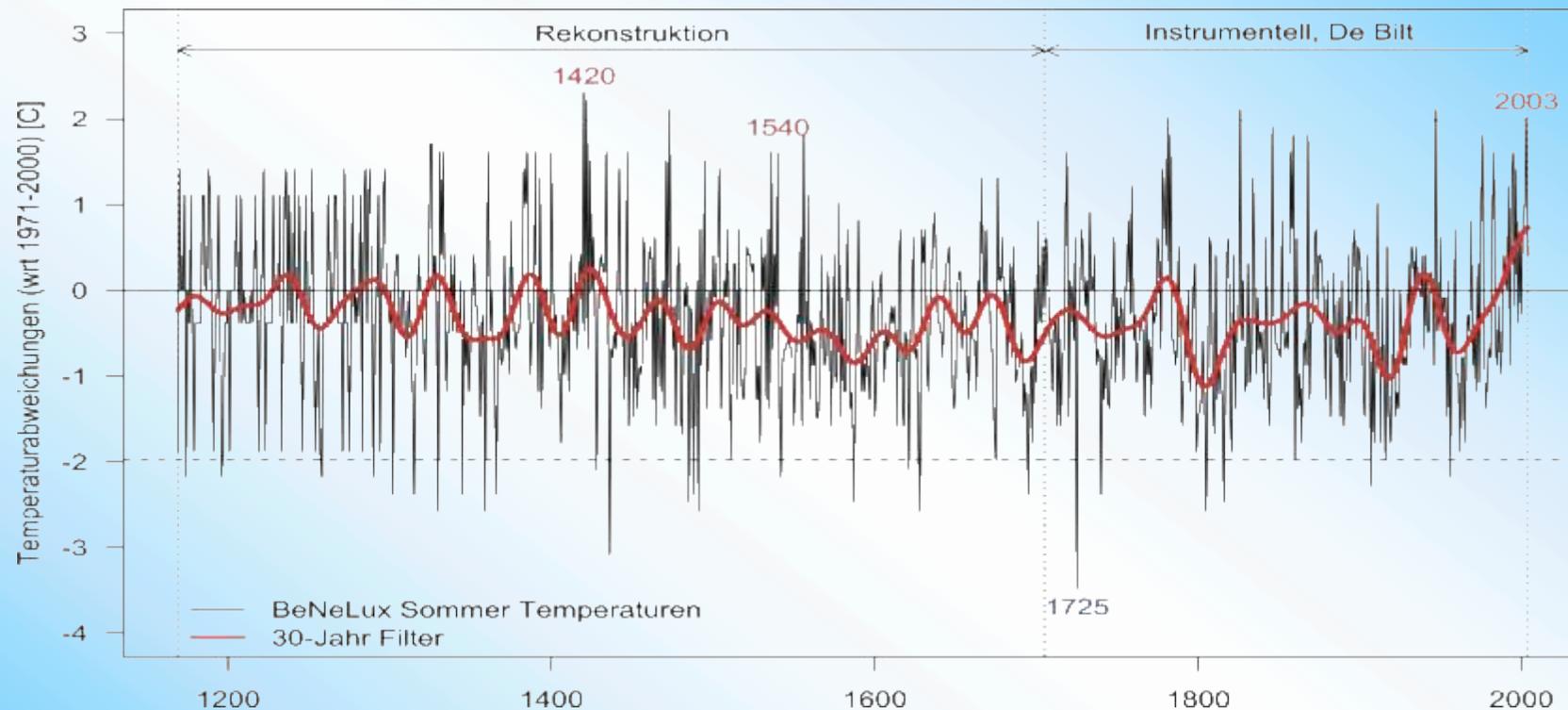
# 2003, der heisseste Juli im Kontext der letzten 345 Jahre



# 2003, der heisseste August im Kontext der letzten 345 Jahre

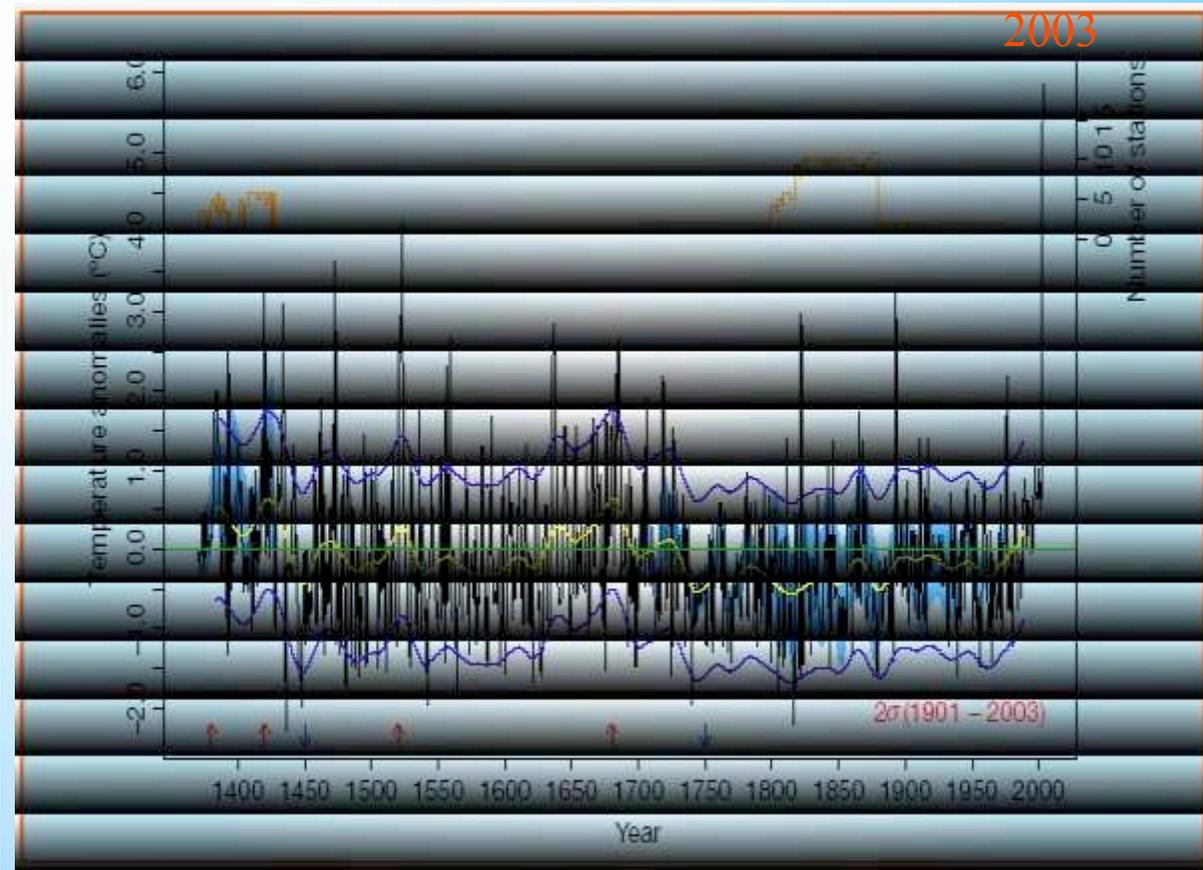


# BeNeLux Sommertemperaturen 1169-2004, 2003 warm, aber nicht aussergewöhnlich



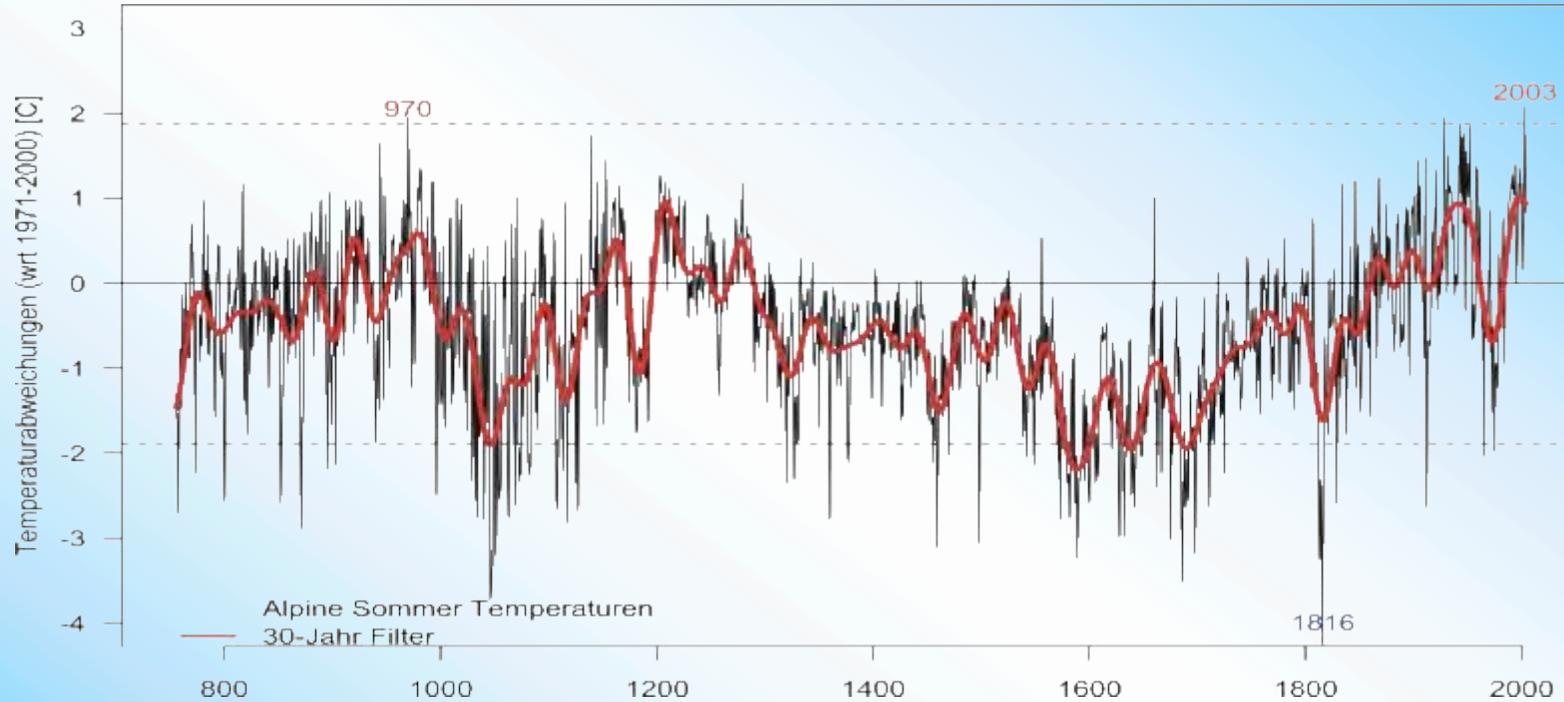
Van Engelen et al. 2001  
Shabalova und van Engelen 2003

# 2003, heissester Burgunder Sommer seit mindestens 1370



Chuine et al. 2004

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



Büntgen et al. 2005

# Fazit

- EUROPA: Der Sommer 2003 war sehr wahrscheinlich der wärmste seit mindestens 500 Jahren
- EUROPA: Juni, Juli und August 2003 waren wahrscheinlich die wärmsten seit 1659
- EUROPA: Mehr hochaufgelöste Klimainformationen nötig um Aussagen über die letzten 1000 Jahre zu machen
- REGIONAL: Nicht aussergewöhnlich heisser Sommer 2003 in den BeNeLux Staaten (1200-jährige Klimageschichte)
- REGIONAL: Der Sommer 2003 war in Zentraleuropa (alpiner Raum) wahrscheinlich der wärmste seit mehr als 1250 Jahren (Büntgen et al. 2005)

## Der Hitzesommer 2003: Meteorologischer und klimatologischer Kontext

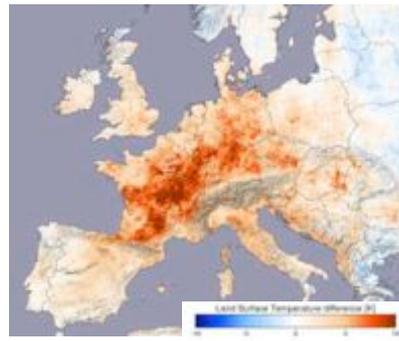
Forum und Workshop "Hitzesommer 2003"  
7. Juli 2005, Bern

### Christoph Schär

Institut für Atmosphäre und Klima, ETH Zürich  
schaer@env.ethz.ch

### Dank an:

Erich Fischer, Martin Hirschi, Daniel Lüthi,  
Sonia Seneviratne, Reto Stöckli



Reto Stöckli (ETH Zürich, NASA Modis)

## Inhalt

---

2

### Hitzesommer 2003

1. Charakteristiken
2. Meteorologische Faktoren
3. Klimatologischer Kontext
4. Nachspiel

# Räumliche Ausdehnung

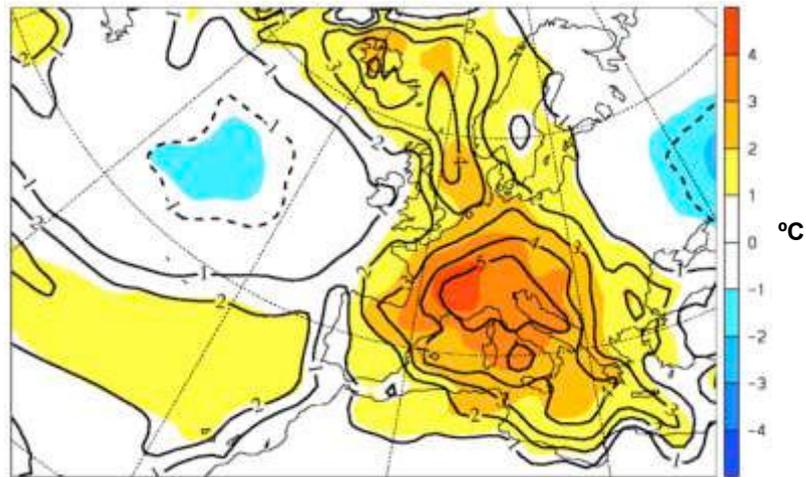
Sommer 2003

Abweichung vom 1961-1990 Mittel

Farbe: Temperatur

Kontouren: normiert mit Standard-Abweichung

Daten: ECMWF / ERA-40



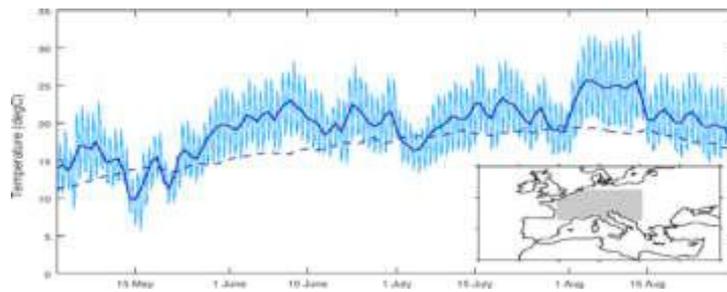
Schär, ETH Zürich

(Schär et al. 2004, *Nature*, 427, 332-336)

# Zeitlicher Verlauf

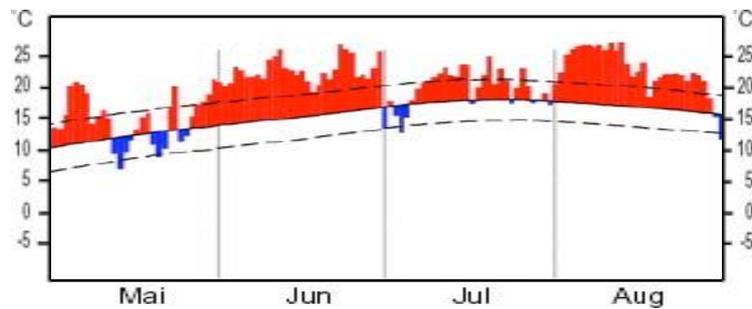
Zentral-Europa

(Black et al. 2004)



Zürich

(Bader 2004)

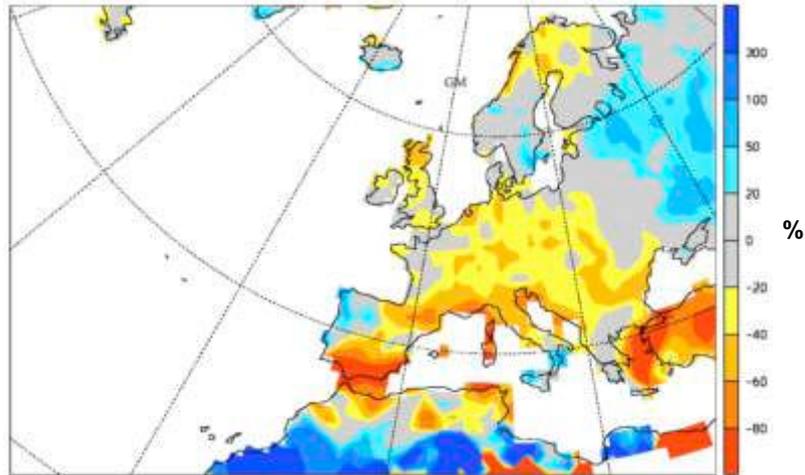


Schär, ETH Zürich

# Niederschläge

Abweichung von 1961-1990 Mittel

Sommer 2003

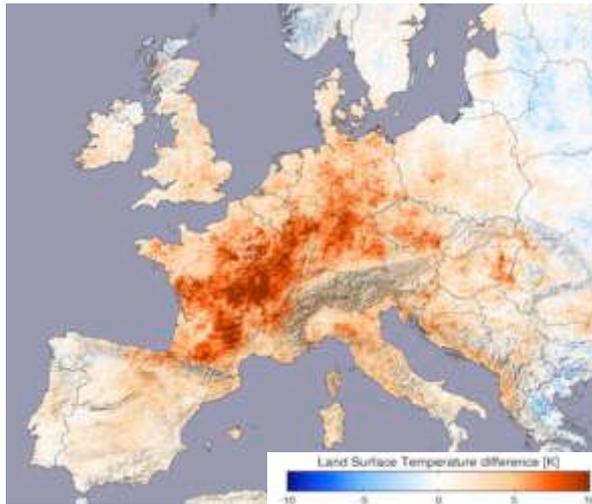


Daten: GPCC

Schär, ETH Zürich

# Auswirkungen des Sommers 2003 in Europa

Reto Stöckli (ETH Zürich, NASA Modis)



Temperaturen August 2003, relativ zum Mittel 2000-2004

Schär, ETH Zürich

- **Ernteverluste:**  
12.3 Milliarden US\$ (SwissRe)
- **Stromverknappung, Spitzenpreise**  
am Spotmarkt (EEX, Leipzig)
- **Teilweise ernsthafte Problem mit**  
Frischwasserversorgung (Italien),  
Fischsterben (Schweiz),  
Waldbränden (Portugal)
- **Hitzetote:**  
zwischen 22'000 und 35'000  
vorzeitige Todesfälle (sogenannte  
"excess mortality")

## Hitzesommer 2003

### 1. Charakteristiken

### 2. Meteorologische Faktoren

- Hochdruckeinfluss (=> Vortrag Cornelia Schwierz)
- Strahlungsantrieb (=> Vortrag Rolf Philippona)
- Austrocknung des Bodens
- Anomale Ozean-Temperaturen

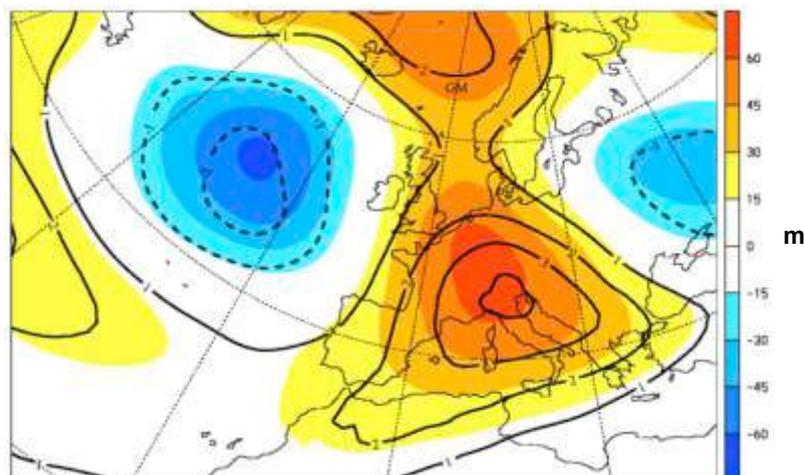
### 3. Klimatologischer Kontext

### 4. Nachspiel

## Geopotential 500 hPa

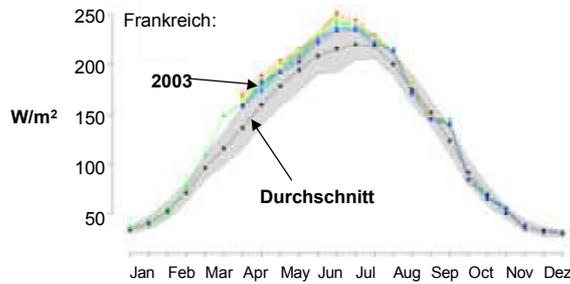
Summer 2003

Abweichung vom  
1961-1990 Mittel



# Strahlungsbilanz

## Sonneneinstrahlung (Netto) an der Erdoberfläche:



Simulation, Erich Fischer, ETH Zürich

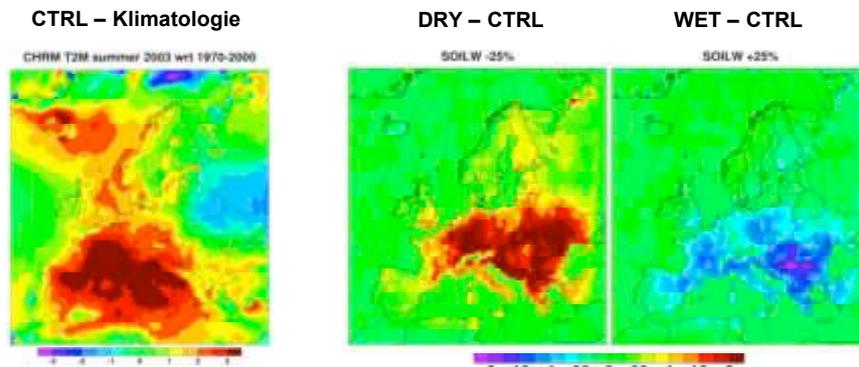
Im globalen Mittel wird mehr als 80% der verfügbaren Strahlungsenergie für **Verdunstung** (und nicht **Erwärmung!**) aufgewendet.

Entscheidend für Entstehung einer Hitzewelle ist der Mangel an Wasser an der Erdoberfläche (Sommertrockenheit).

# Rolle des Bodenwassers

## Sensitivitätsexperimente mit regionalem Klimamodell.

### Modifikation des Bodenwassers am 1. April 2003:

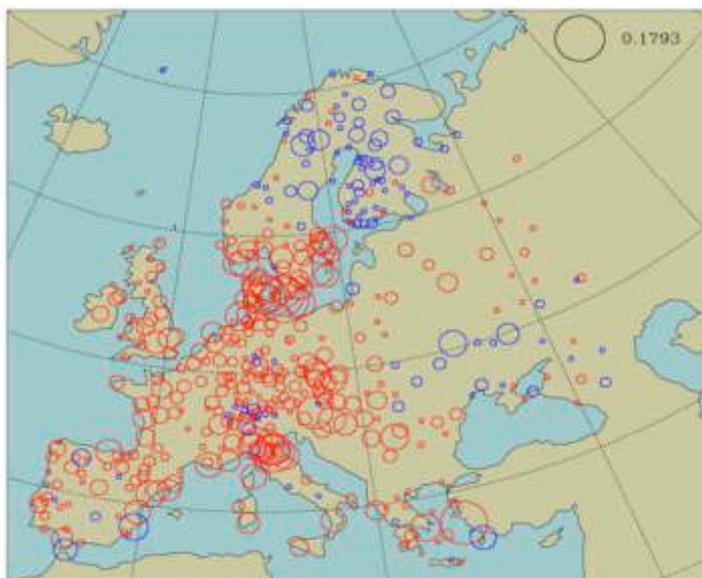


**Trockene Böden => reduzierte Verdunstung => reduzierte "latente" Abkühlung**

## Hitzesommer 2003

1. Charakteristiken
2. Meteorologische Faktoren
3. Klimatologischer Kontext
4. Nachspiel

## Häufigkeit von Hitzetagen: Trend 1958-2000



○ Zunahme  
○ Abnahme  
um 5 Tage

Sommer 1958-2000

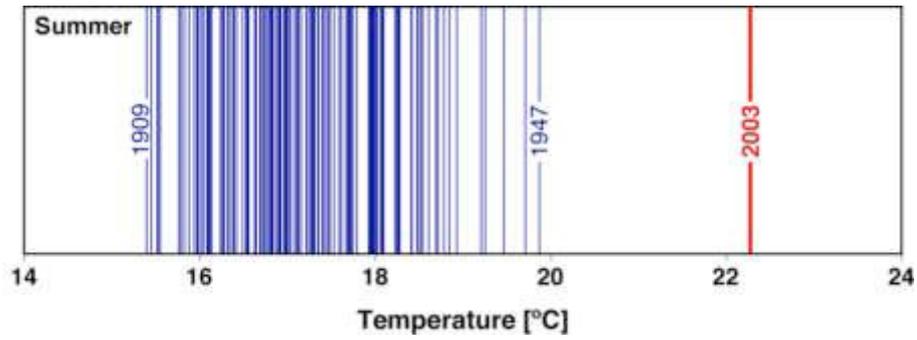
An extremen  
Standorten: Zunahme  
von 7 auf 13 Hitzetage

Anzahl Hitzetage basierend auf 90% Perzentil (txhw90)

(Malcolm Haylock, UEA, STARDEX)

## Schweizer Sommertemperaturen 1864-2003

Durchschnitt der Stationen Zürich, Basel, Berne, Geneva

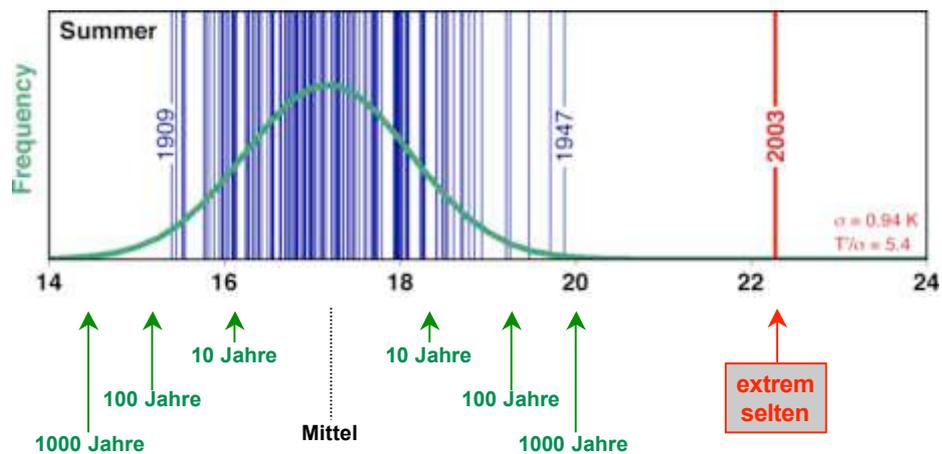


Schär, ETH Zürich

(Schär et al. 2004, *Nature*, 427, 332-336)

## Schätzung der Rückkehrperiode

Durchschnitt der Stationen Zürich, Basel, Berne, Geneva

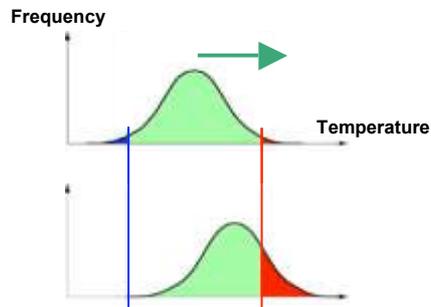


Schär, ETH Zürich

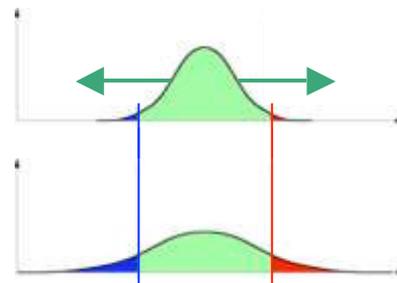
(Schär et al. 2004, *Nature*, 427, 332-336)

## Veränderung des Mittels

## Veränderung der Variabilität



Zunahme von extrem **warmen** Bedingungen



Zunahme von extrem **warmen/kalten** Bedingungen

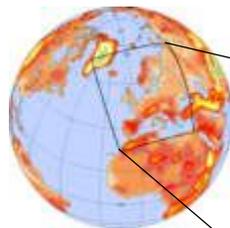
**Für Extreme weit weg vom Mittel:  
Variabilität ist wichtiger als Mittelwert**

Schär, ETH Zürich

Katz and Brown 1992  
Folland et al, IPCC, 2001

## Regionale Klimaszenarien

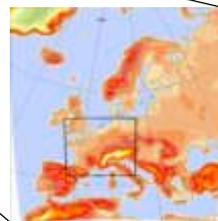
16



Treibhausgas-Szenario  
(IPCC SRES A2)

Gekoppeltes GCM  
(HadCM3, ~300 km)

Atmosphärisches GCM  
(ECHAM5 | HadAM3, ~120 km)



Regionales Klimamodell (RCM)  
(CHRM / ETH, 56 km)

**Zeitscheiben Experimente**

**CTRL (1961-1990)**

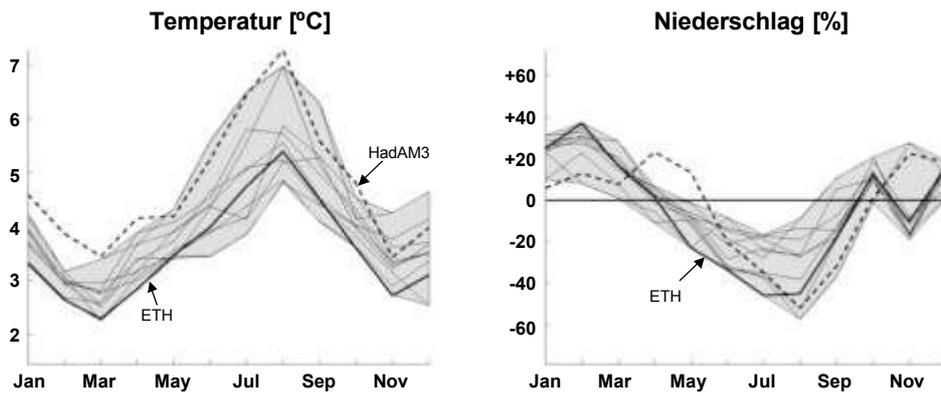
**SCEN (2071-2100)**

Schär, ETH Zürich

( NCCR Climate P2.1 und P2.2, EU-Projekt PRUDENCE)

# Szenarien Alpenraum

2071-2100 versus 1961-1990  
 Änderungen im Jahresgang (2 AGCMs, 9 RCMs)

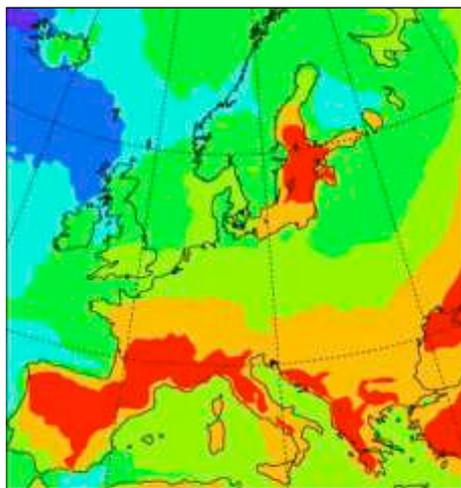


**Modelle stimmen in wichtigsten Aussagen überein.  
 Aber: Unsicherheiten unvollständig repräsentiert.**

Schär, ETH Zürich

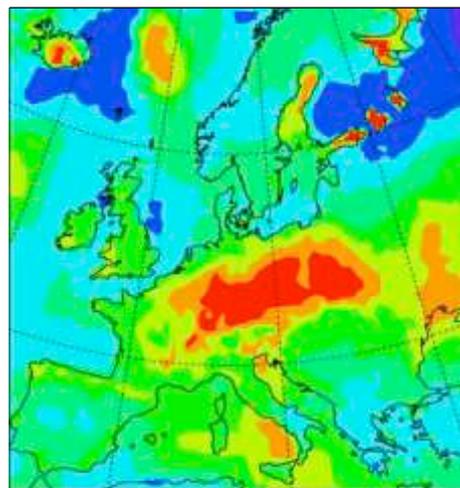
(Jacob et al. 2005, PRUDENCE)

## Änderung der Temperatur $\Delta T$



Sommer (JJA)

## Änderung der Variabilität $\Delta\sigma/\sigma$

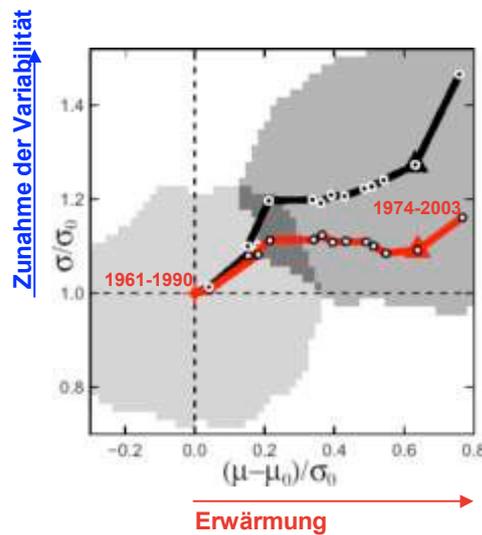


Schär, ETH Zürich

(Schär et al. 2004, *Nature*, 427, 332-336)

## Vergleich mit Beobachtungen Europas

19



### Beobachtungen seit 1961:

- deutliche Erwärmung (statistisch signifikant)
- leichte Zunahme der Variabilität (nicht statistisch signifikant)

Schär, ETH Zürich

(Scherrer et al. 2005)

## Inhalt

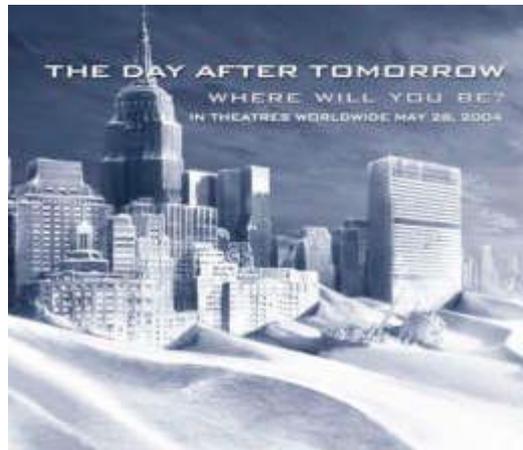
20

### Hitzesommer 2003

1. Charakteristiken
2. Meteorologische Faktoren
3. Klimatologischer Kontext
4. Nachspiel

Schär, ETH Zürich

**FRAGE:**  
**Welches ist der unrealistischste Aspekt des Films**



**ANTWORT:**  
**Es hatte keine Juristen!**

## Extremereignisse und Klimaänderung

### **VORSICHT:**

Ein Einzelereignis kann aus prinzipiellen Gründen nicht direkt auf Klimaänderung zurückgeführt werden.

### **ABER:**

Die Wahrscheinlichkeit eines Einzelereignisses unter

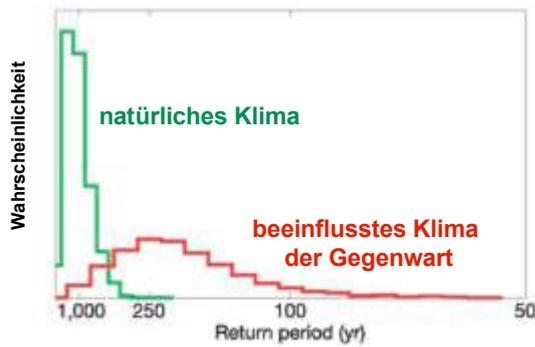
- natürlichen Bedingungen und
  - anthropogen beeinflussten Bedingungen (CO<sub>2</sub>)
- kann geschätzt werden.

### **MÖGLICHES JURISTISCHES NACHSPIEL:**

Im Anglo-Amerikanischen Rechtssystem ist es in Haftungsklagen ausreichend, zu zeigen dass die Wahrscheinlichkeit des Schadensfalles mindestens verdoppelt wurde.

## Rolle der Klimaänderung für den Sommer 2003?

Wahrscheinlichkeit eines  
2003-ähnlichen Sommers



Etwa 75% der  
Wahrscheinlichkeit eines 2003-  
ähnlichen Ereignisses ist durch  
menschgemachte  
Treibhausgase verursacht

Könnte letztendlich zu  
Haftungsklagen führen

Gegenwärtige Studie hat (noch)  
gewisse Mängel. Betrachtet  
wird:

- zu grossräumiges Ereignis
- zu langer Zeitraum

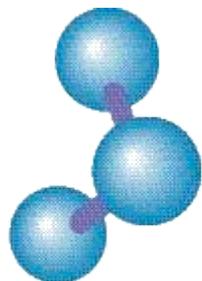
## Hitzesommer 2003 ....

... hatte gewaltige Konsequenzen.

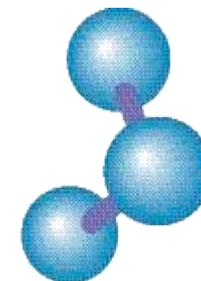
... ist in der Gegenwart auch aus heutiger Sicht sehr selten.

... ist spätestens ab Mitte des Jahrhunderts vermehrt zu erwarten.

... hatte wahrscheinlich eine anthropogene Komponente.



# Die Ozonwelle 2003



**André Prévôt, Carlos Ordóñez**

Labor für Atmosphärenchemie, Paul Scherrer Institut

**Christoph Hüglin**

Abteilung Luftfremdstoffe, Umwelttechnik, EMPA

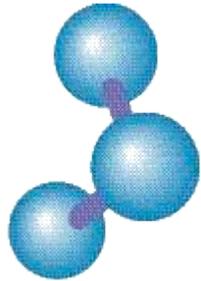
Besten Dank für die

finanzielle Unterstützung durch BUWAL, Kanton Bern

Daten von BUWAL/EMPA, Kanton Bern, Ostluft, Kanton Graubünden;

Modellresultate vom Institut Pierre Simon Laplace, Paris





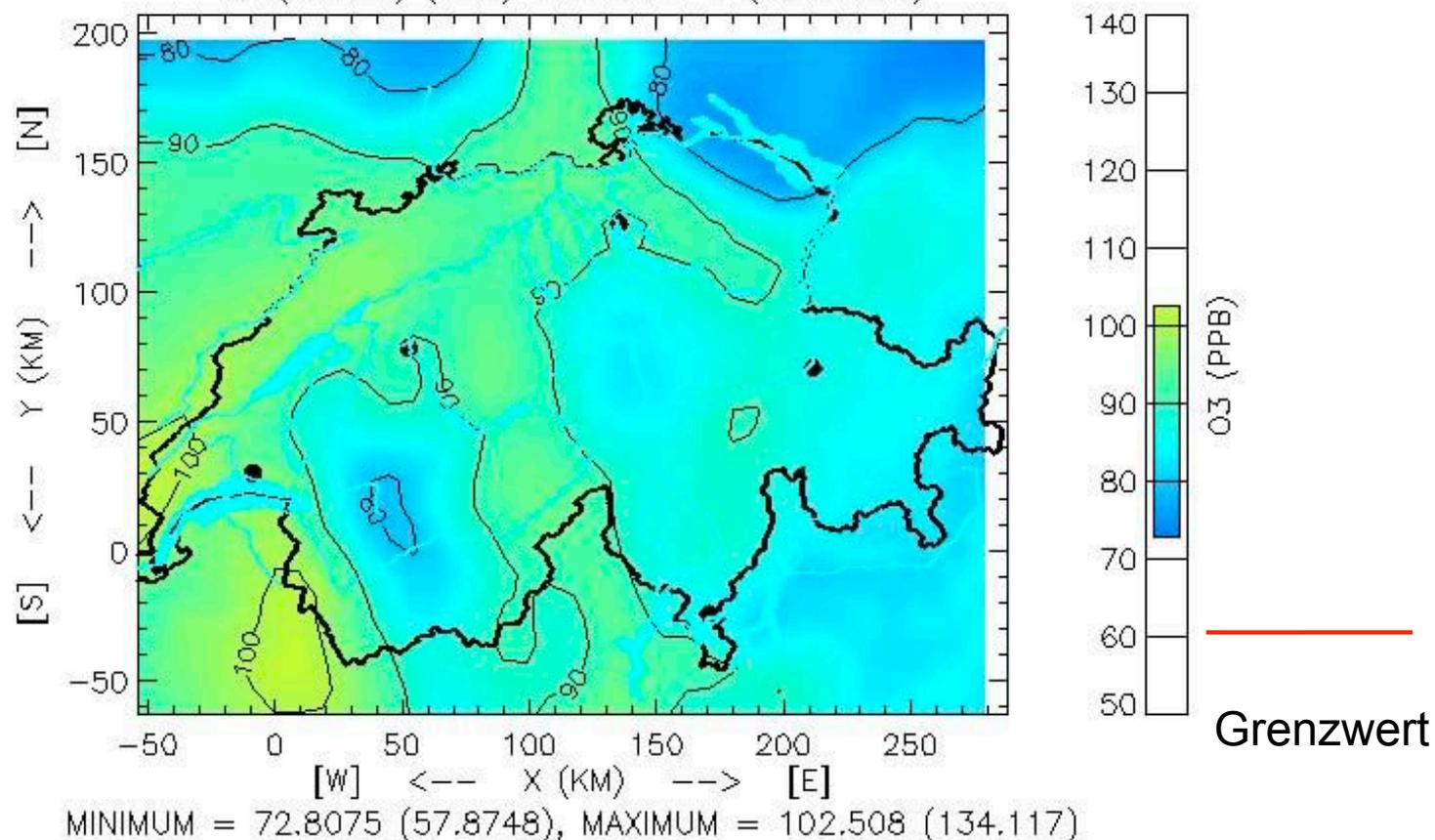
# Inhalt

- **Beobachtungen und Modell**
- **Was hat die Hitze mit dem Ozon zu tun?**
- **Feinstaub und 2003?**
- **Schlussfolgerungen**

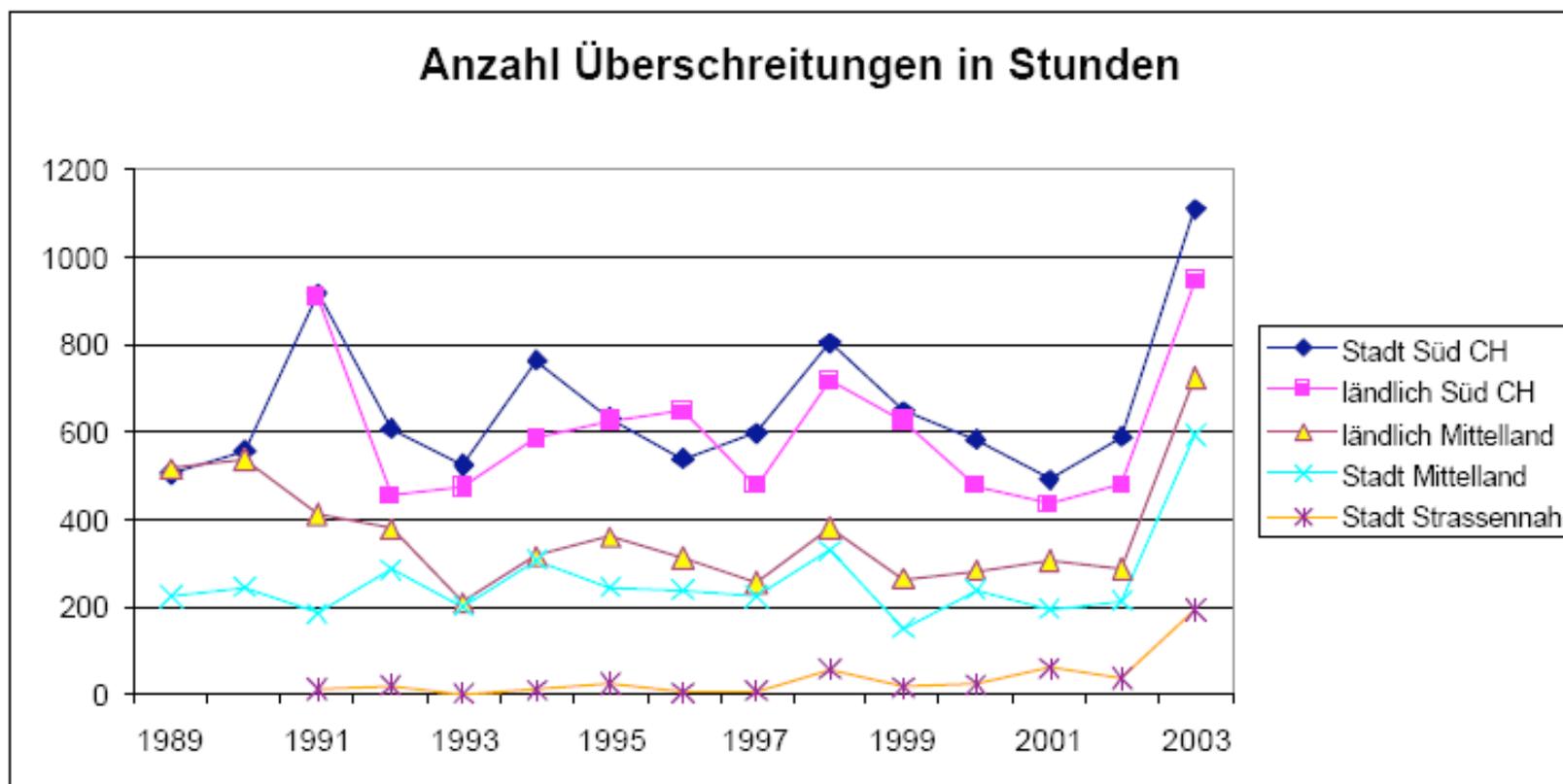


# Ozon in der Schweiz am 7. August 2003

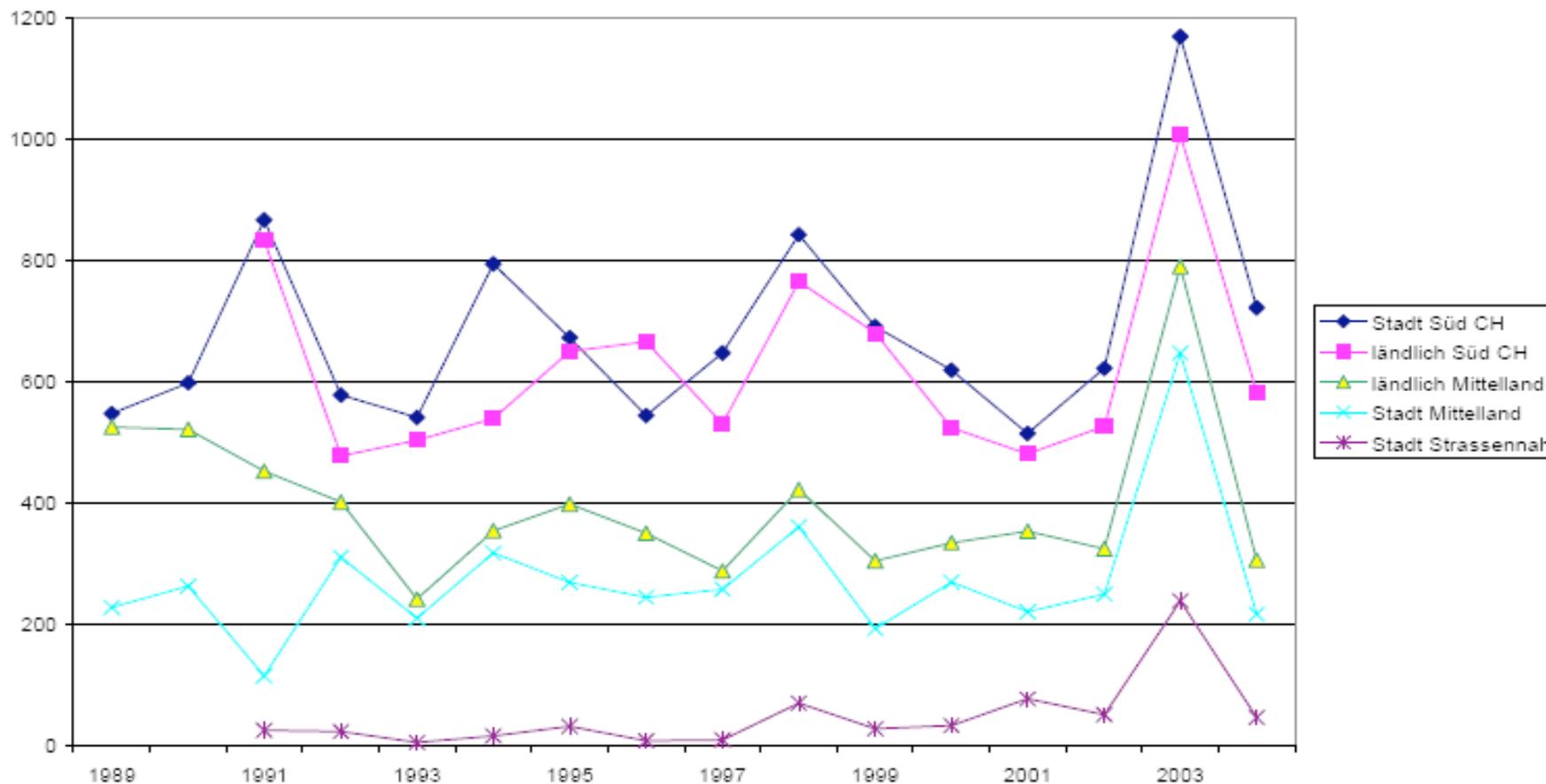
scen000.run3.030807.favrg.asc 07.08.2003 00÷01H [CET]  
O3 (OZONE) (PPB) NIVEAU = 1 (19.2024M)



## Ozongrenzwertüberschreitungen (Stunden über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in der Schweiz

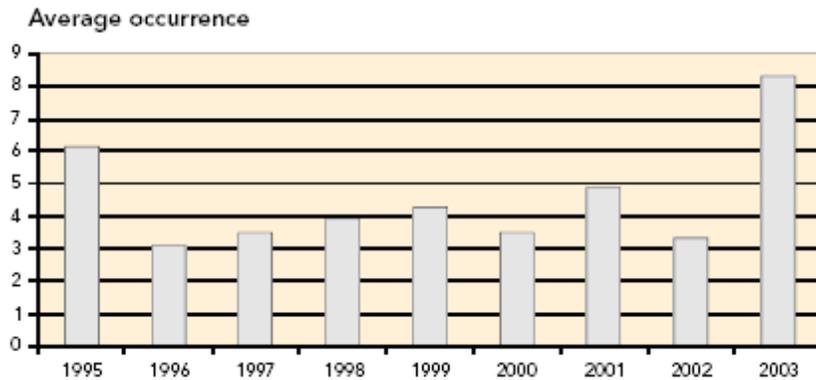


## Ozongrenzwertüberschreitungen (Stunden über 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in der Schweiz

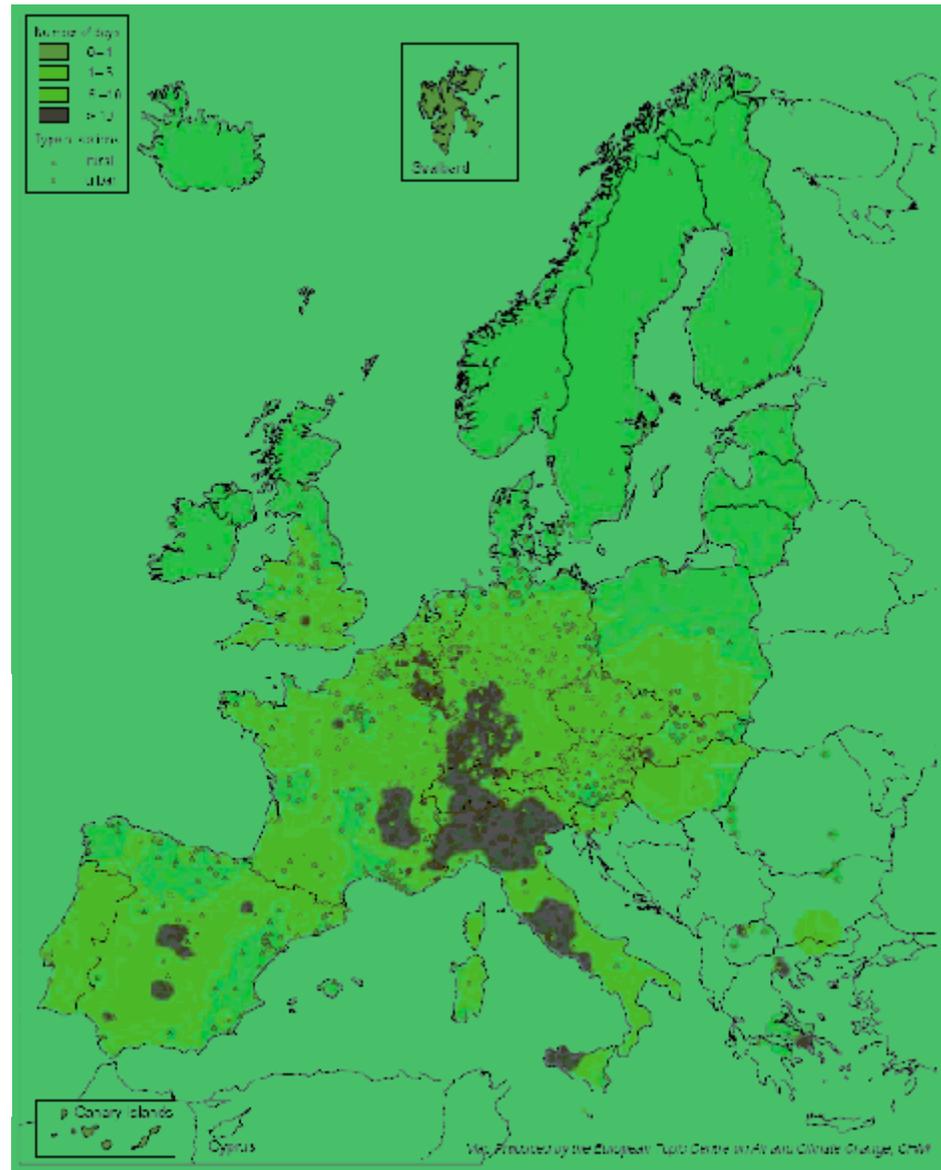


# Ozongrenzwertüberschreitungen (Informationsschwellwert) (Stunden über 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in Europa

Durchschnittliche Anzahl Tage mit  
Stundenmitteln über 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



European Environmental Agency

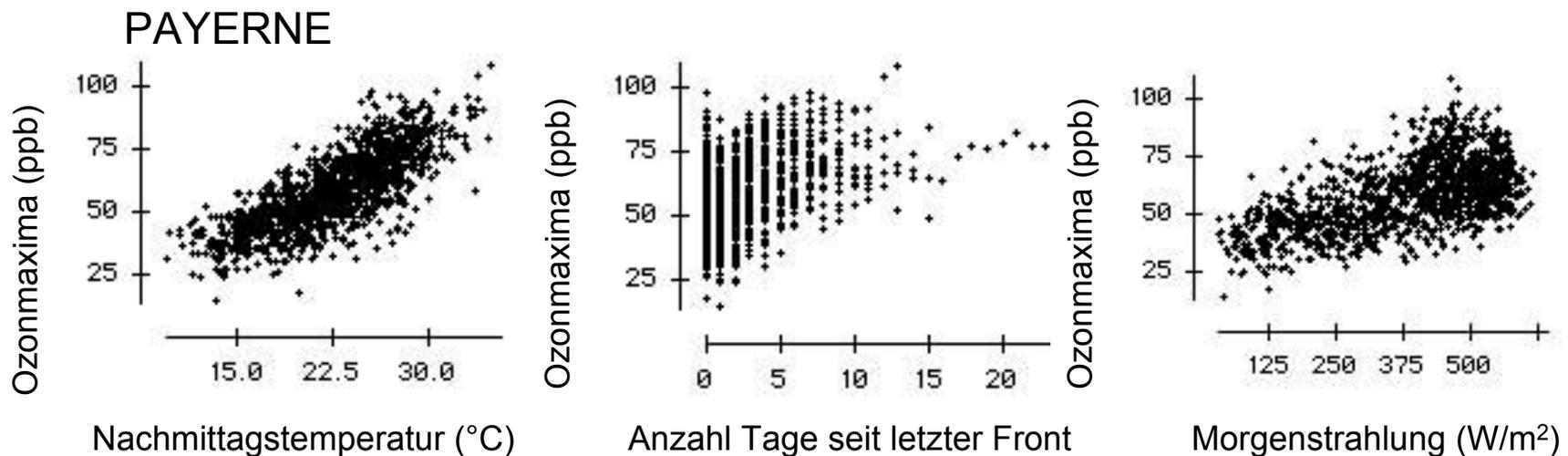


## Ozon und meteorologische Faktoren im Sommer

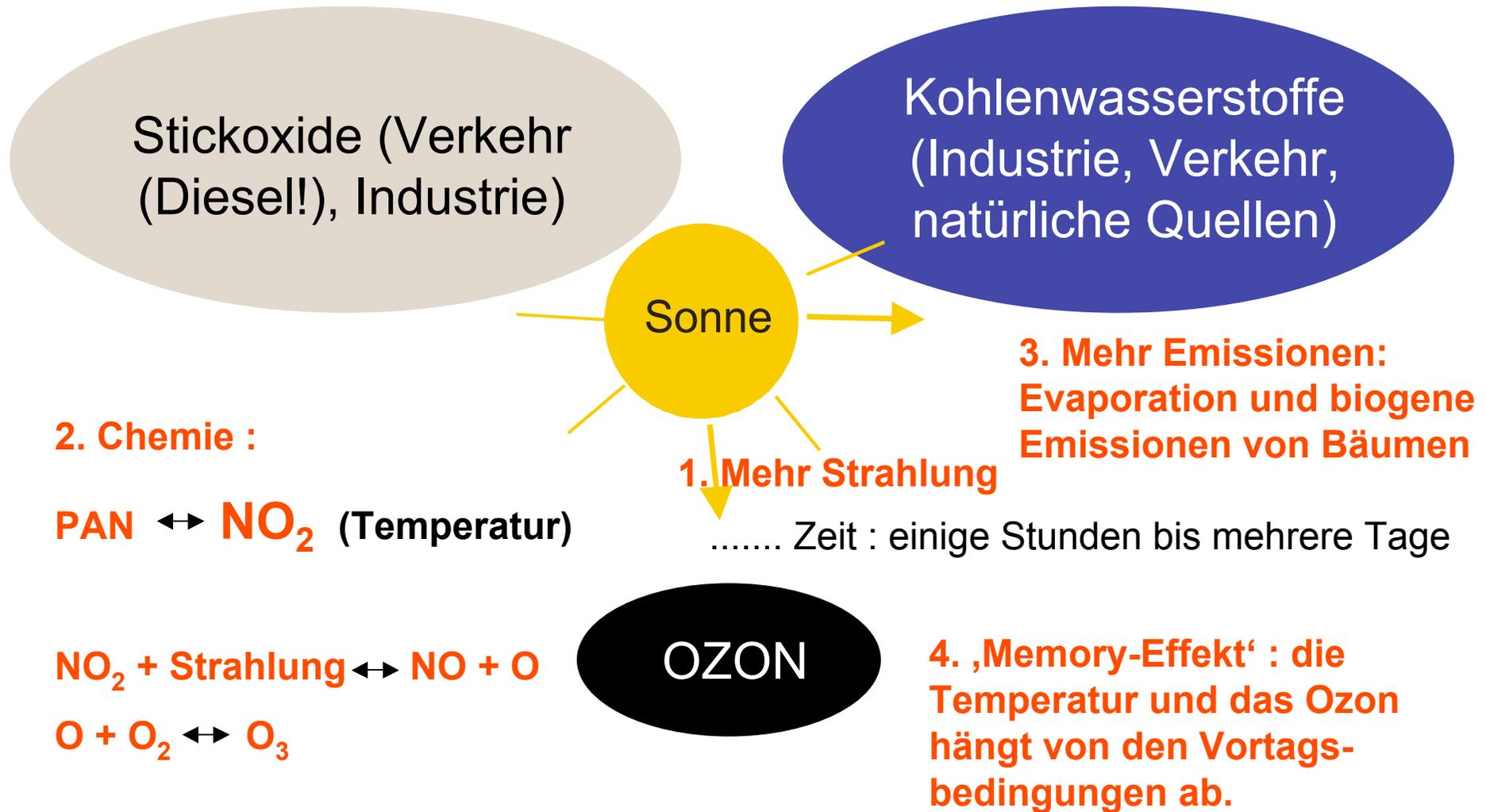
### Wichtigste meteorologische für die täglichen Ozonmaxima

- Temperatur am Nachmittag
- Anzahl Tage seit letzter Front
- Strahlung am Morgen

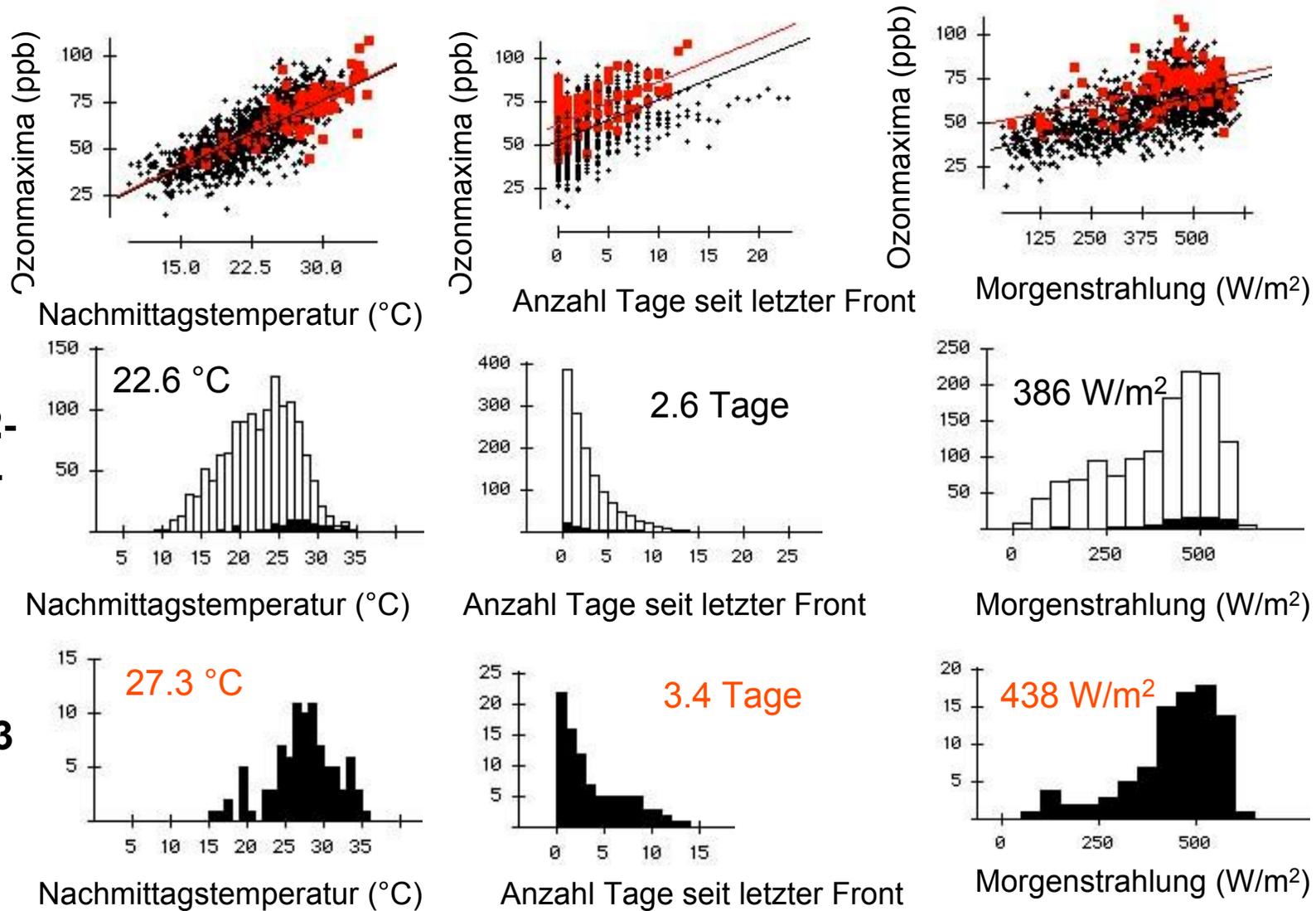
Ordóñez et al., ACP (2005)



# Warum ist das Ozon erhöht bei hohen Temperaturen?

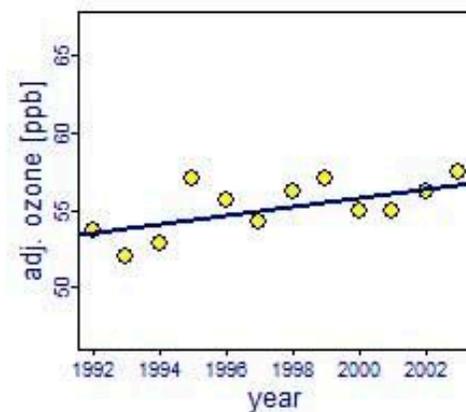
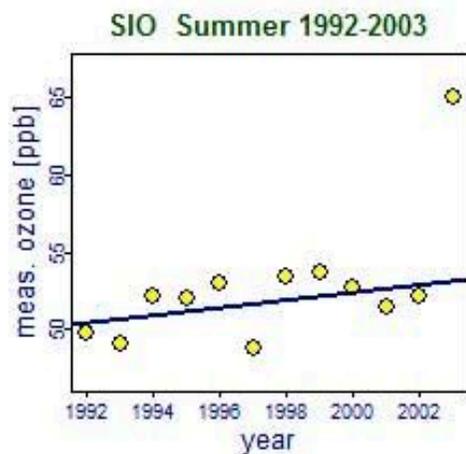


# Ozon im 2003 versus 1992-2004



# Ozontrends vor und nach meteorologischer Korrektur

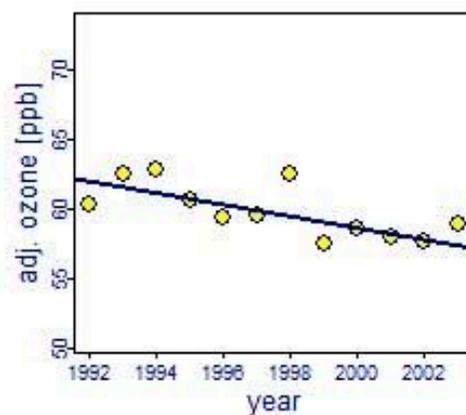
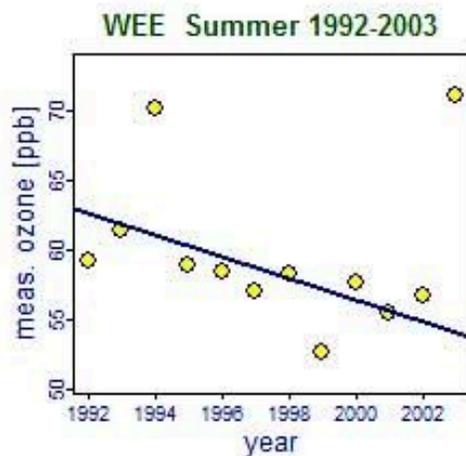
Sion



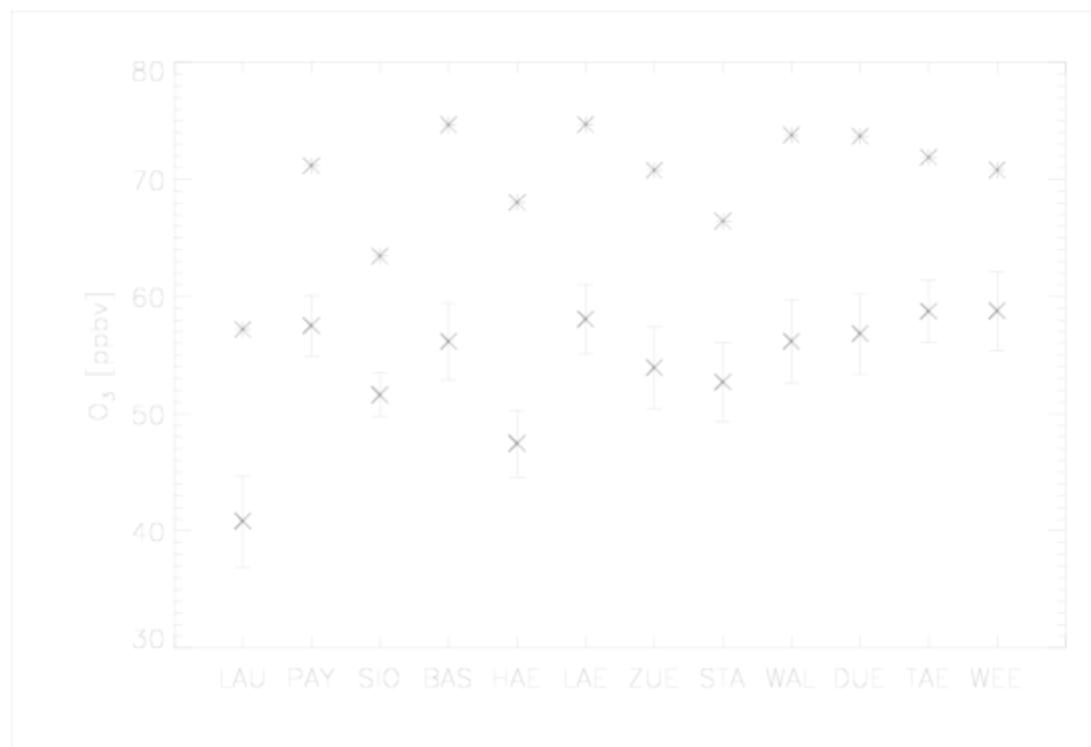
**vorher**

**nachher**

Weerswilen



## Ozonsommer 2003 versus 1992-2002 für verschiedene Stationen im schweizerischen Mittelland

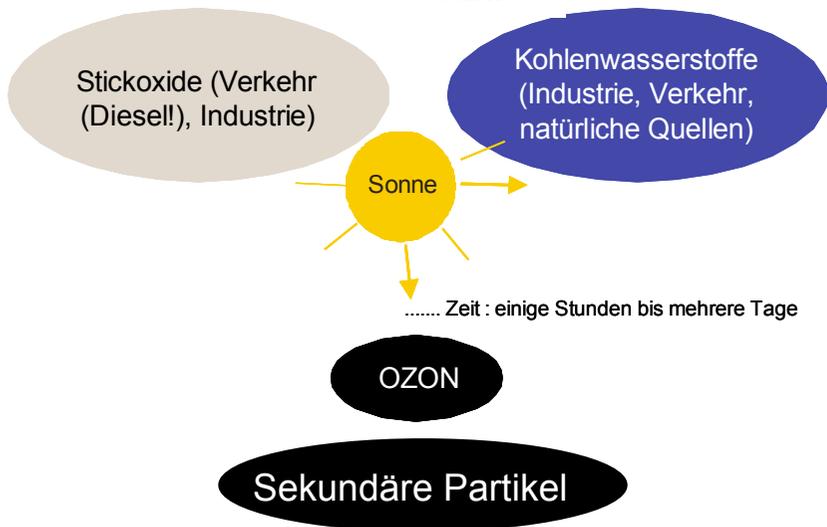
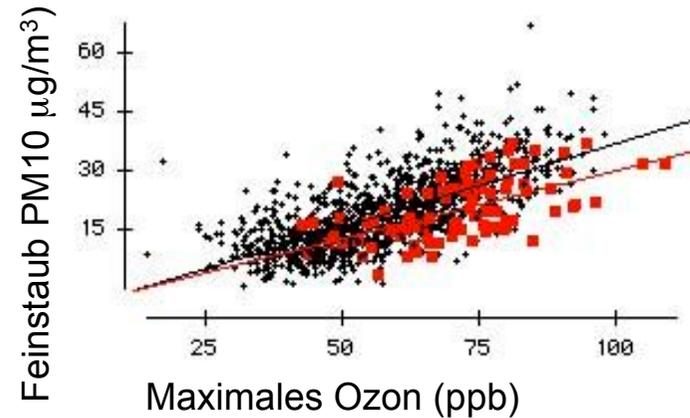
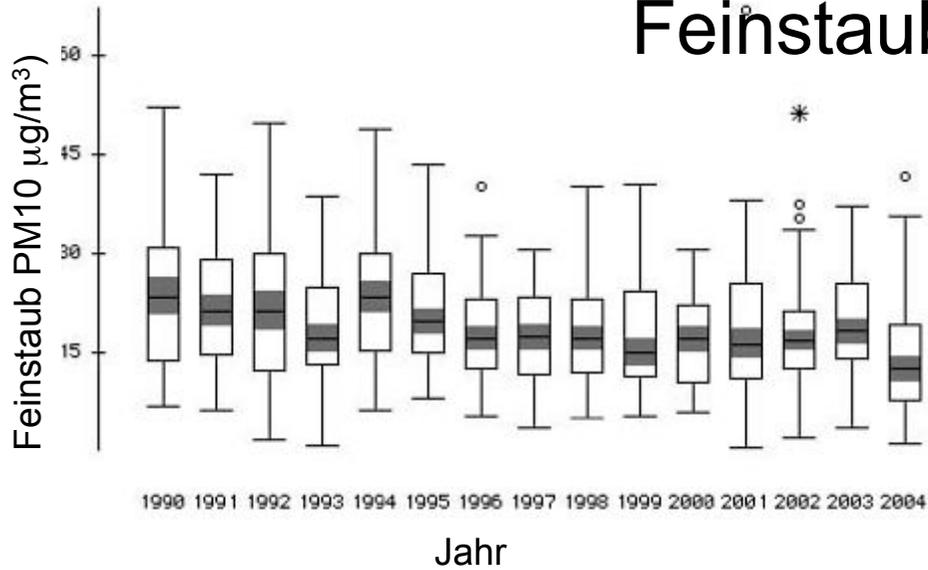


2003  
1992 - 2002

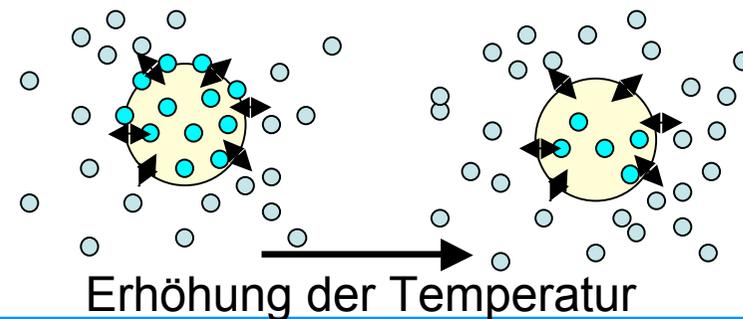
- Ozon im Jahre 2003 war wie die Temperatur 5 Standardabweichungen von der Norm entfernt



# Feinstaub und 2003



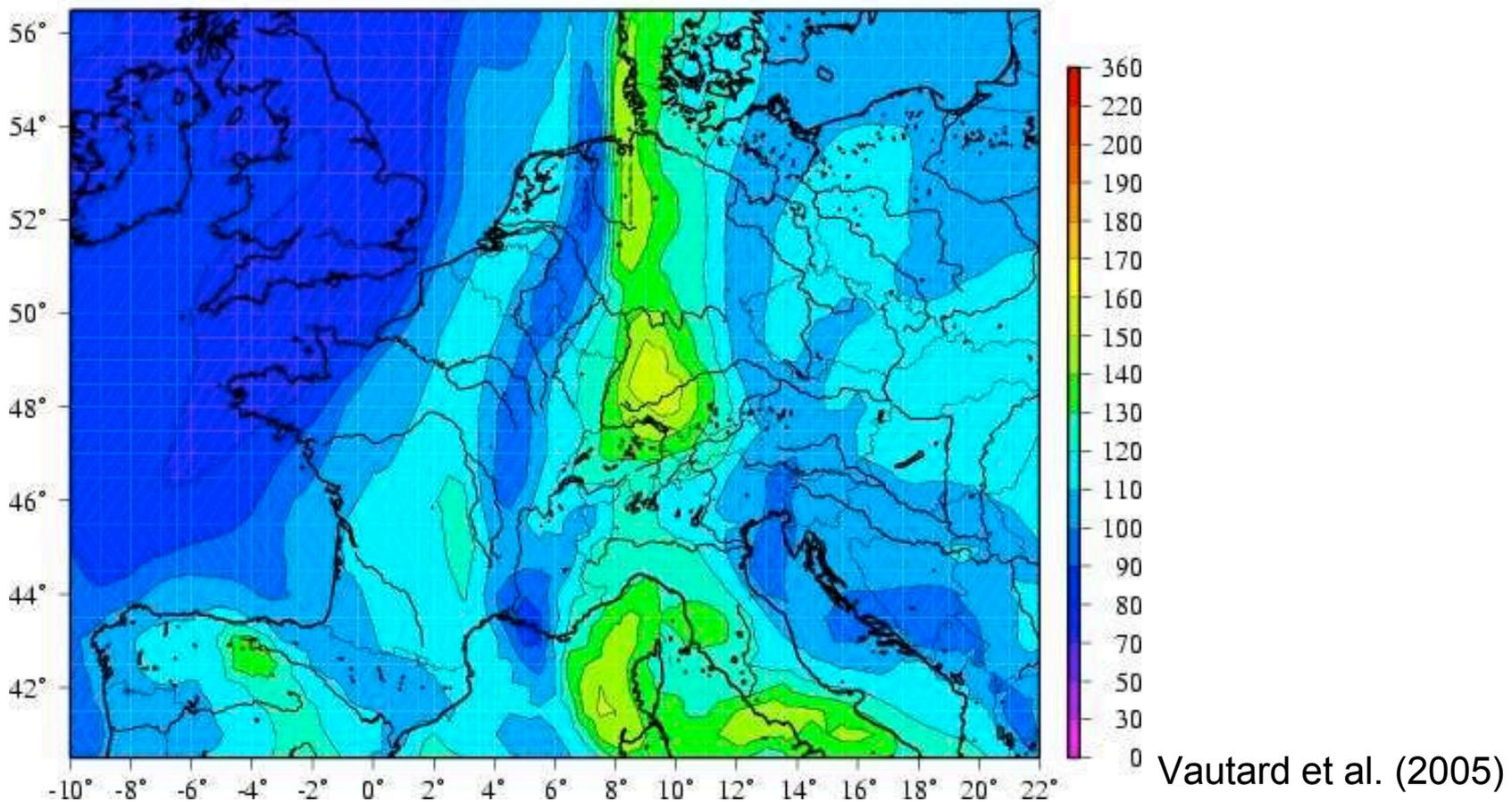
Semivolatile Moleküle sind als Gas vorhanden oder sind am Aerosol adsorbiert



July 2005 Hitzesommer

# The August 2033 Heat Wave: ozone evolution every 6h at 1500m

LAYER 11 O3 2003080100



Vautard et al. (2005)



# Schlussfolgerungen

- Ozon war stark erhöht im Sommer 2003, wie die Temperatur etwa 5 Standardabweichungen von Norm entfernt
- Der Hauptgrund für die hohen Werte, war die hohe mittlere Temperatur und die grosse Anzahl von Tagen mit hoher Temperatur
- Feinstaubkonzentrationen waren auch erhöht, aber nicht so dramatisch wie Ozon.
- Bei vermehrt heissen Sommern in Zukunft wird auch die Ozonkonzentration ansteigen, falls die Emissionen nicht deutlich gesenkt werden.
- 10-40% der zusätzlichen Todesfälle im Sommer 2003 (in der Schweiz total 975) wird den erhöhten Ozon- und Feinstaubkonzentrationen zugeschrieben (Studien verschiedener Länder in Europa)



# *Extremer Gletscherrückgang und tauender Permafrost 2003*



Wilfried Haerberli,  
Frank Paul (Satellitenbilder)  
Regula Frauenfelder, Martin Hoelzle, Andi Käab,  
Horst Machguth, Jeannette Noetzli, Christine Rothenbühler,  
Daniel Vonder Mühl, Michael Zemp

Glaciology and Geomorphodynamics Group  
Physical Geography, University of Zurich

Montag, 3. Juni 2013



August 2001

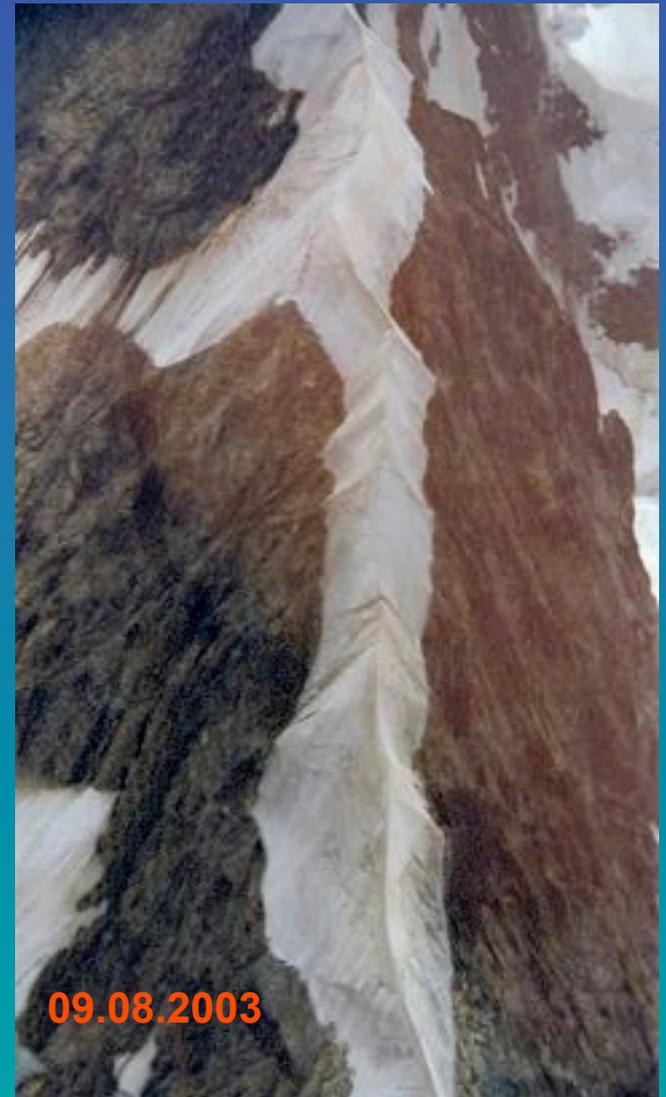
***Morteratschgletscher***

*C. Rothenbühler*



29. 6. 2003

## *Bernina-Biancogrät*



*C. Rothenbühler*

*Murtèl/Corvatsch*

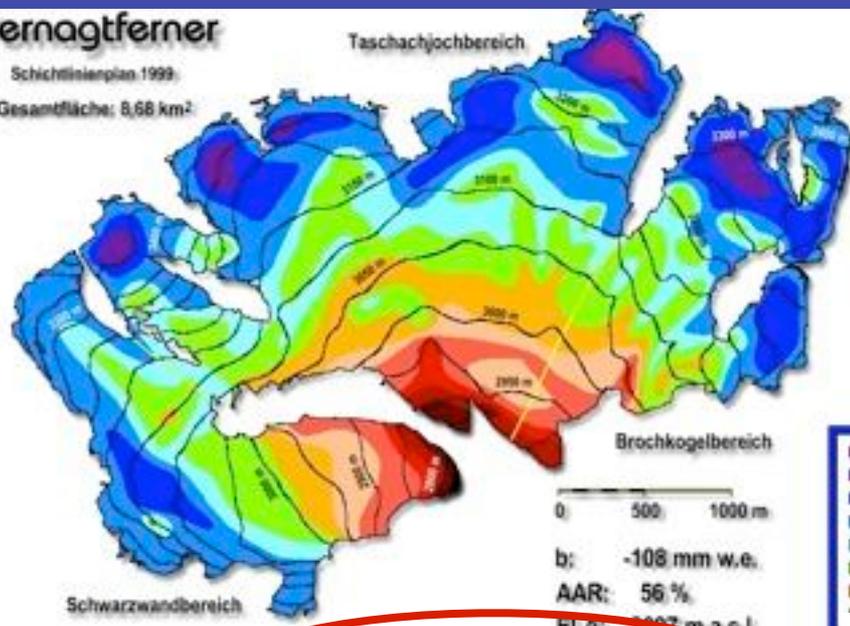


Montag, 3. Juni 2013

# Vernagtferner

Schichtlinienplan 1999

Gesamtfläche: 8,68 km<sup>2</sup>

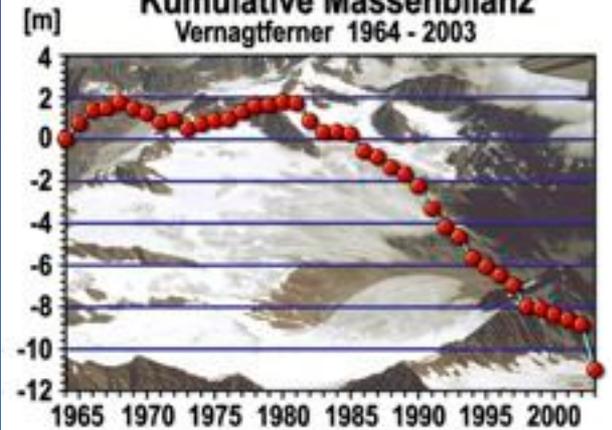


b: -108 mm w.e.  
AAR: 56 %  
ELA: 3097 m a.s.l.

## Massenbilanz 1998/99

© Kommission für Glaziologie 2000

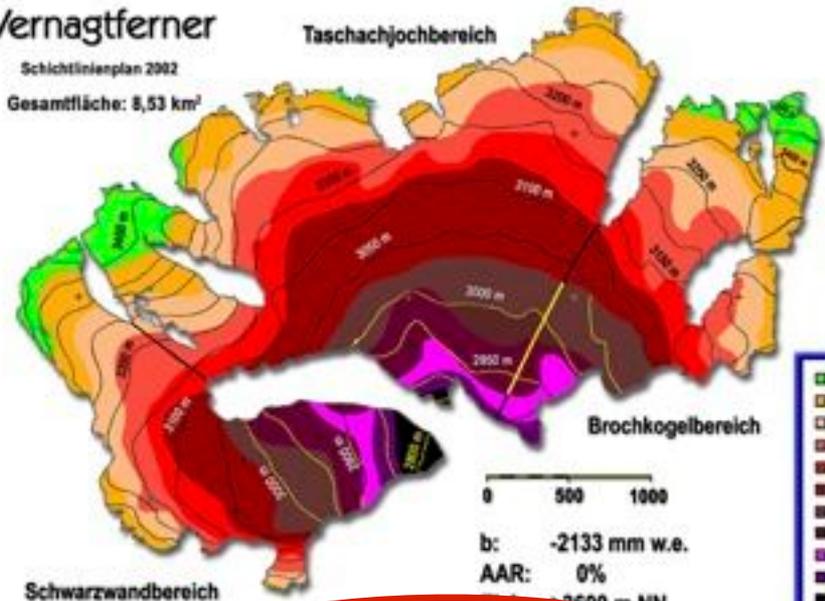
# Kumulative Massenbilanz Vernagtferner 1964 - 2003



# Vernagtferner

Schichtlinienplan 2002

Gesamtfläche: 8,53 km<sup>2</sup>



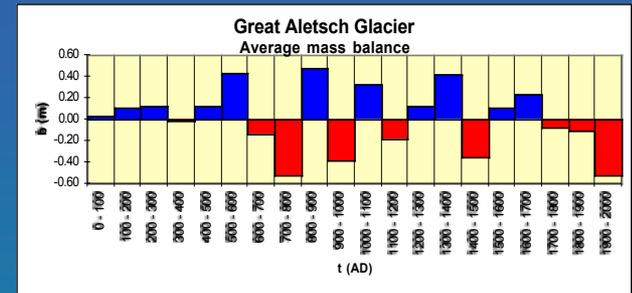
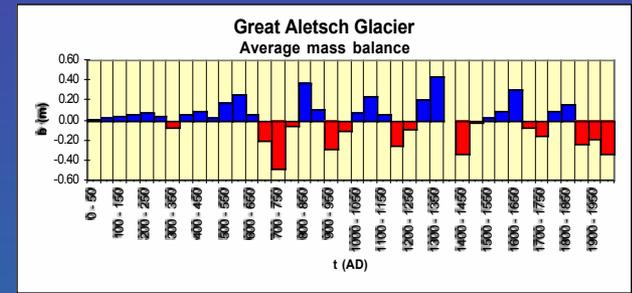
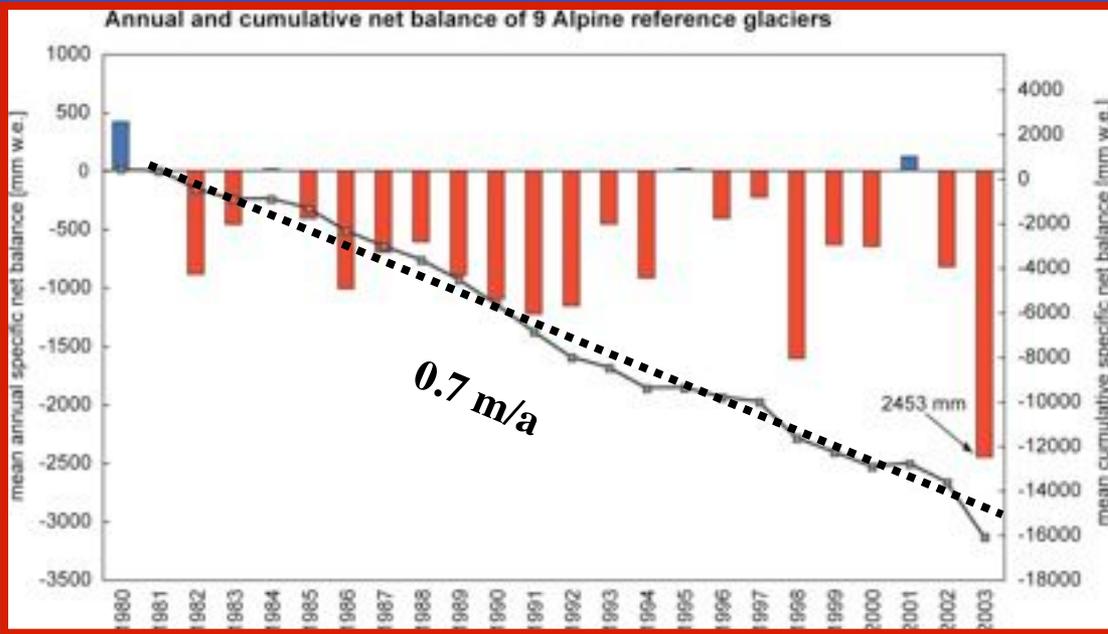
b: -2133 mm w.e.  
AAR: 0 %  
ELA: 2600 m NN

## Massenbilanz 2002/2003

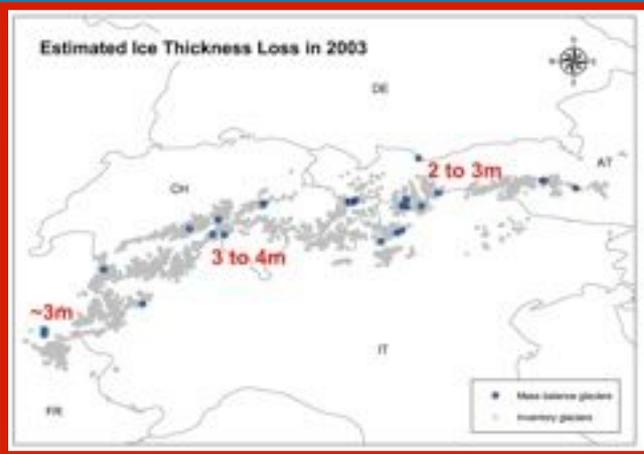
© Kommission für Glaziologie 2004

[www.glaziologie.de](http://www.glaziologie.de)

## Massenbilanz Vernagtferner



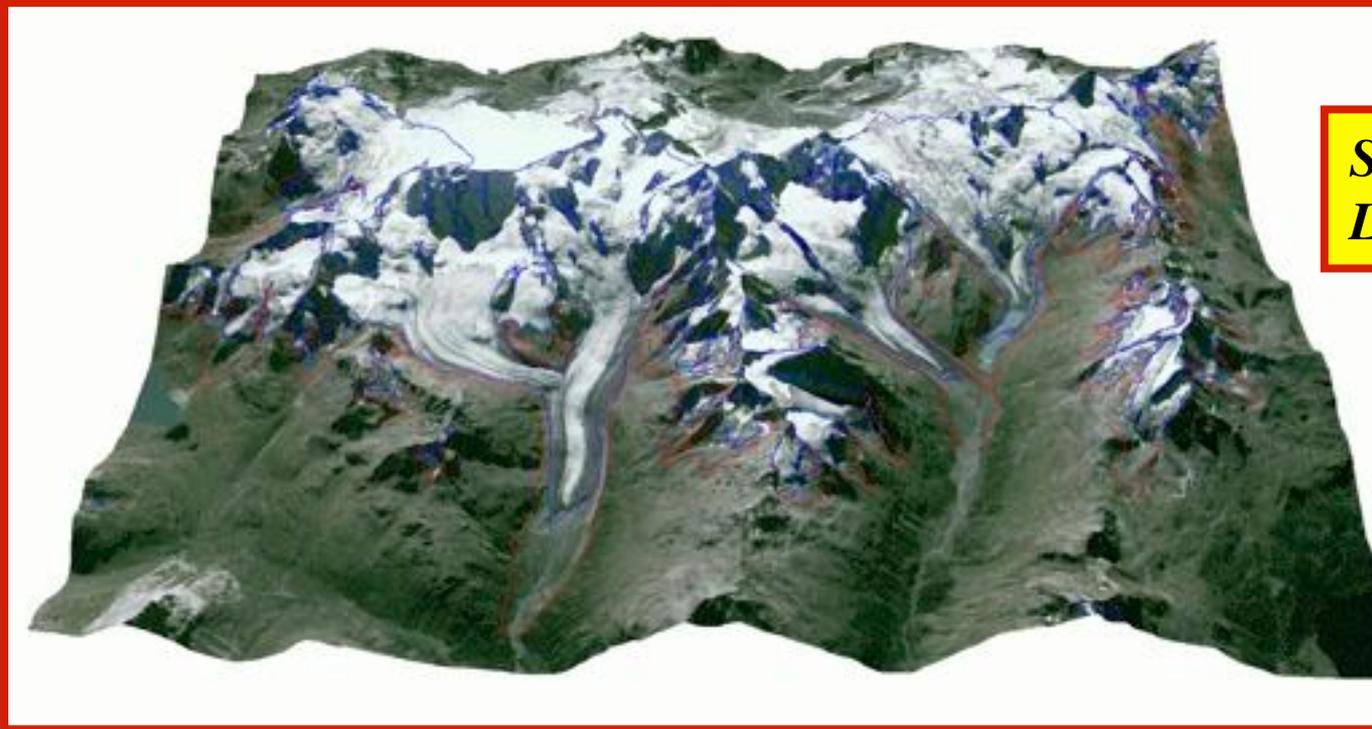
*J. Noetzli, M. Zemp*



	$\pm\delta$	max	min	20 <sup>th</sup>	2x
Step 50	$\pm 0.31$	+ 0.43	- 0.48	- 0.26	- 0.52
Step 100	$\pm 0.25$	+ 0.48	- 0.53	- 0.51	- 1.02
mean	$\pm 0.28$	+ 0.46	- 0.51	- 0.39	- 0.77

*Haeberli and Holzhauser 2003*

## Alpengletscher-Massenbilanzen



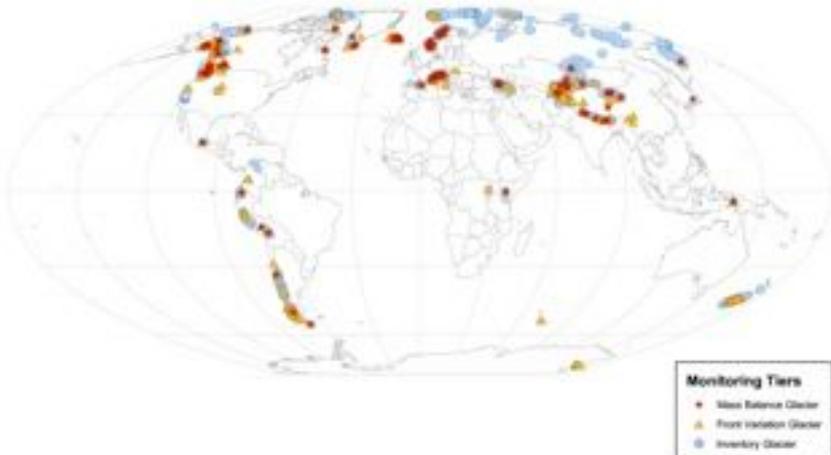
**Swiss Glacier Inventory  
Landsat/GIS-Fusion**

*F. Paul*

**Alpengletscher-  
Inventaranalyse**

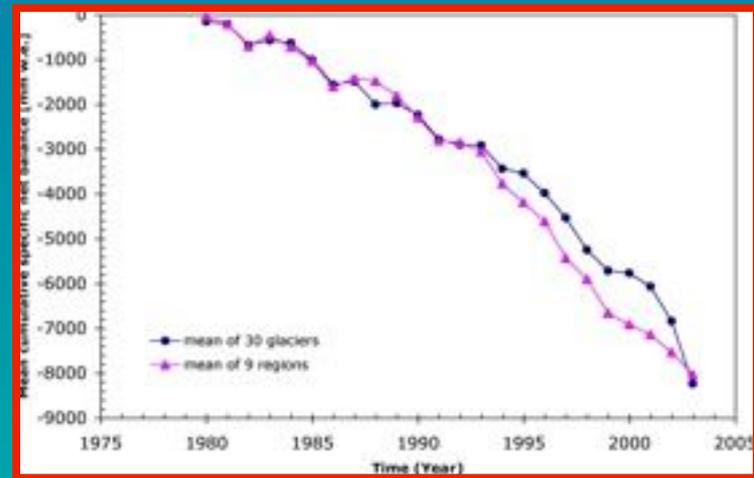
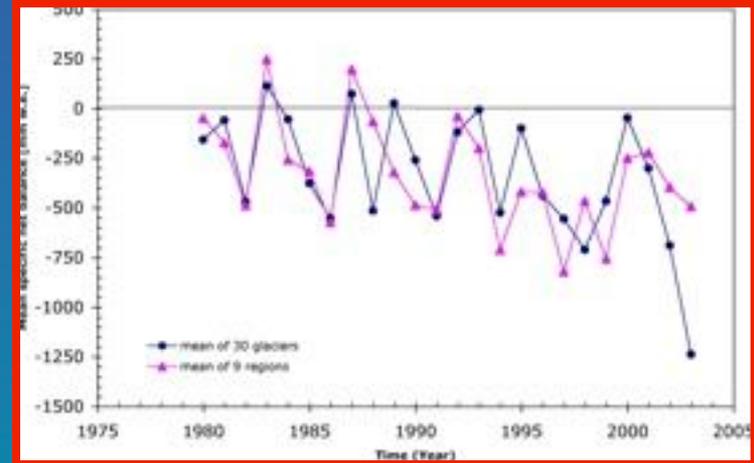
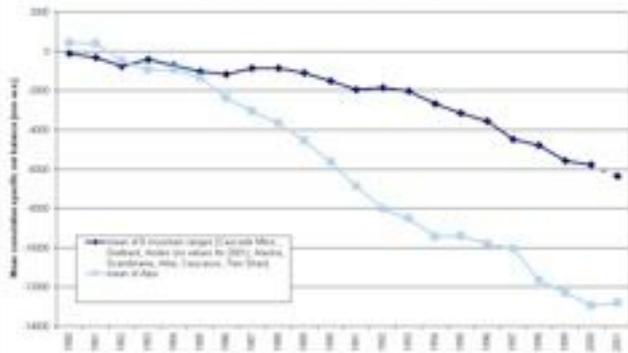
glacierized area 1970/80:	2909 km <sup>2</sup>
glacier volume 1970/80:	100 km <sup>3</sup>
sea-level equivalent:	0.3 mm
mean mass balance 1850-1970/80:	- 0.25 m/year
mean mass balance 1980-2000:	- 0.65 m/year
<b>mean mass balance 2003 alone:</b>	<b>ca. 2.5 meters</b>
area loss 1850-1970/80:	ca. 40 %
volume loss 1850-1970/80:	ca. 50 %
volume loss 1970/80-2000:	> 25 % of 1970/80
estimated volume loss 1970/80-2025:	ca. 50 % of 1970/80
estimated volume loss 1970/80-2100:	ca. 95 % of 1970/80
<b>volume loss 2003 alone:</b>	<b>ca. 5-10% of 2000</b>

## Worldwide Glacier Monitoring



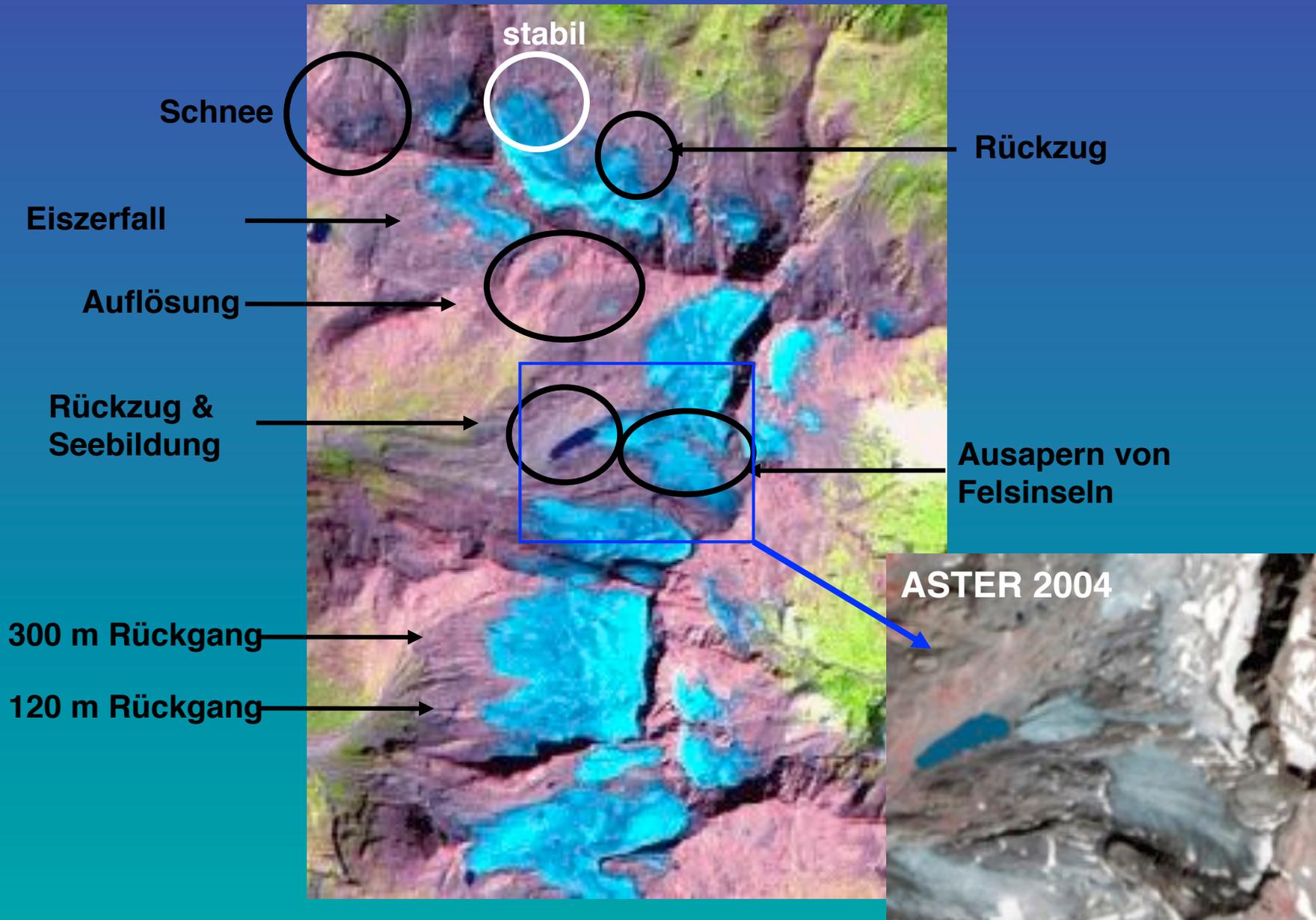
*weltweiter Vergleich*

Alpine Mass Balance compared to other Mountain Ranges

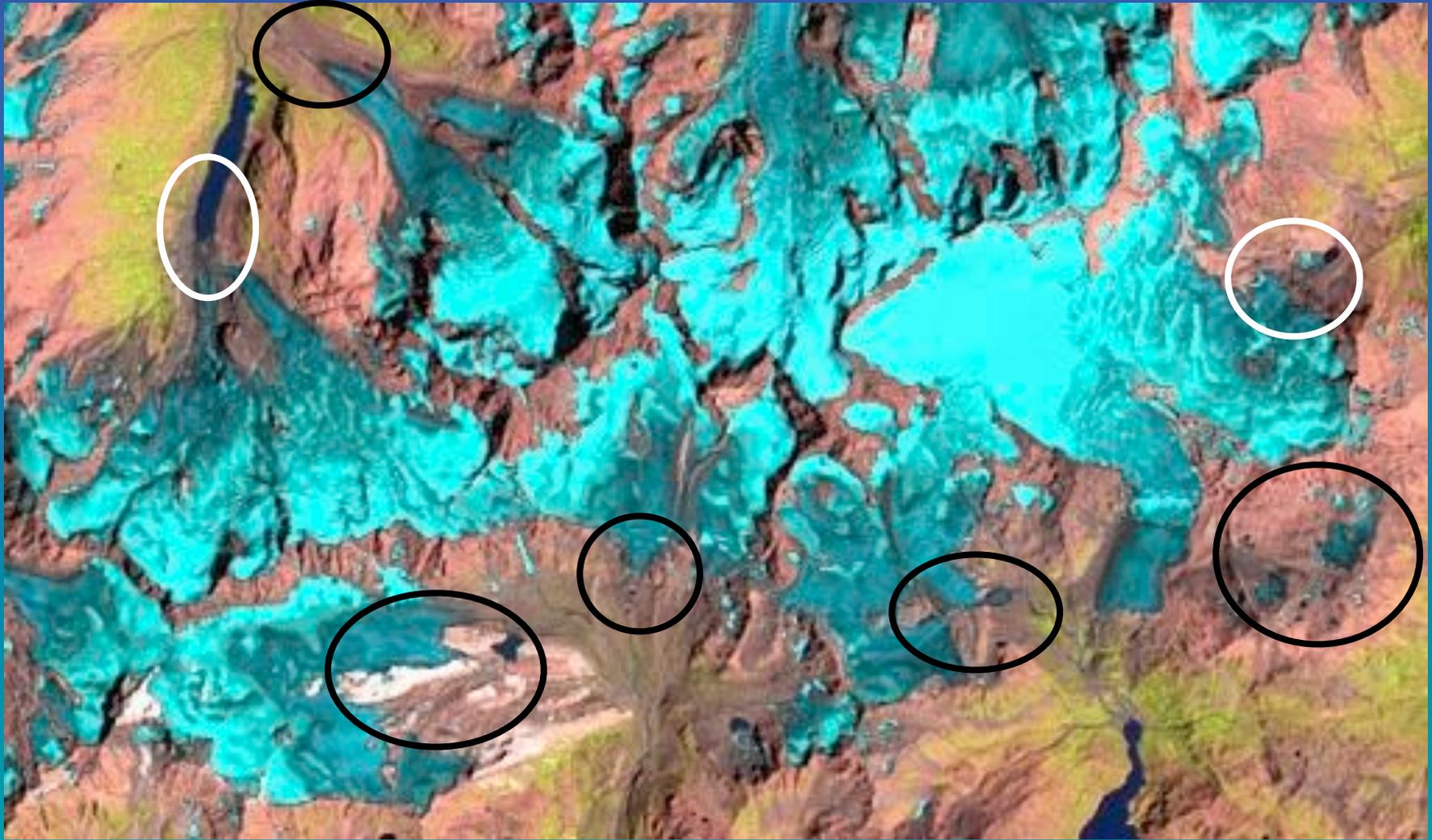


*M. Zemp, R. Frauenfelder, J. Noetzli*

# Gran Paradiso 1998



# Bernina 2003



# Oetztaler Alpen 1985

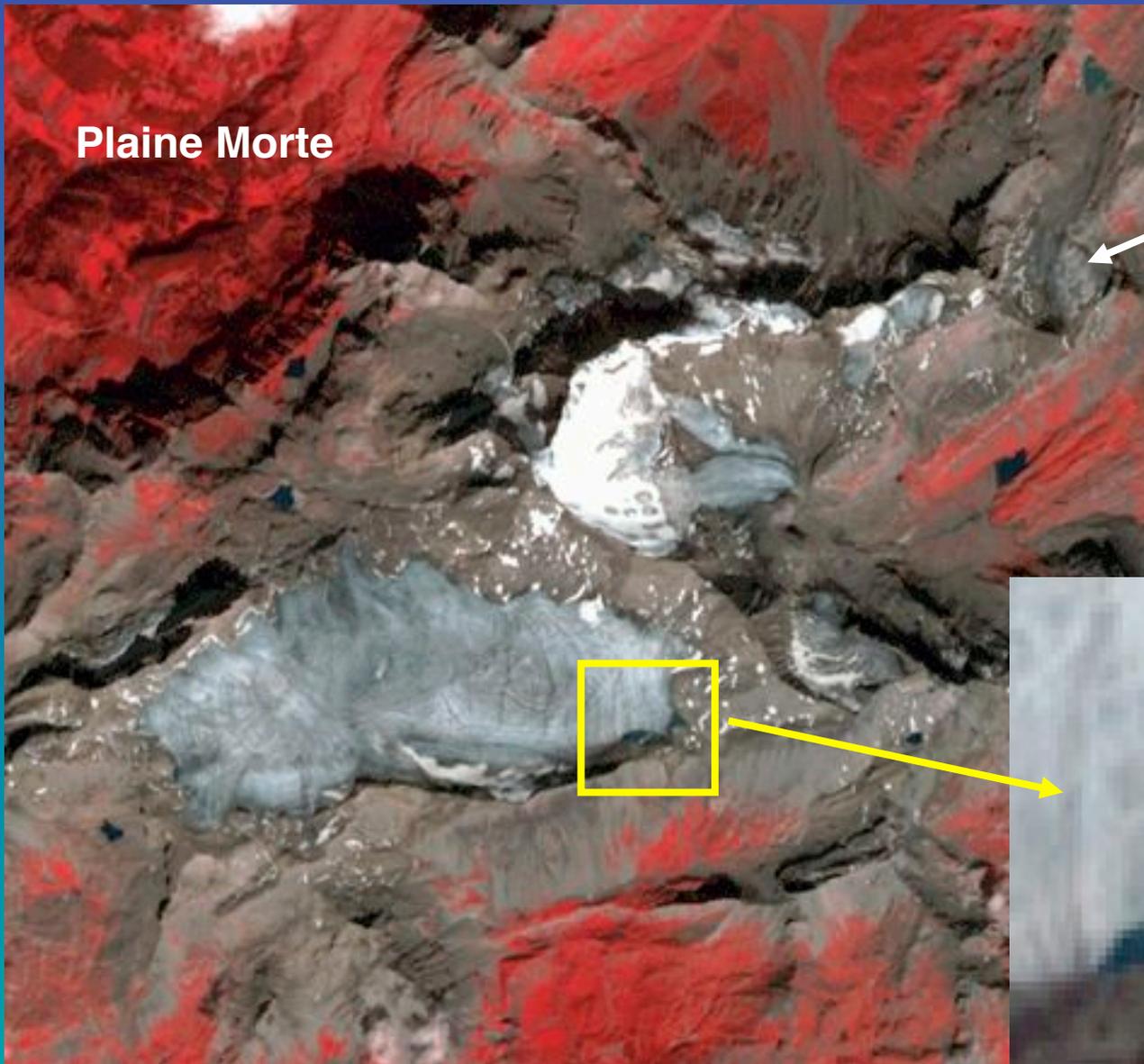


*Ausaperung*

Plaine Morte

Ex Taelligl.

*Seebildung*

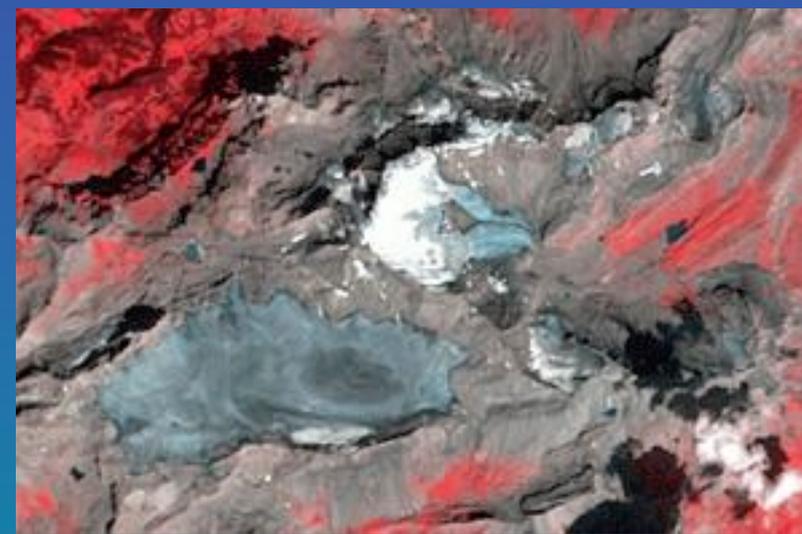
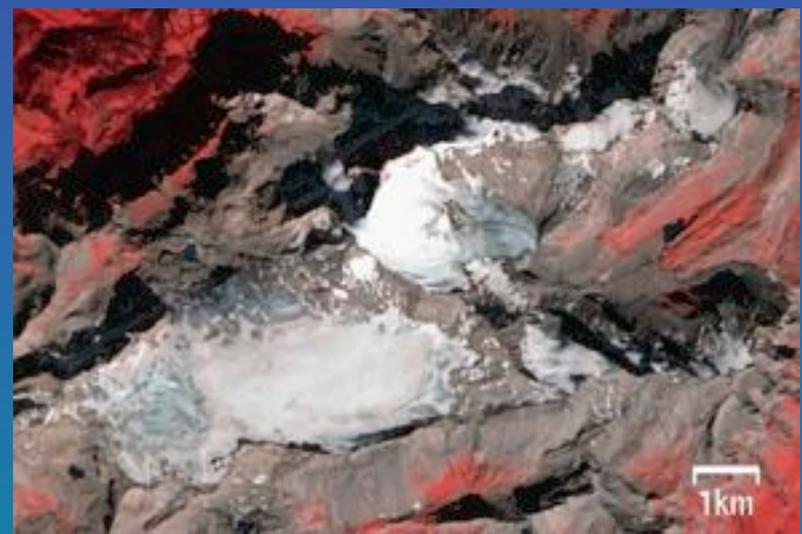


**Albedo-Reduktion**

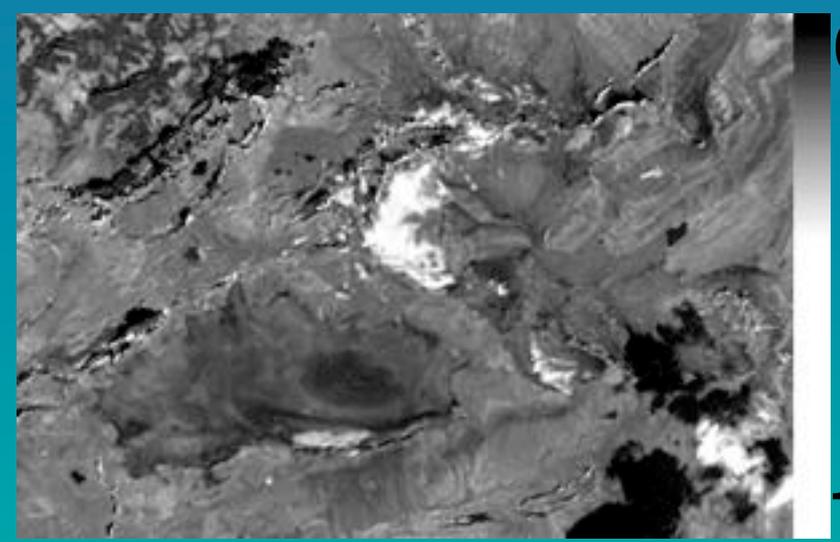
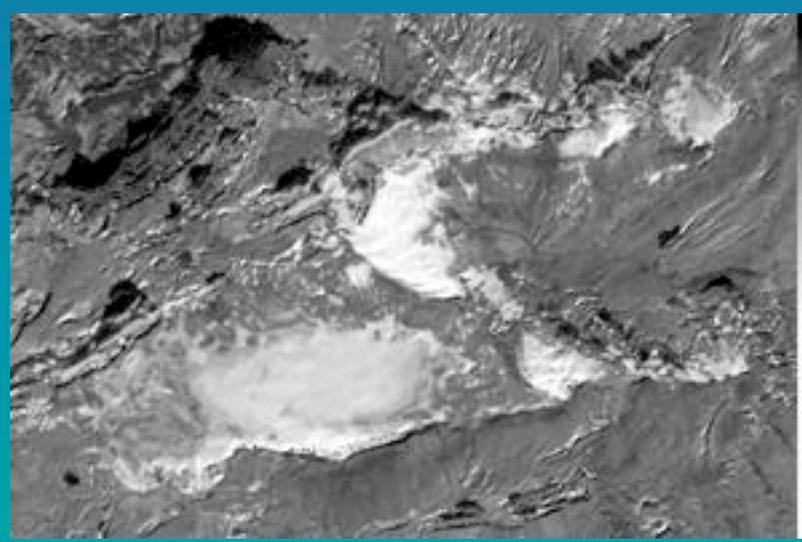
1985

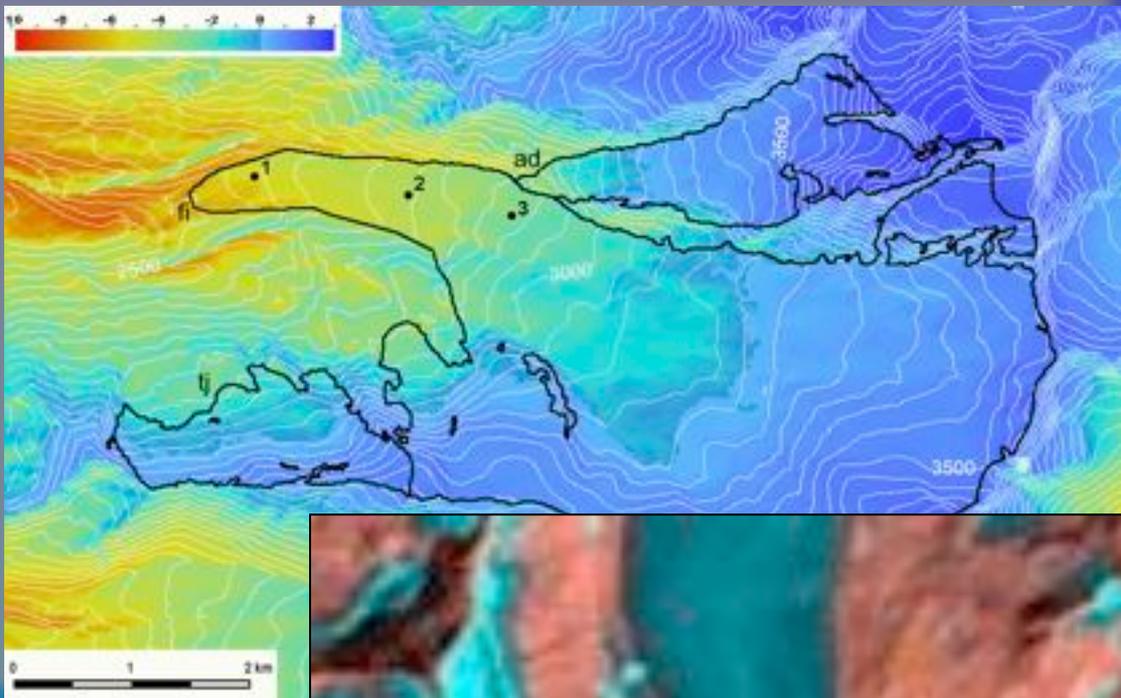
2003

Falschfarben



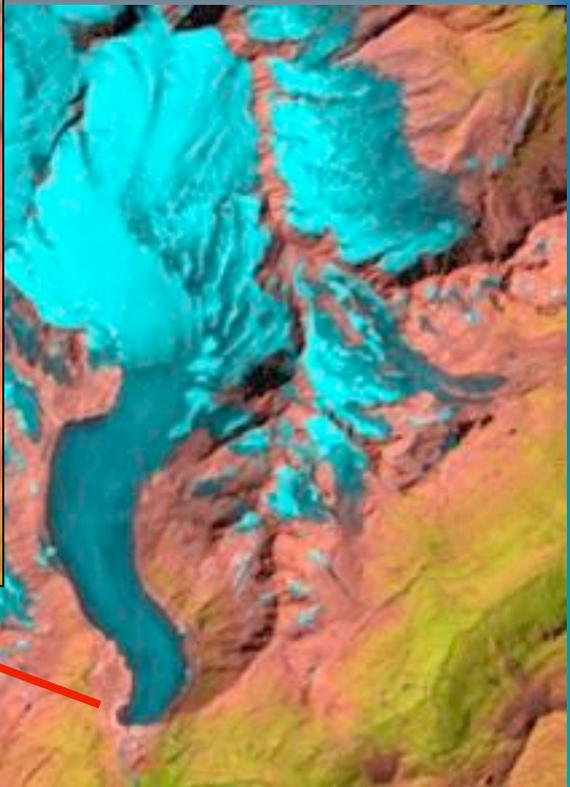
Albedo



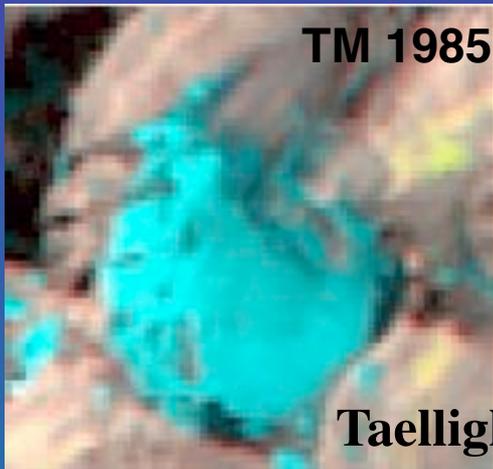


LANDSAT

*H. Machguth*

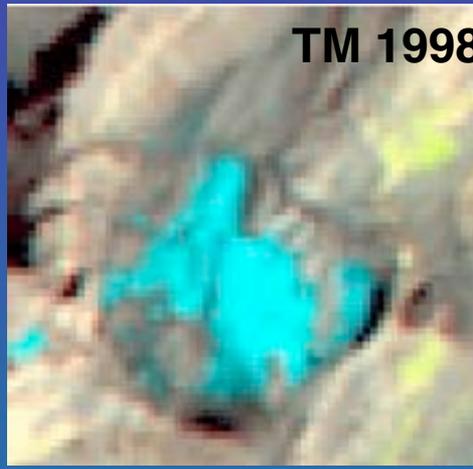


***Alpengletscher 2003***

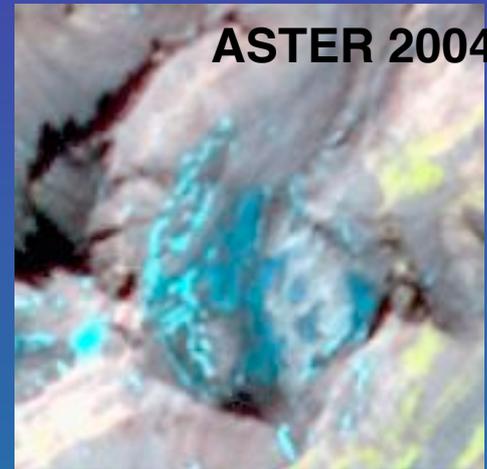


TM 1985

Taelligl.



TM 1998



ASTER 2004

*E. Peguiron*

***Eiszerfall***

**Steingletscher**





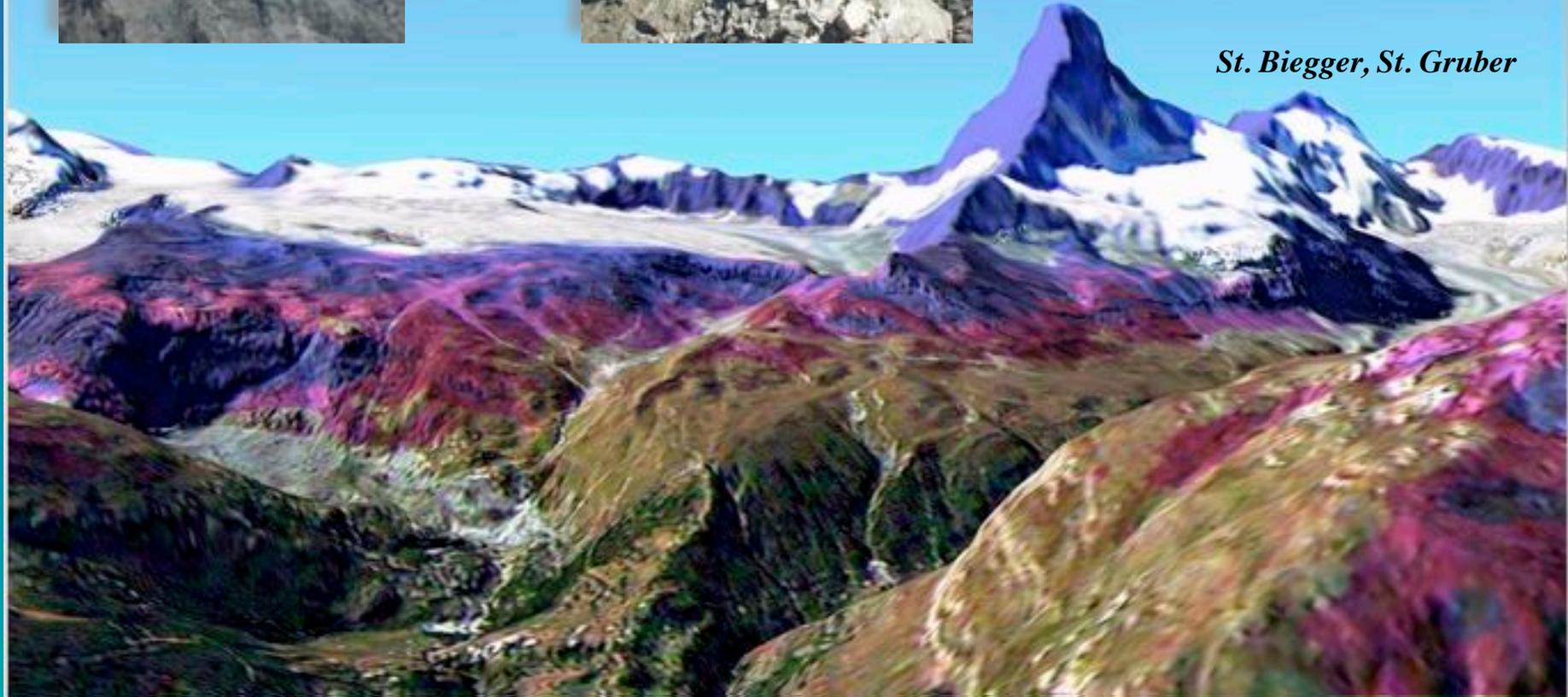
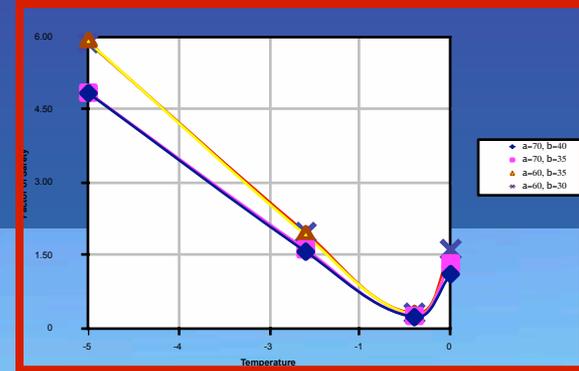
*St. Biegger, St. Gruber*



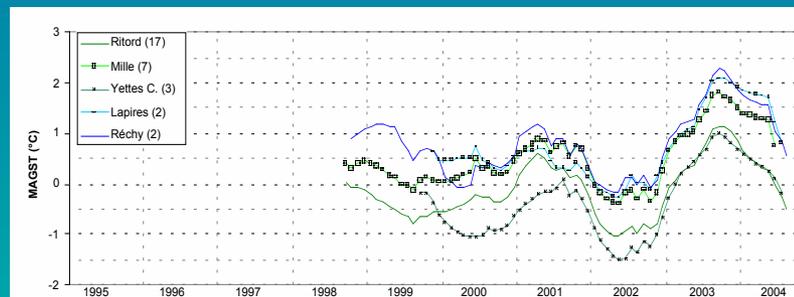
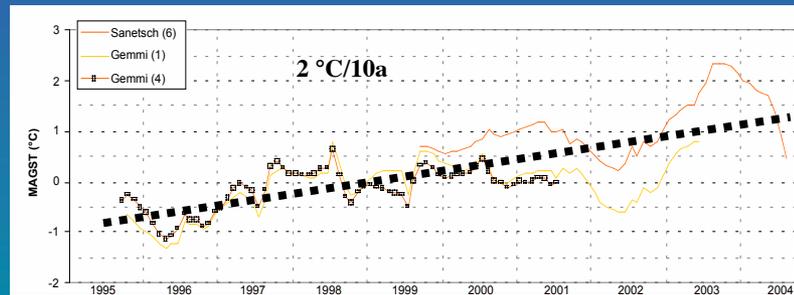
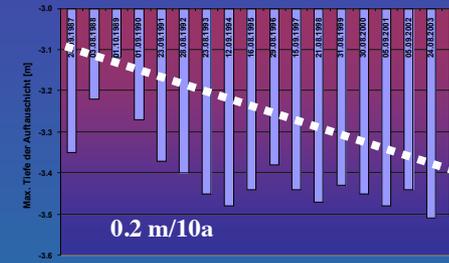
*L. Trucco*

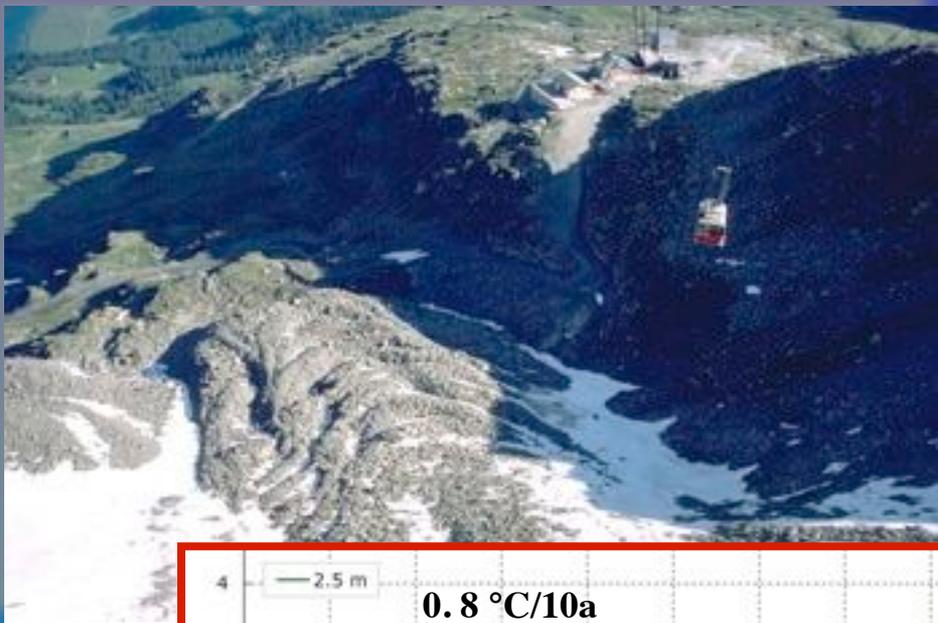


*M. Davies*

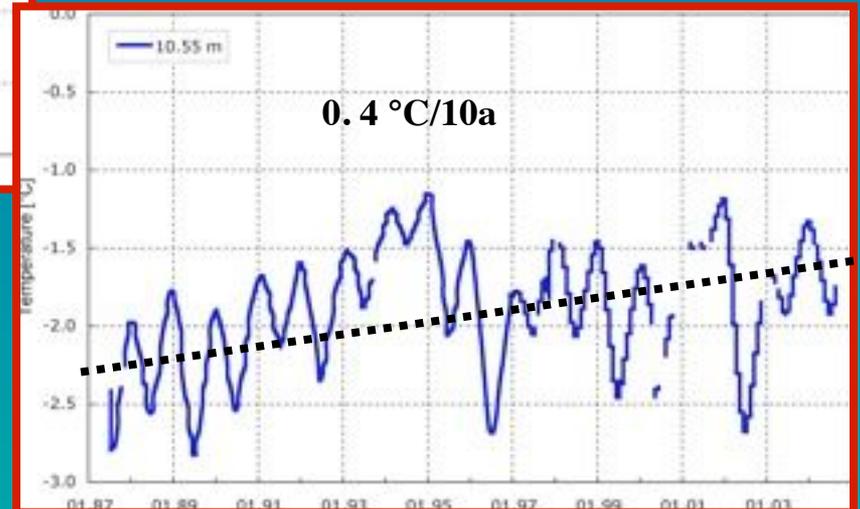
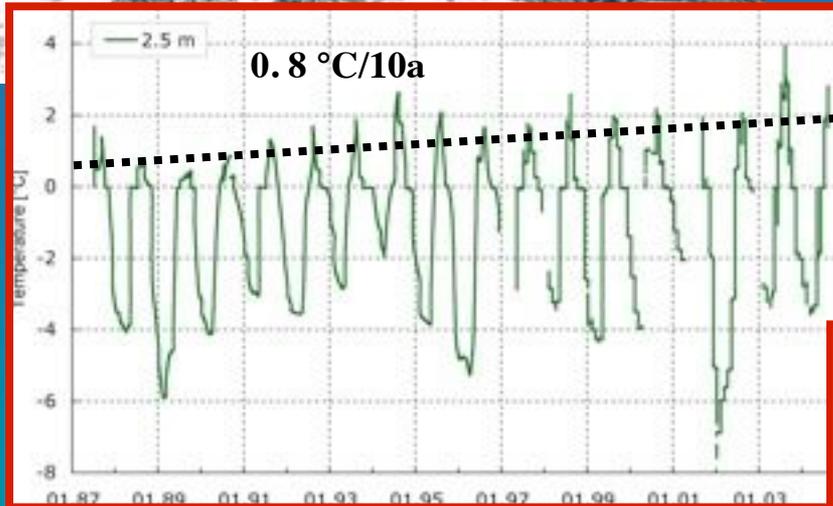


*St. Biegger, St. Gruber*



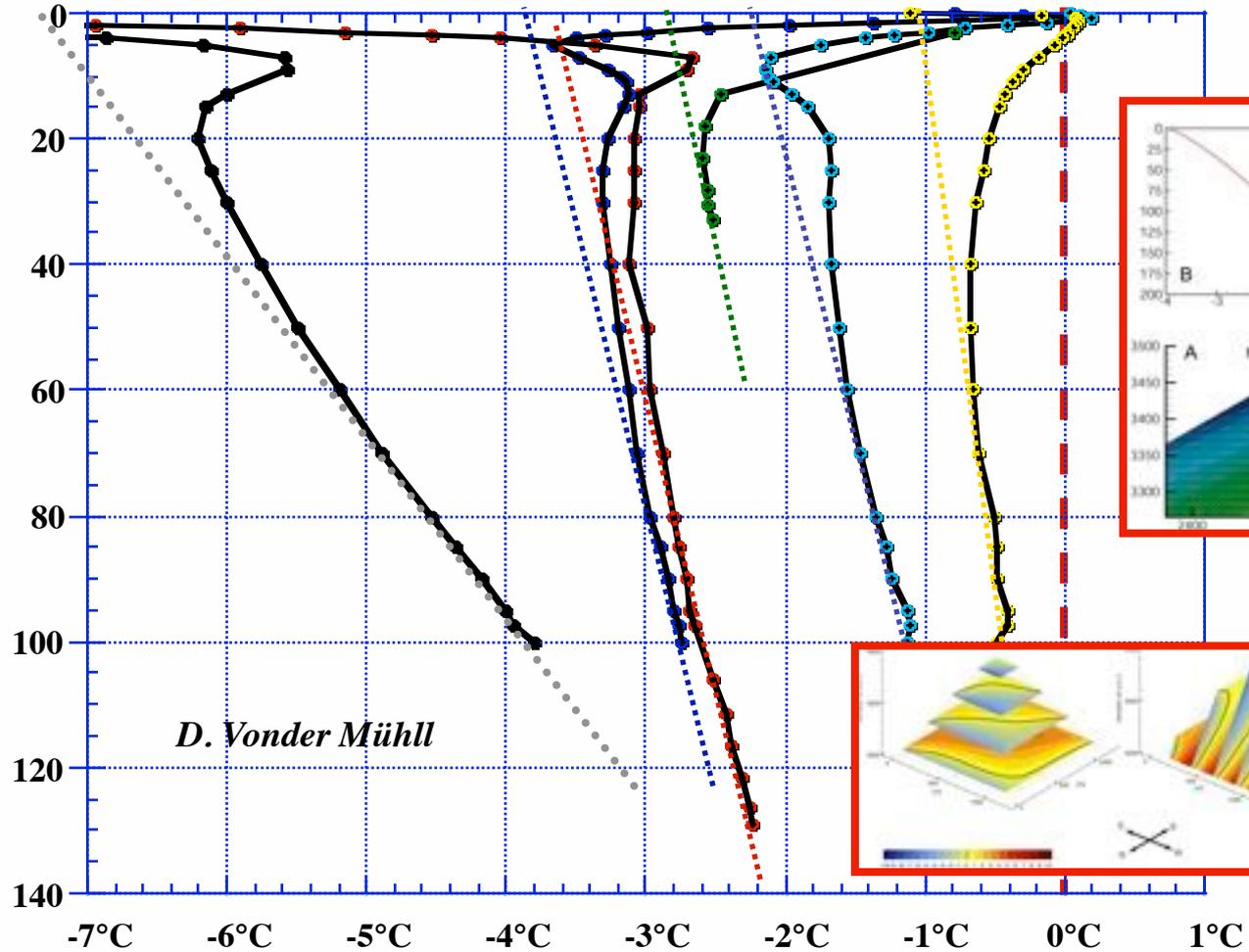


***Eisreicher Schutt:  
Bohrlochtemperaturen  
Murtèl/Corvatsch***

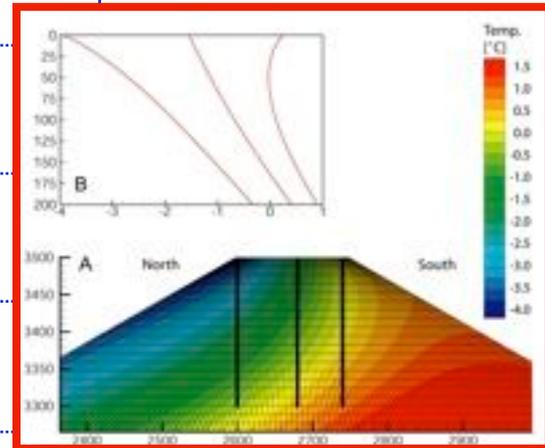


*J. Noetzli*

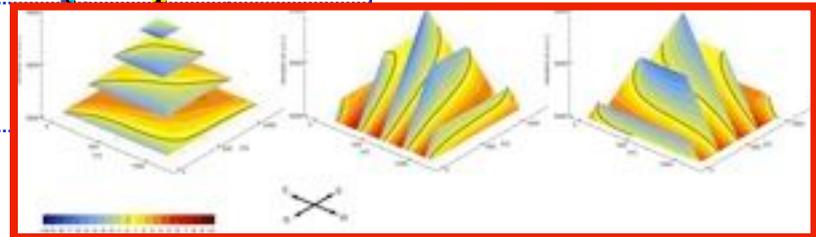
# Bohrlochtemperaturen im europäischen Permafrost



*D. Vonder Mühl*



*St. Gruber*

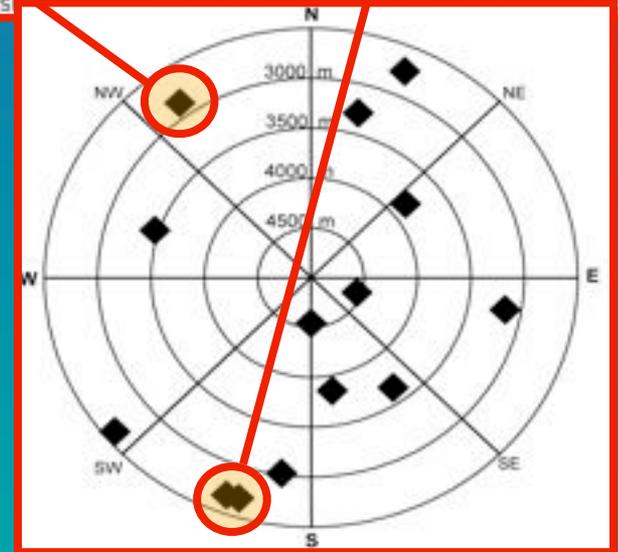
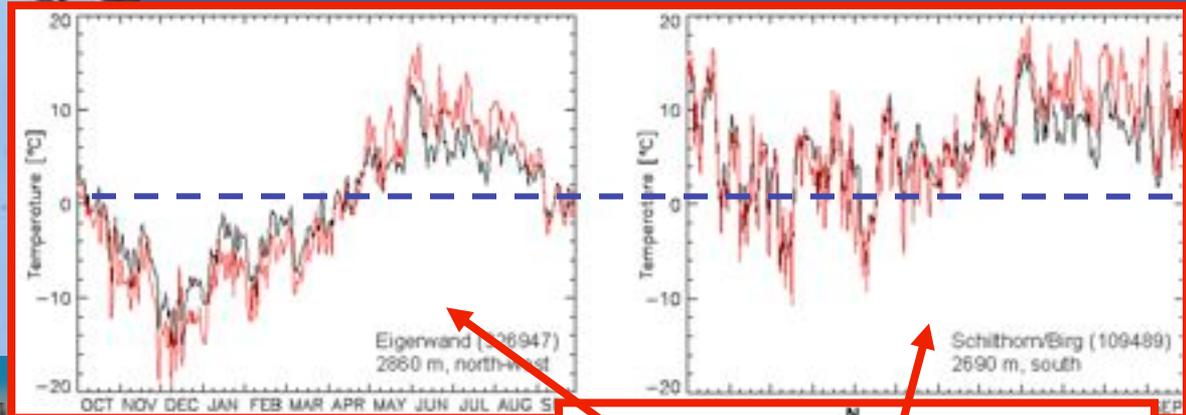


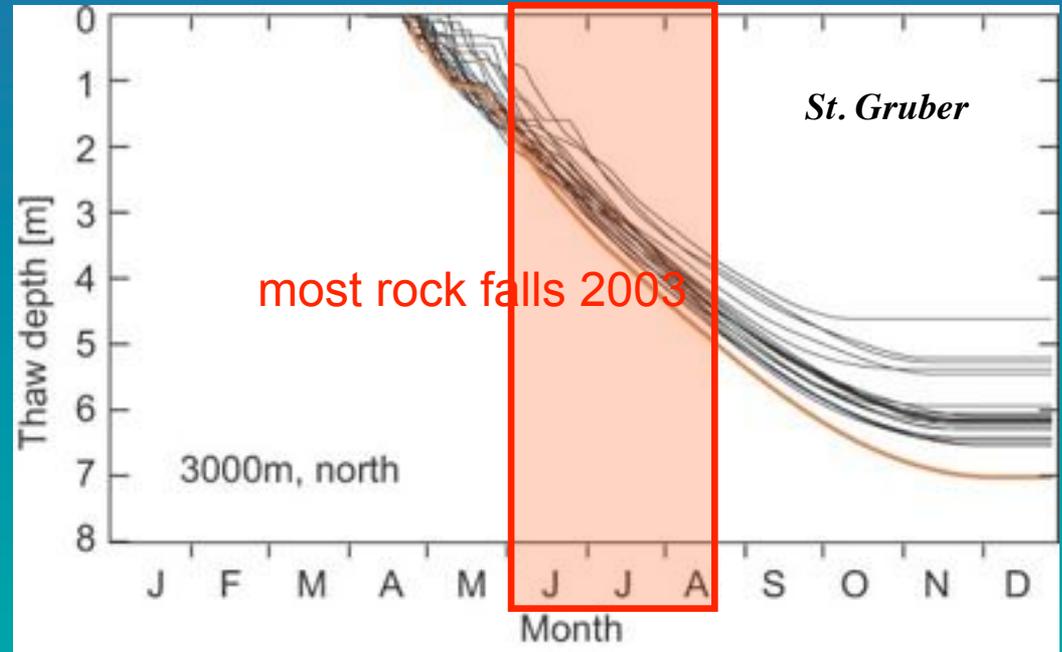
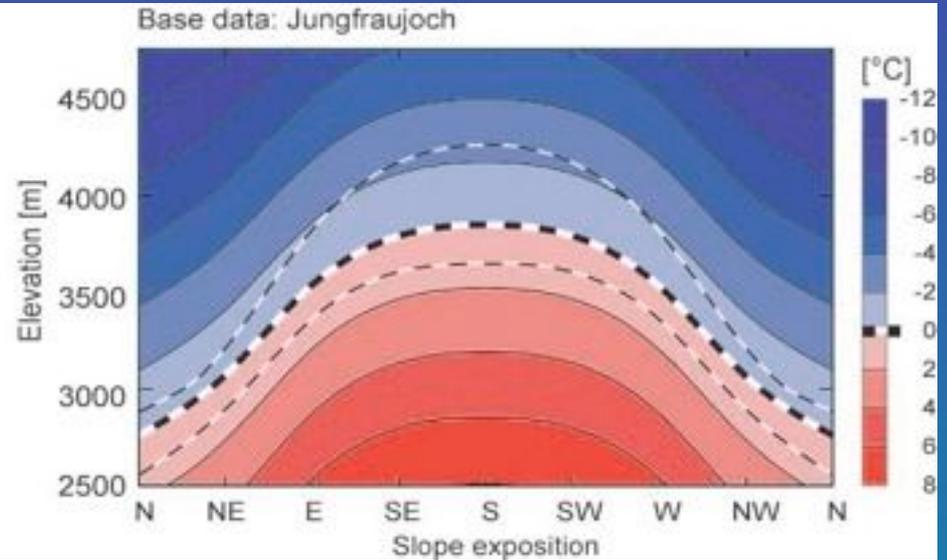
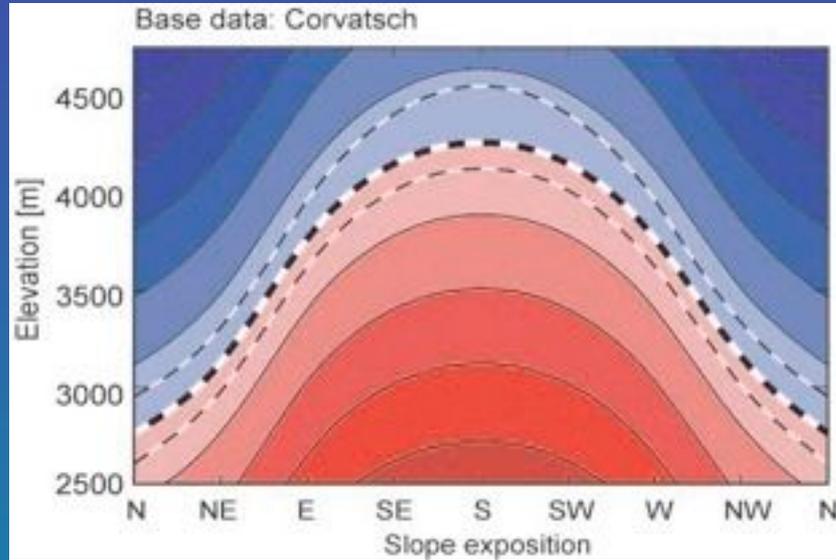
*J. Noetzi*



*St. Gruber*

14 Sensoren:  
0.88 mittleres  $R^2$   
1.2 °C mittlere absolute  
Differenz der MAGT





## *Main messages:*

Der Hitzesommer brachte eine ausserordentliche Schmelze für die Alpengletscher und damit eine Verstärkung der ohnehin schon rapiden Schwundtendenz.

Die Massenverluste lagen deutlich höher als im bisherigen Rekordjahr 1998 und rund eine Grössenordnung über den mittleren jährlichen Massenverlusten des 20. Jahrhunderts.

Insgesamt dürften die Alpengletscher 5 - 10% ihres verbleibenden Volumens eingebüsst haben.

Starke Albedoreduktion, zunehmende Anzeichen von grossflächigem Zerfall und lokale Seebildung sind markante Folgen der beschleunigten Schwundtendenz.

Die Reaktion des Permafrostes ist komplexer und weit weniger gut bekannt, insgesamt dürfte der langjährig-tiefgründige Erwärmungstrend verstärkt worden sein.

Besonders grosse Auftautiefen wurden in relativ eisarmen Felspartien erreicht.

Die auffällige Felssturzaktivität bei trockenem Wetter dürfte auf diese extremen Auftauprozesse zurückzuführen sein, ist aber weit weniger gut verstanden als gemeinhin angenommen wird.

In eisreichem Schutt waren sowohl Erwärmung wie auch Auftautiefen deutlich aber nicht extrem (Effekt der latenten Wärme beim Schmelzen von Eis).

# Felsstürze im Hochgebirge als Folge erhöhter Temperaturen

*H. R. Keusen, Geologe, GEOTEST AG*

- 1) Häufung von Felsstürzen im Jahr 2003
- 2) Temperaturen in Nordwänden grosser Höhe
- 3) Entstehung von Felsstürzen
- 4) Mögliche Entwicklung, Prognose

21. 6. 2005



## Eigernordwand

6.8.2003, 3200 m ü. M.

17.8.2003, 3600 m ü. M.

21 6 2005



## **Mt. Blanc, Drus**

8.8.2003, ~ 3200 m ü. M.



## Felsstürze im Hitzesommer 2003



## Matterhorn

August 2003, 3500 m ü. M.





## Felsstürze im Hitzesommer 2003



# Grindelwald Mettenberg, Stieregg

Felsstürze seit 2000  
2800 m ü. M.



## Grindelwald Breitlouwina

11.8.2003,

2600 m ü. M.

## **Felsstürze 2003: Was fällt auf?**

- Ausbrüche in Höhen oberhalb 2800 m ü. M., meist weit über 3000 m ü. M.
- Ausbrüche häufig aus nördlich exponierten Felswänden
- Grosse Kubaturen  $> 100 \text{ m}^3$

## Temperaturen im Hitzesommer 2003

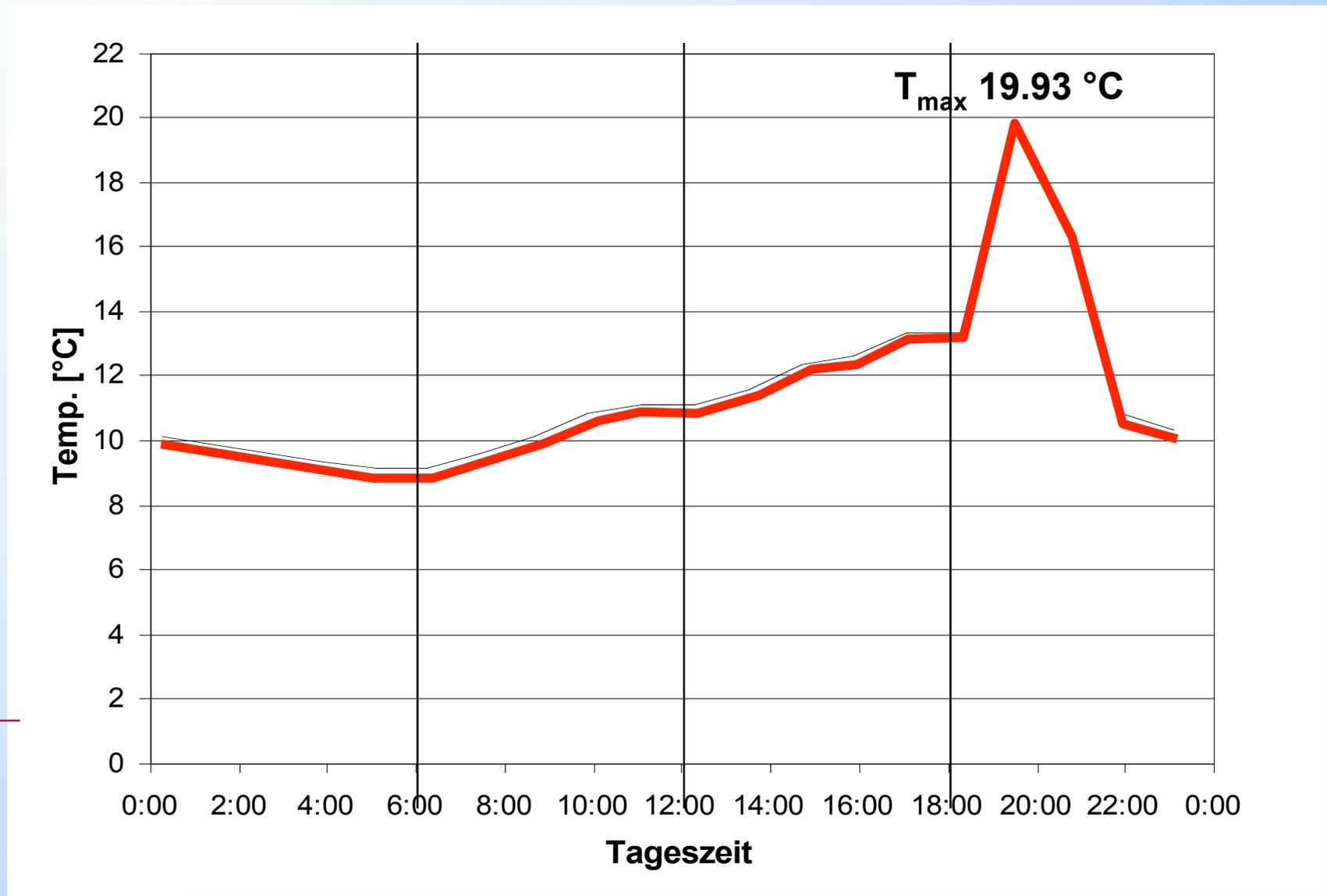


**Messstelle  
Eigernordwand**

2880 m ü. M.

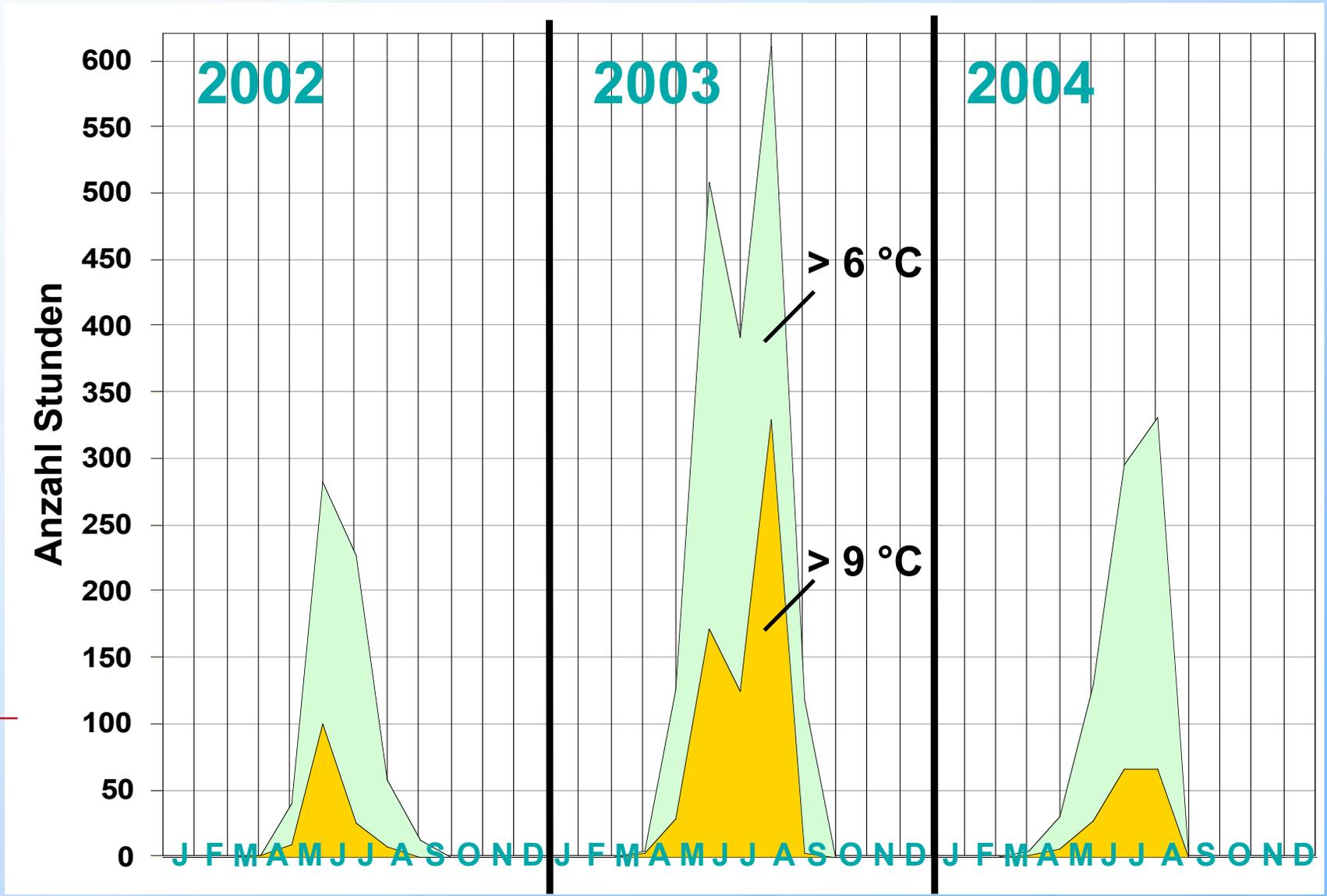
Felsstürze im Hitzesommer 2003

**Eigerwand, 2880 m ü. M., Lufttemperatur  
Temperatur-Tagesgang 11. August 2003**



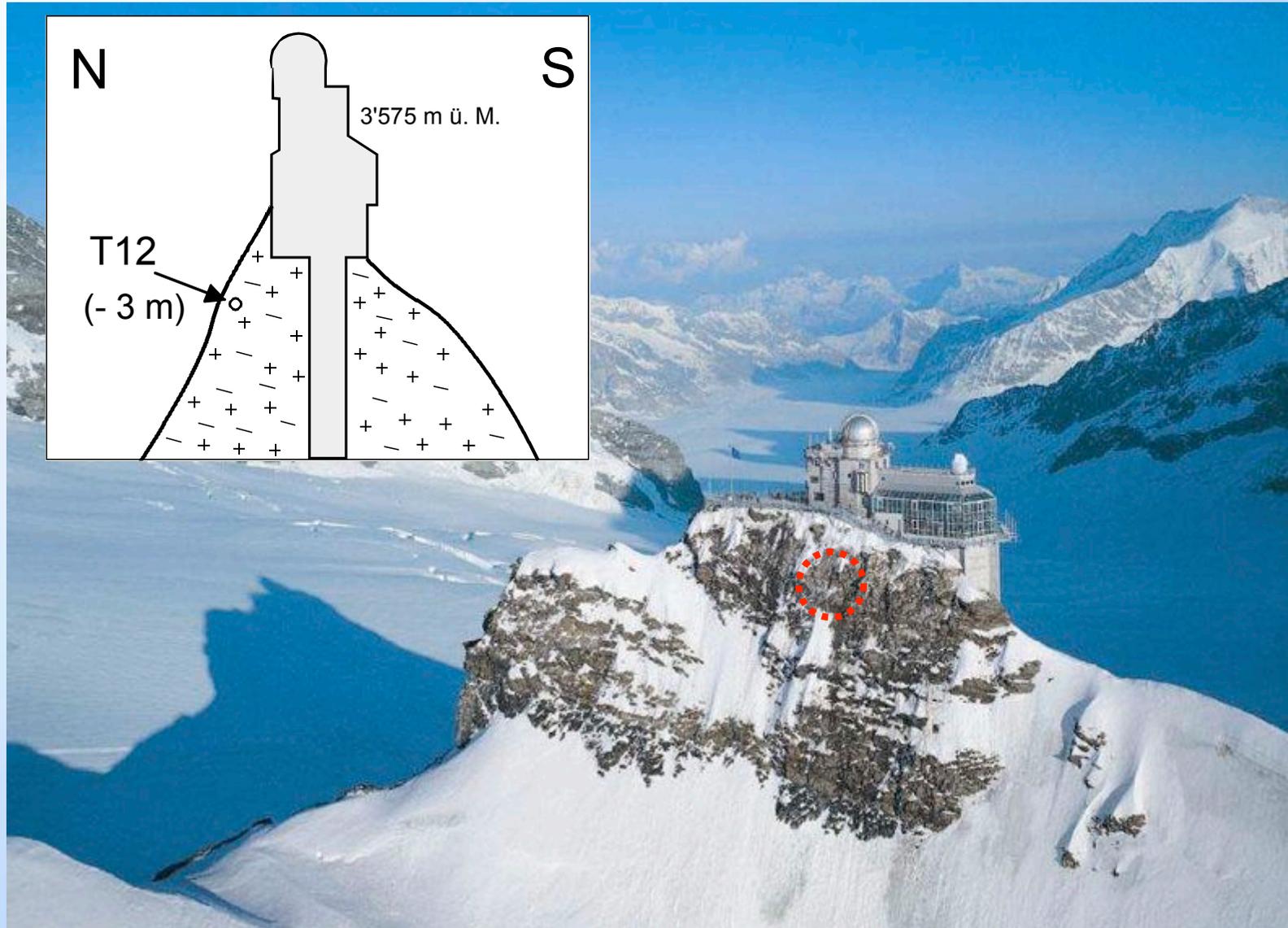
Felsstürze im Hitzesommer 2003

Eigerwand, 2880 m ü. M., Lufttemperatur  
Vergleich Wärmeinput 2002/2003/2004



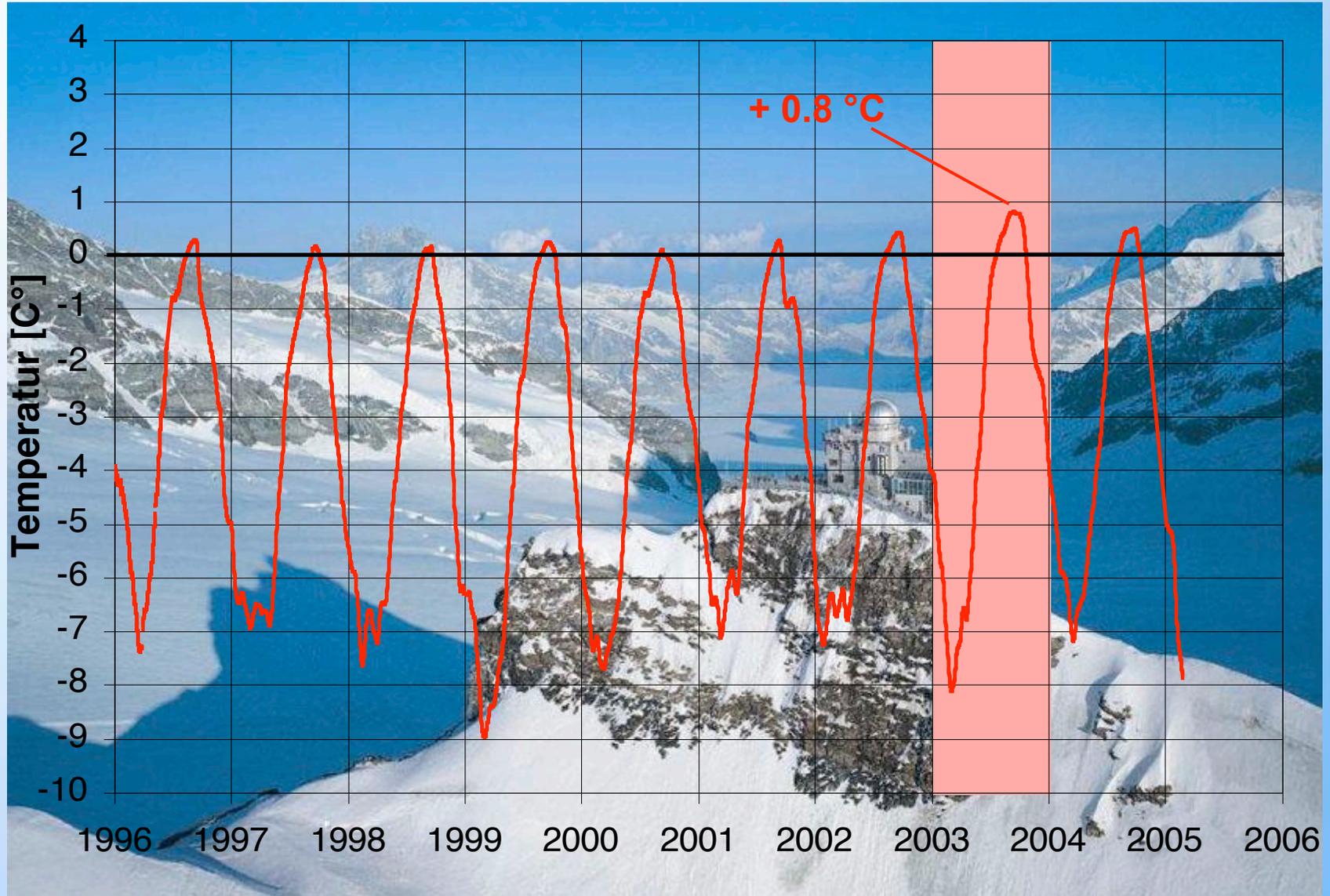
Felsstürze im Hitzesommer 2003

# Felstemperaturen Sphinx Nordwand, 3600 m ü. M.

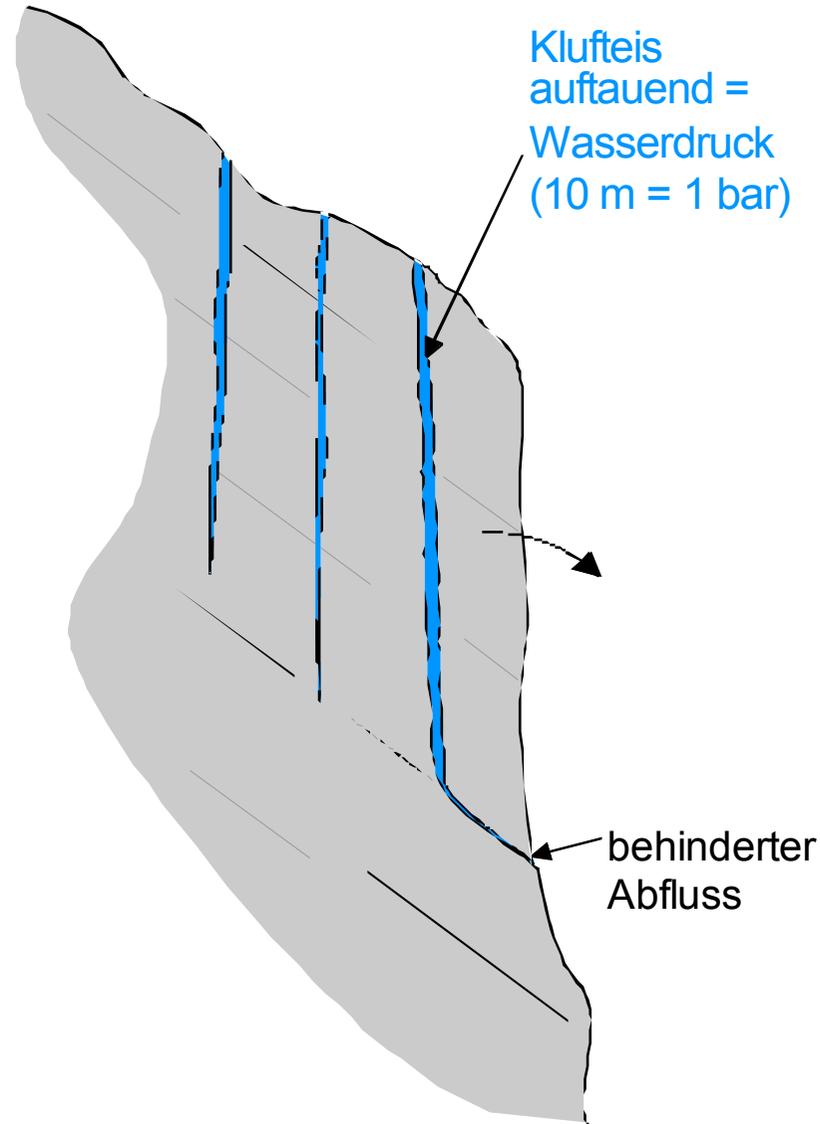


Felsstürze im Hitzesommer 2003

**Felstemperaturen Sphinx Nordwand,  
3600 m ü. M.**



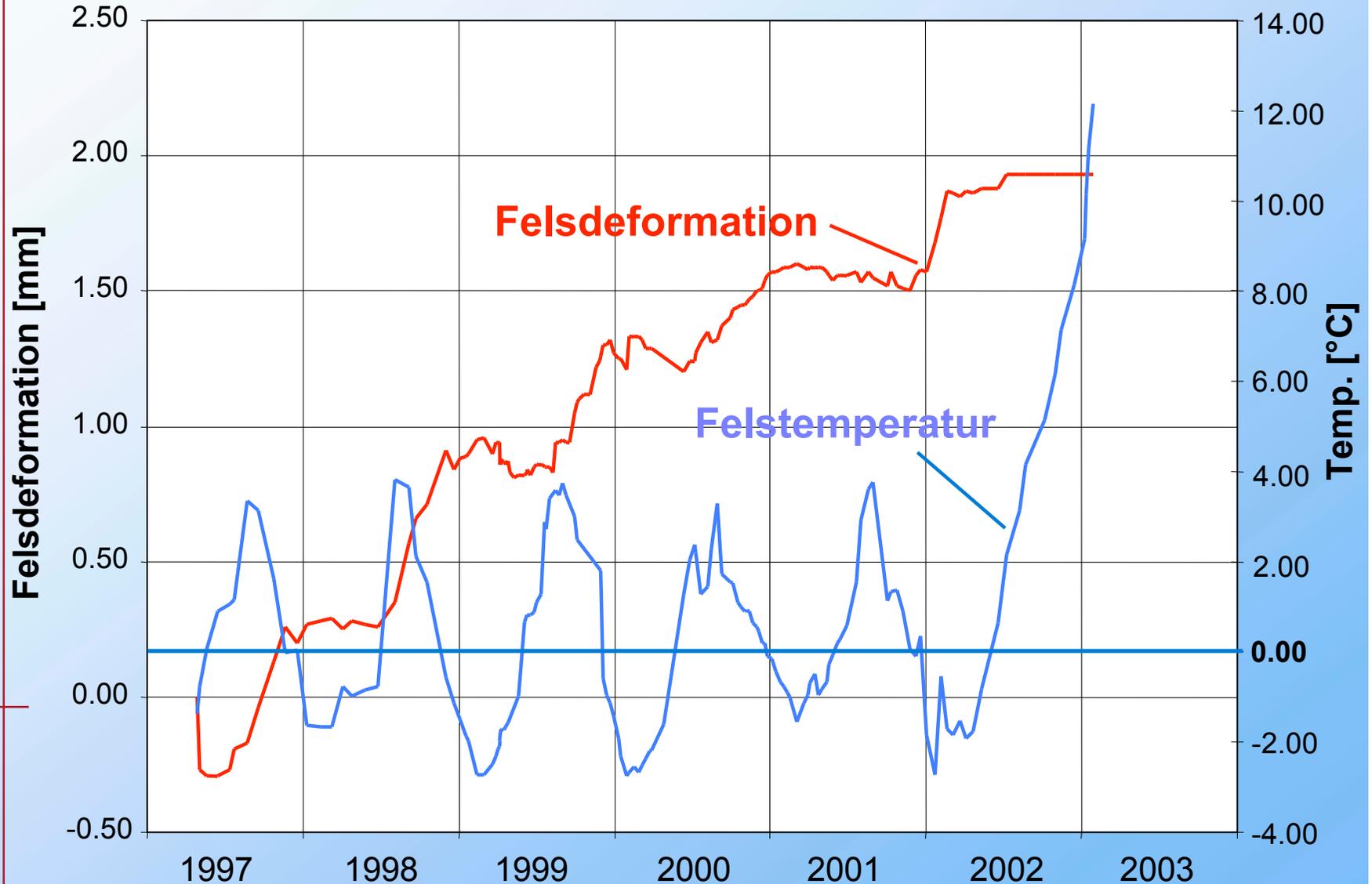
# Wie sind diese Ereignisse felsmechanisch zu erklären?



## Felsstürze im Hitzesommer 2003

# Pfeiler Eigerwand

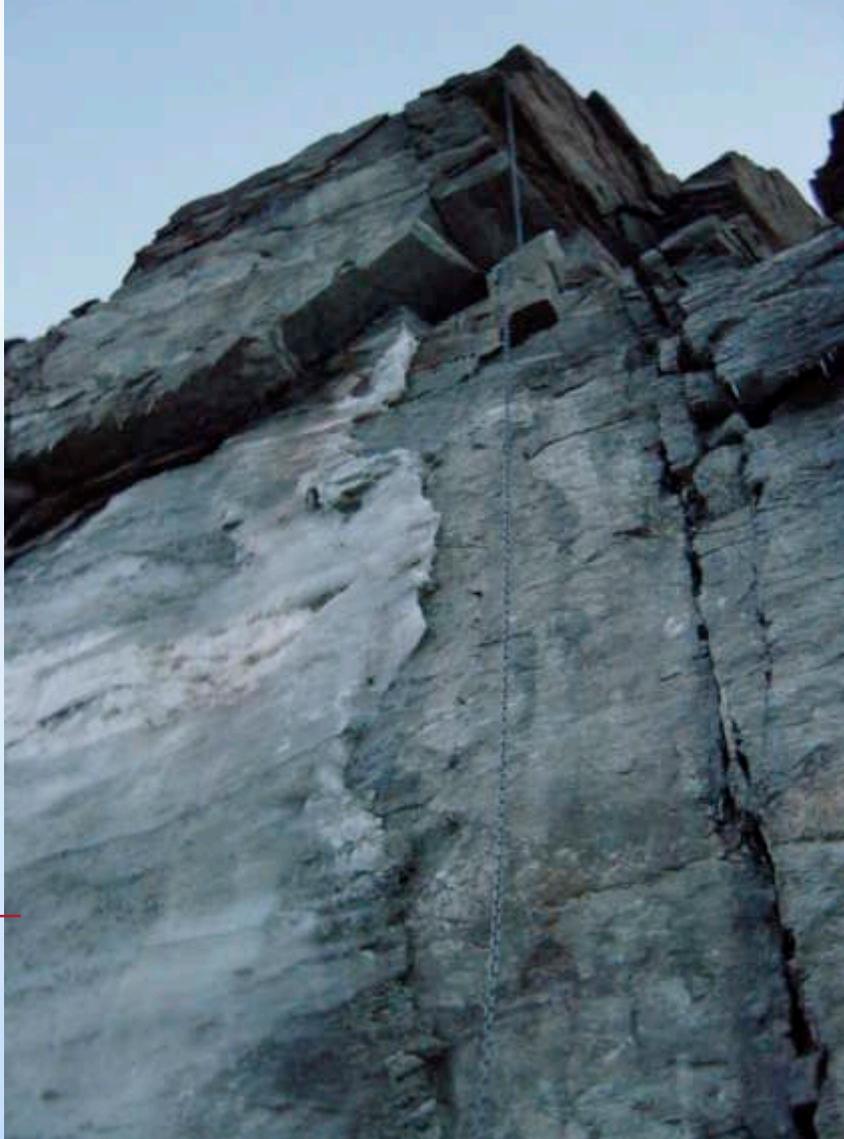
## Messungen Felsdeformation und Temperatur



*Felsstürze im Hitzesommer 2003*

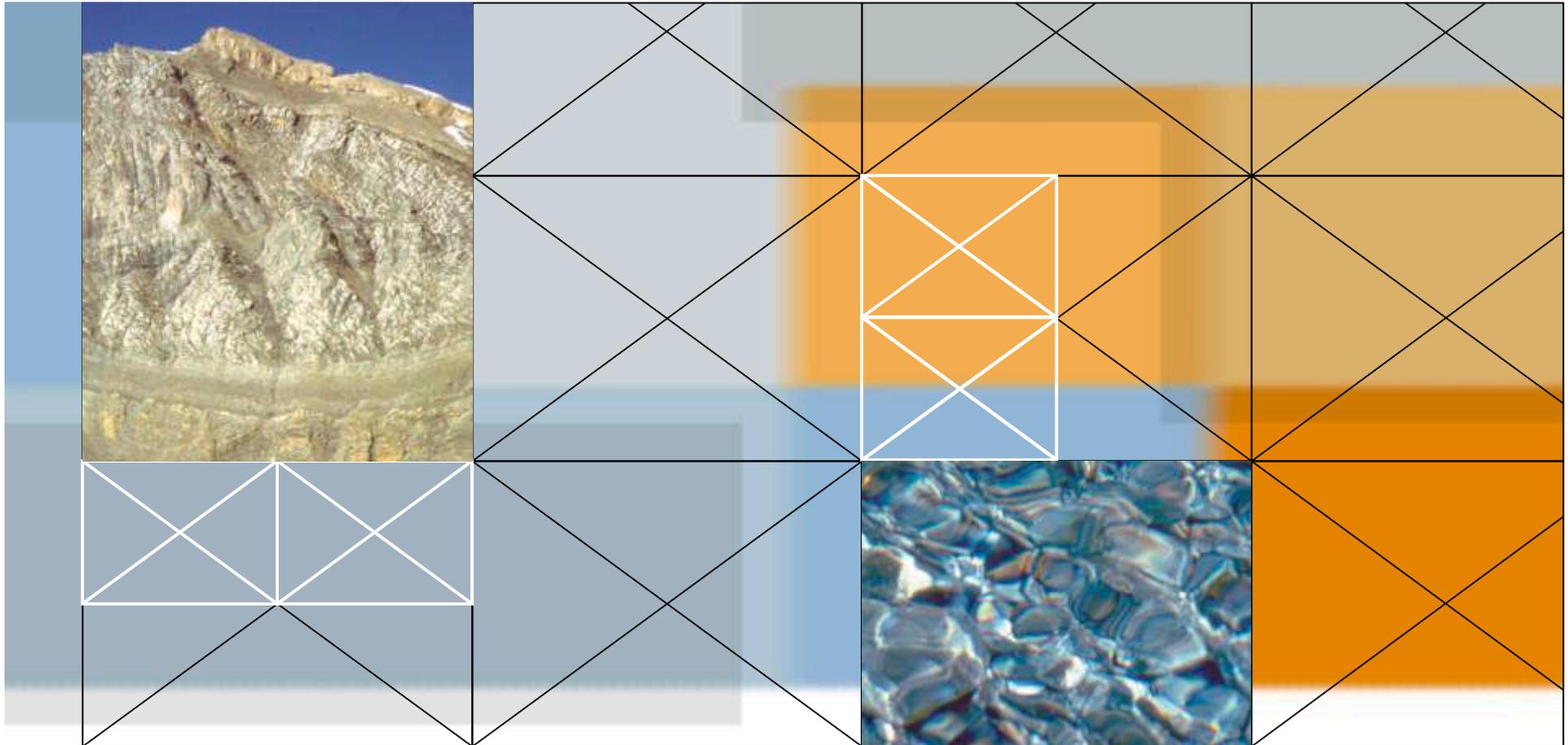
**Matterhorn, Liongrat, ~ 3800 m ü. M.**

**Felssturz August 2003**



## **Was lehrt uns der Hitzesommer 2003?**

- Hohe Temperaturen können Felsstürze in grosser Höhe auslösen.
- Betroffen sind vor allem nördlich exponierte Felswände in Höhen oberhalb 2800 m ü. M., welche bis vor kurzem durch Permafrost konserviert / versiegelt waren.
- Im Zuge der Klimaerwärmung wird es gehäuft zu Ereignissen wie 2003 kommen.



## Grundwasser auf dem Prüfstand

**Ronald Koziel, Marc Schürch**

Bundesamt für Wasser und Geologie, Sektion Hydrogeologie



Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**  
Office fédéral des eaux et de la géologie **OFEG**  
Ufficio federale delle acque e della geologia **UFAEG**  
Uffizi federal per aua e geologia **UFAEG**  
Federal Office for Water and Geology **FOWG**

*Forum zum Hitzesommer 2003  
7. Juli 2005 in Bern  
ProClim, OcCC, ACP,  
GeoForumCH*



## Das Schweizer Grundwasser - Presseschlagzeilen im Sommer 2003 -

**Berauscher Überfluss**  
(Der Bund 29. Juli)

**Trinkwasser geht nicht aus**  
(Aargauer Zeitung 28. Juni)

**Es hat noch genug Grundwasser**  
(Schweizer Bauer 11. August)

**Grundwasser-Vorräte noch nicht in Not**  
(St.Galler Tagblatt 14. August)

**Grundwasserspiegel so tief wie noch nie**  
(Solothurner Zeitung 20. August)

**Wassermangel auf Alpweiden**  
Linderung durch Helikopter und Gewitter  
(Der Bund 23. August)

**Nullpunkt ist bald erreicht**  
(Der Toggenburger 13. August)

**Auch der Rislauhoger trocknet aus**  
(Der Bund 27. August)

## Das Schweizer Trink-/Grundwasser – ungleich verteilt und ungleich beschaffen

**83 % des Trinkwassers  
stammen aus Grundwasser**

- 44% aus Quellen
- 39% aus Förderbrunnen

17 % aus Seewasser z.B.

- Zürich
- Lausanne
- Genf
- Biel



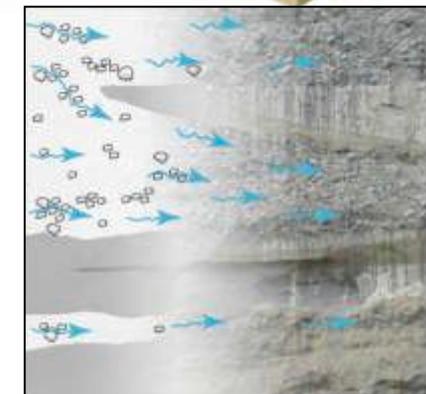
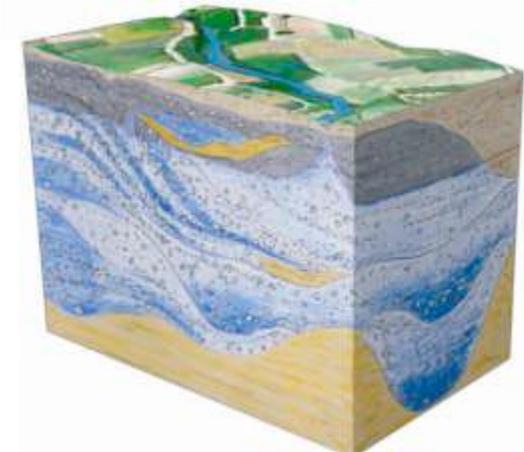
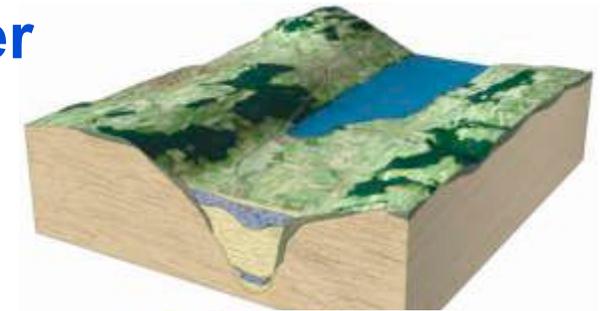
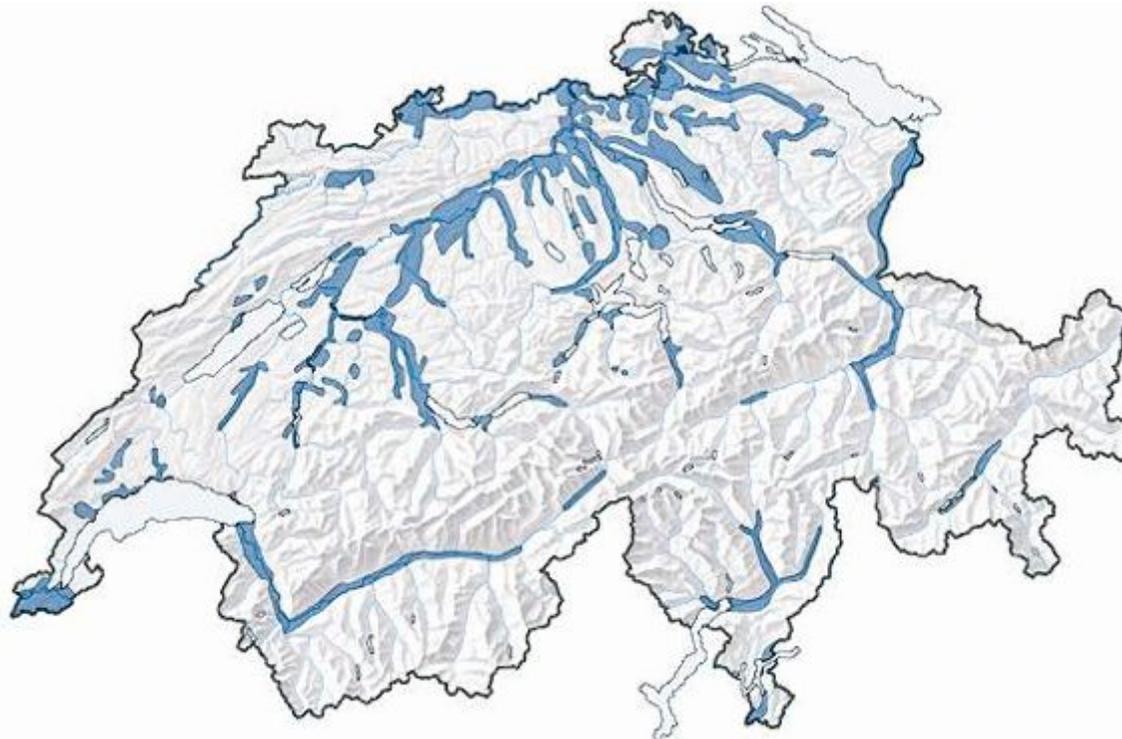
## Das Schweizer Trink-/Grundwasser – ungleich verteilt und ungleich beschaffen

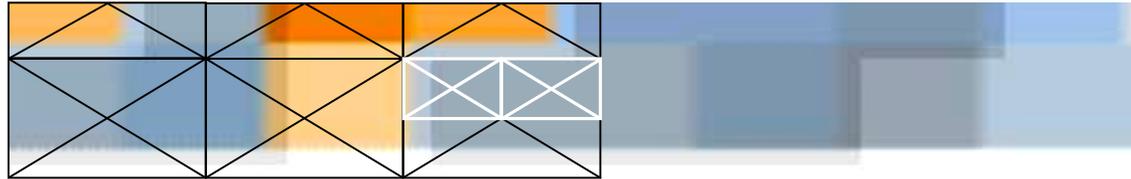
### Hydrogeologische Verhältnisse bestimmen die Aufenthaltszeit im Grundwasser

- Lockergesteine
- Karst
- Kluft
  
- meist oberflächennah / selten tief

## Grosse Lockergesteins-Grundwasserleiter

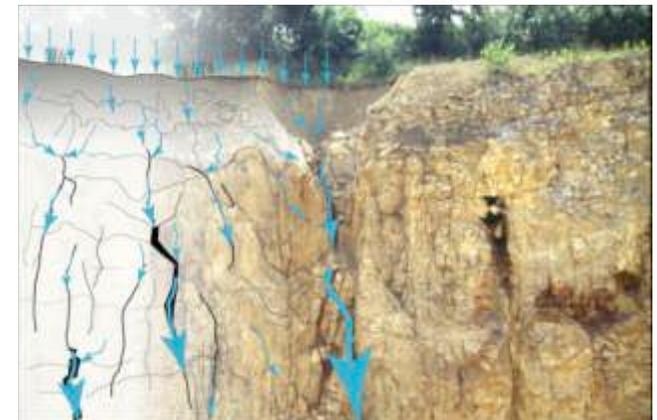
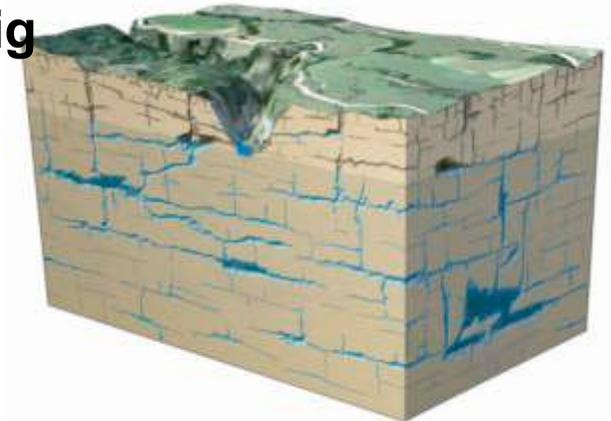
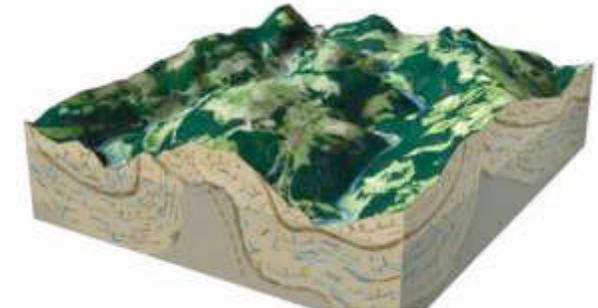
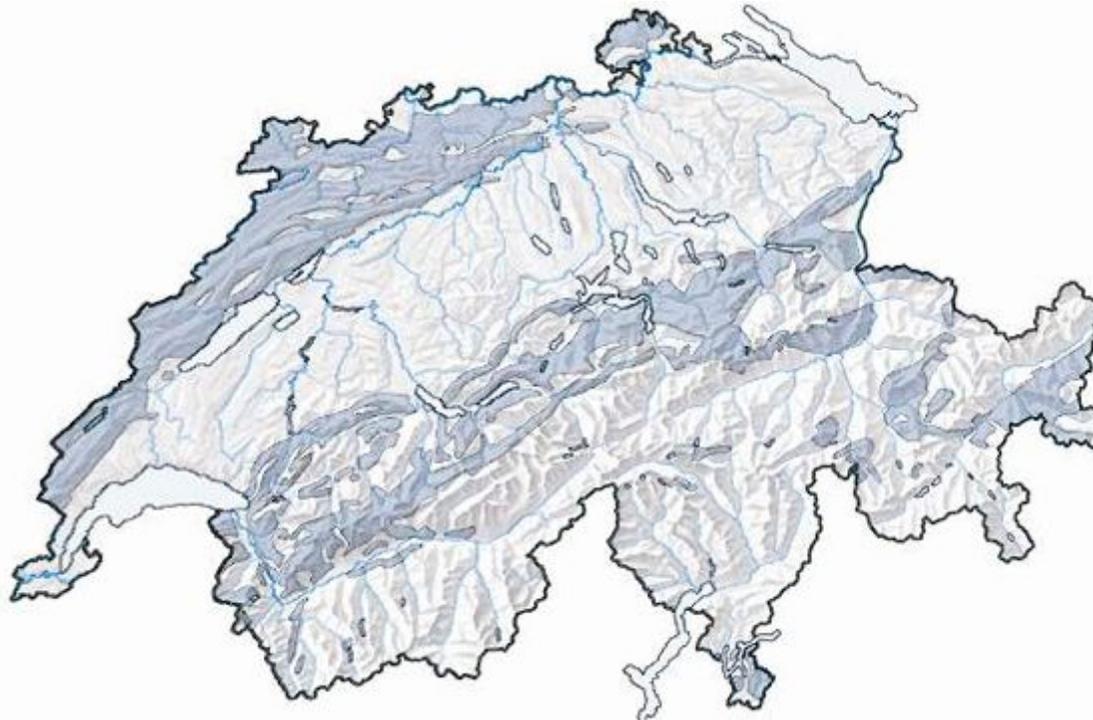
- 6% der Landesfläche
- 40% des Trinkwasserverbrauchs
- ausschliesslich Förderbrunnen
- langsamer Grundwasserfluss, ergiebig





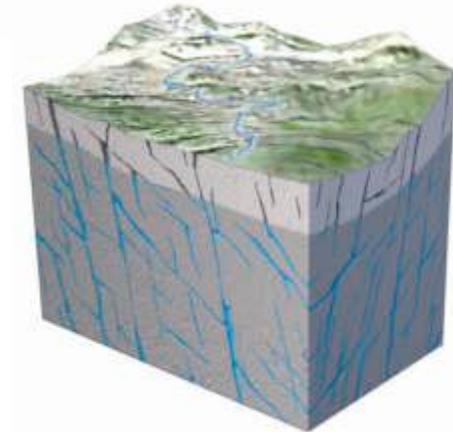
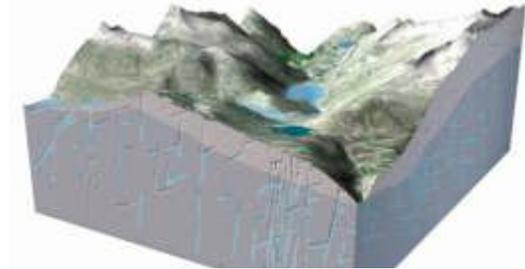
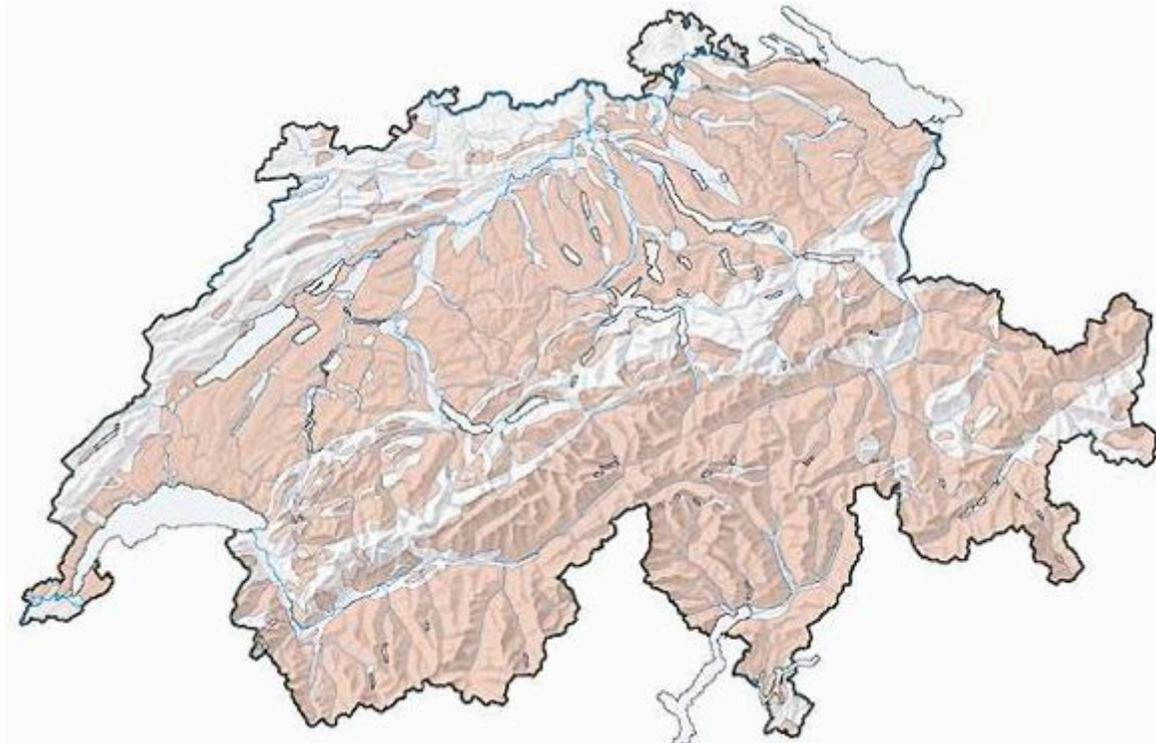
## Karst-Grundwasserleiter

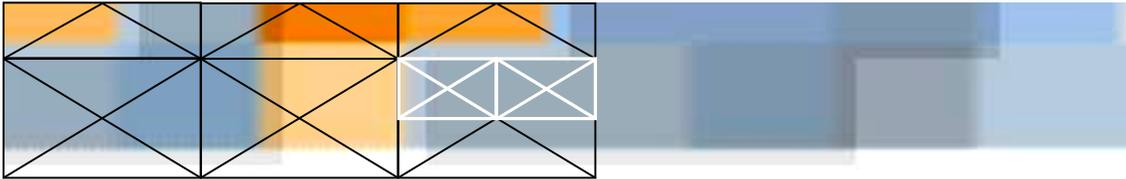
- 16% der Landesfläche
- 20% des Trinkwasserverbrauchs
- ausschliesslich Quelfassungen
- schneller Grundwasserfluss, periodisch ergiebig



## Kluft-Grundwasserleiter

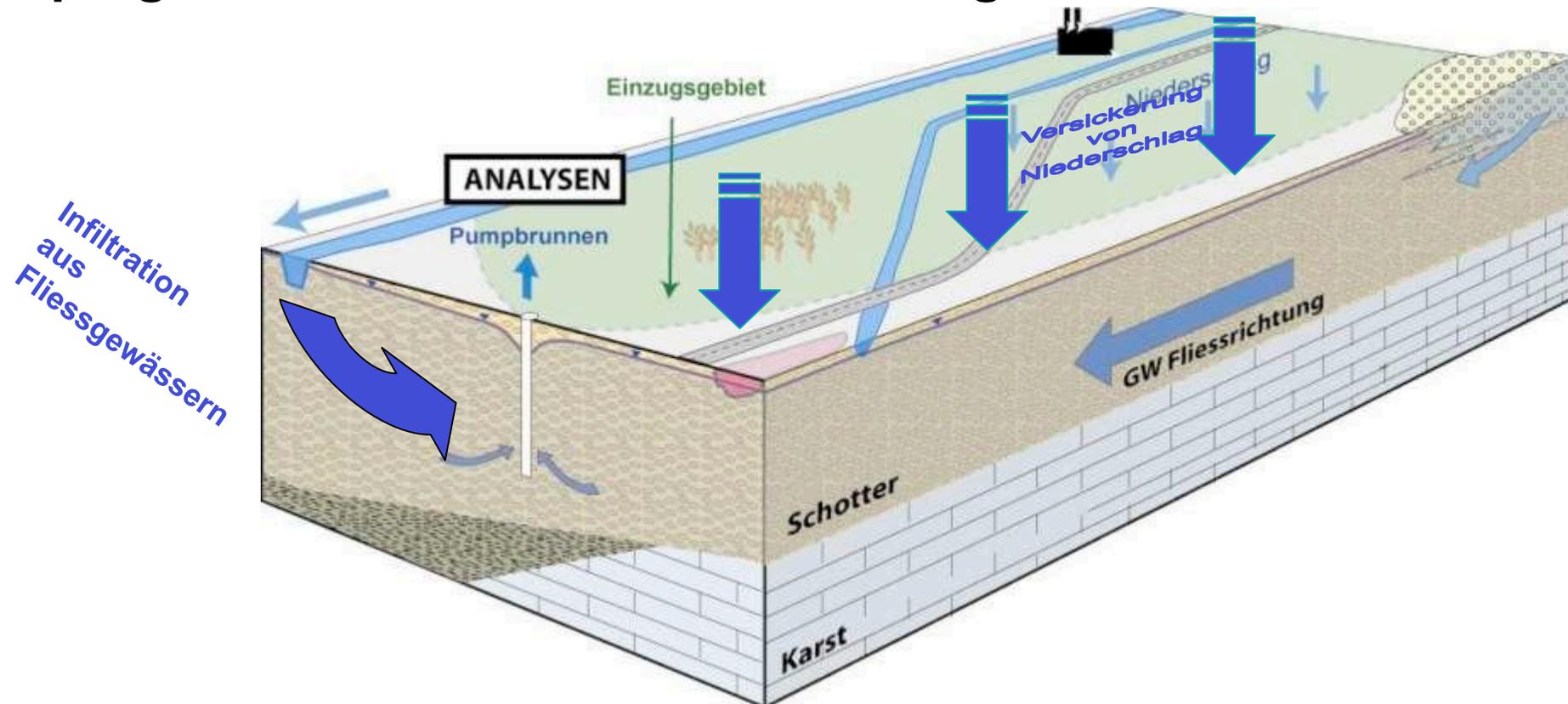
- 78% der Landesfläche (unter Deckschichten)
- 20% des Trinkwasserverbrauchs
- ausschliesslich Quelfassungen
- variabler Grundwasserfluss, wenig ergiebig



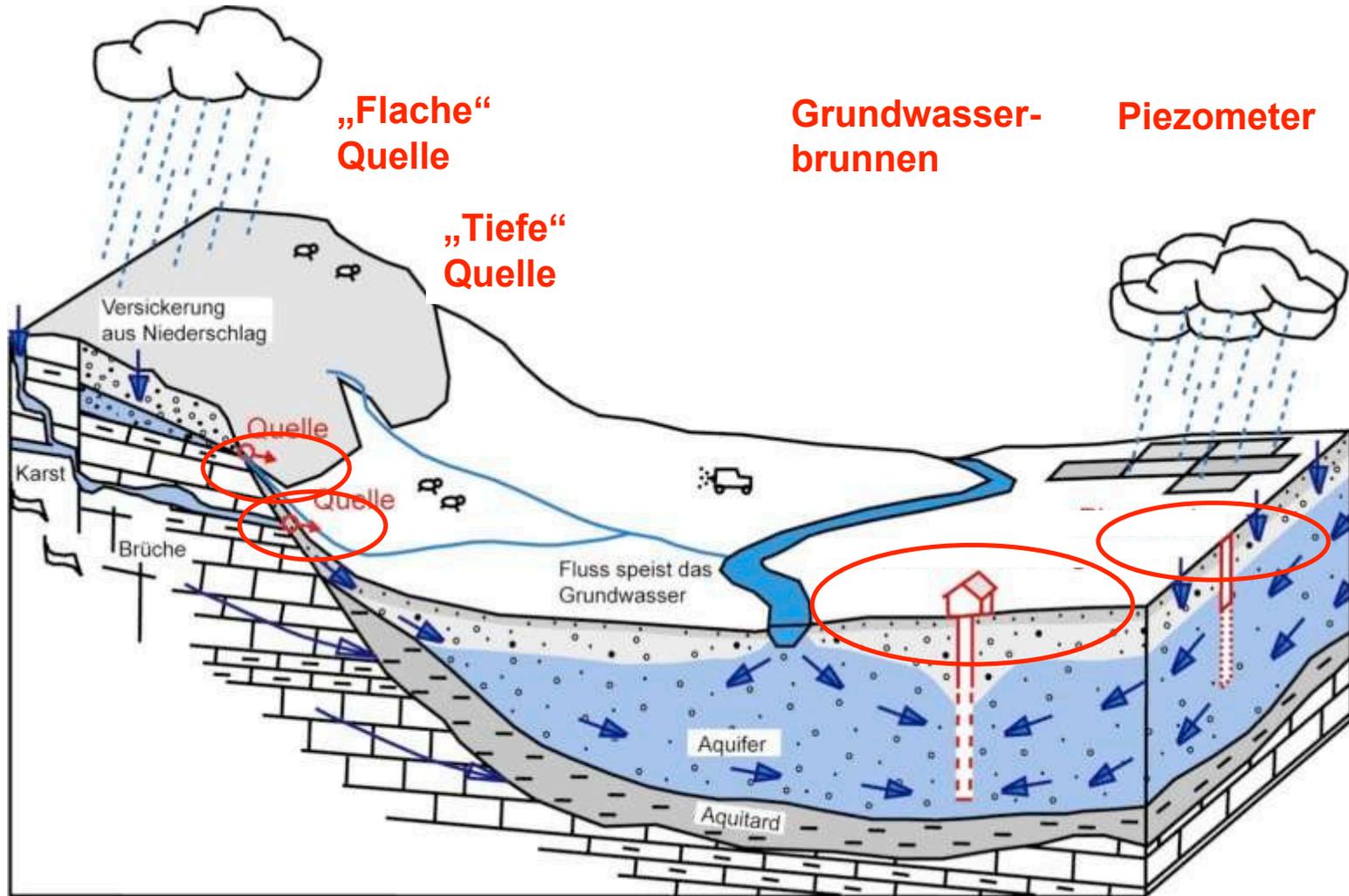


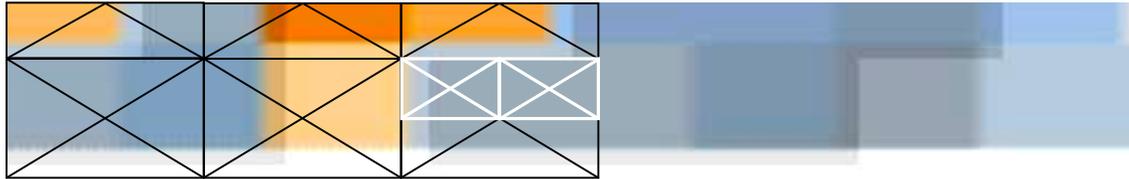
## Das Schweizer Trink-/Grundwasser – ungleich verteilt und ungleich beschaffen

Niederschlagsverteilung und hydrologische Regime  
prägen die Grundwasser-Neubildung

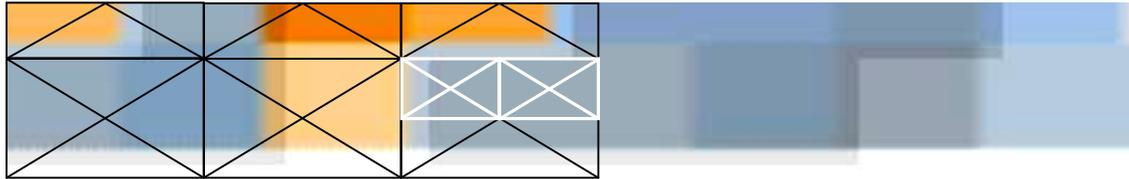


# Beobachtung der Grundwasserquantität Wo?

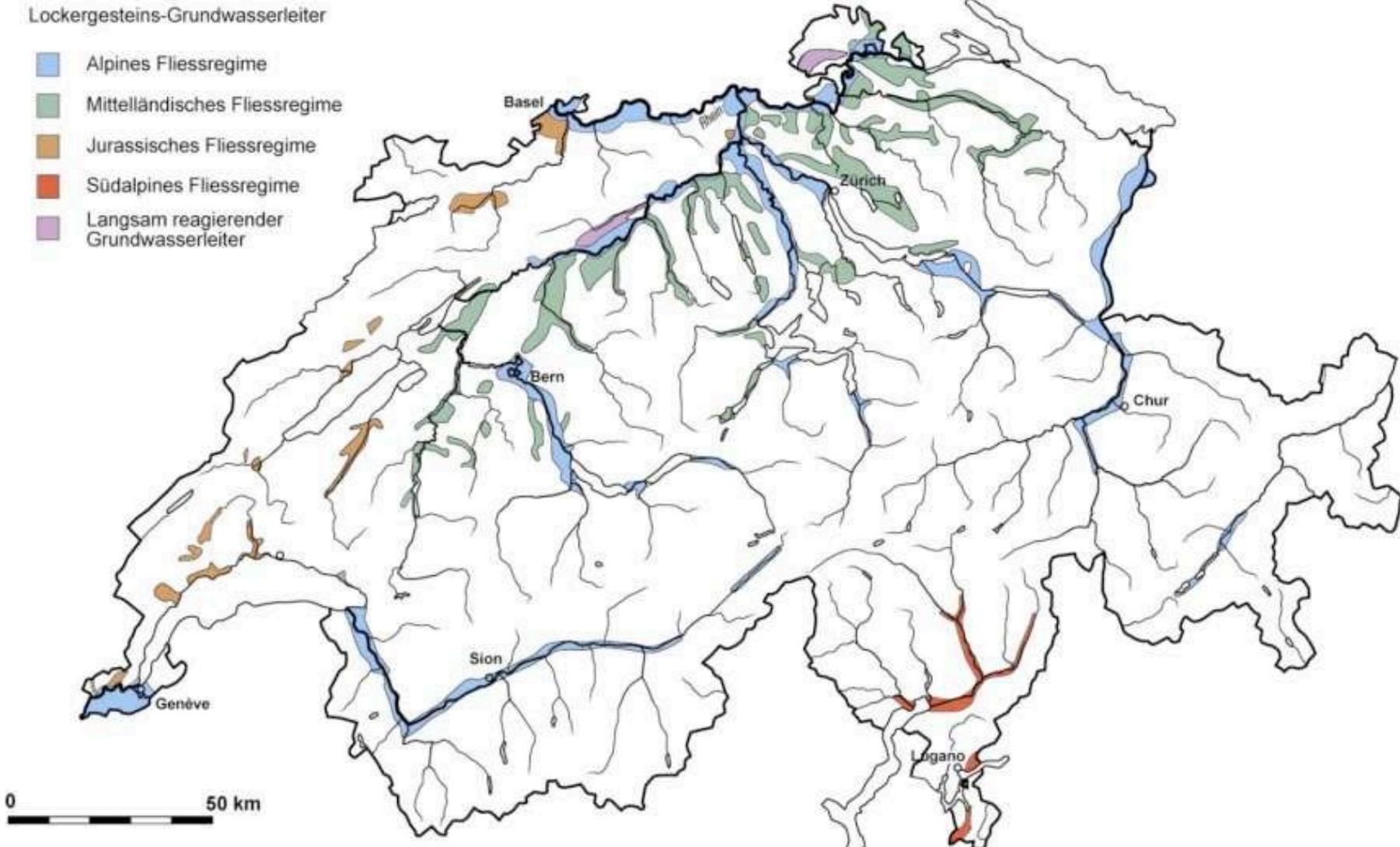




# Entwicklung der Grundwasserstände und Quellschüttungen im Hitzesommer 2003 (und danach) am Beispiel typischer Grundwasserleiter der Schweiz



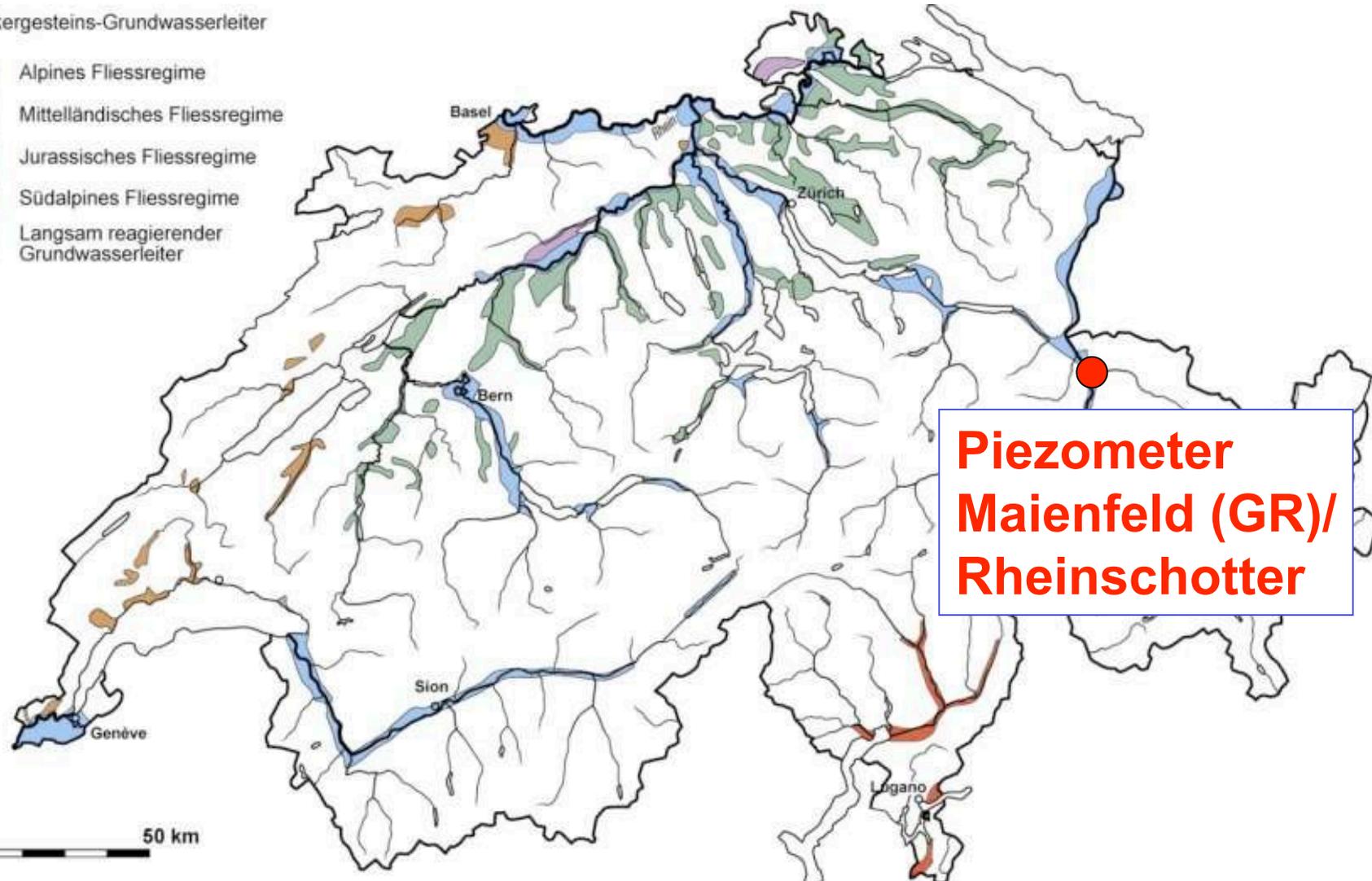
## Grundwasserfließregime in Talschottern



# Lockergesteins-Grundwasserleiter mit alpinem Fließregime

## Lockergesteins-Grundwasserleiter

-  Alpines Fließregime
-  Mittelländisches Fließregime
-  Jurassisches Fließregime
-  Südalpines Fließregime
-  Langsam reagierender Grundwasserleiter

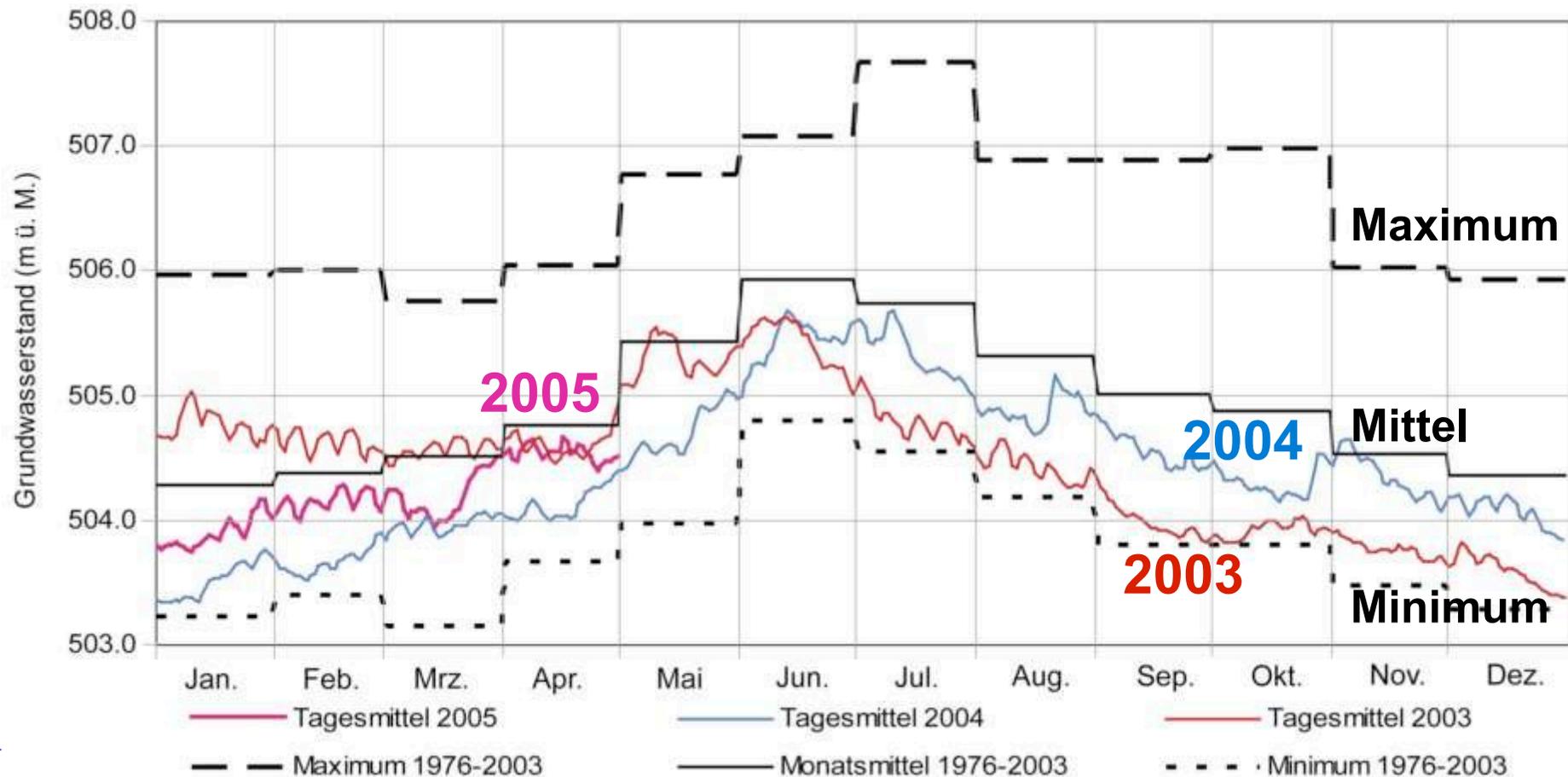


## Hohe Grundwasserstände im Sommer

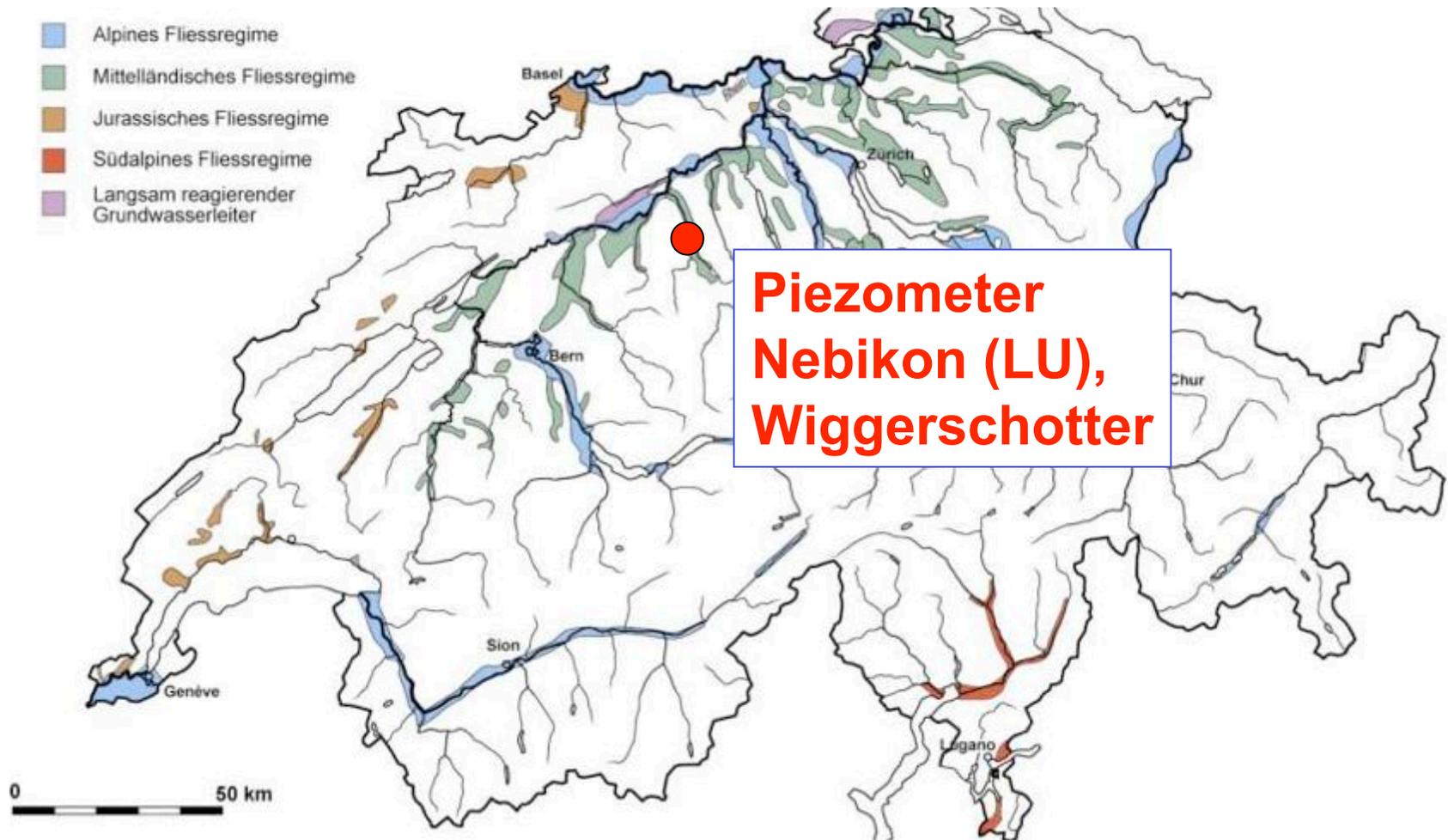
**2003: ab Sommer nahe langjährigem Minimum**

**2004: Grundwasserstände ganzjährig unter dem langjährigen Mittelwert**

**Piezometer  
Maienfeld (GR)/  
Rheinschotter**



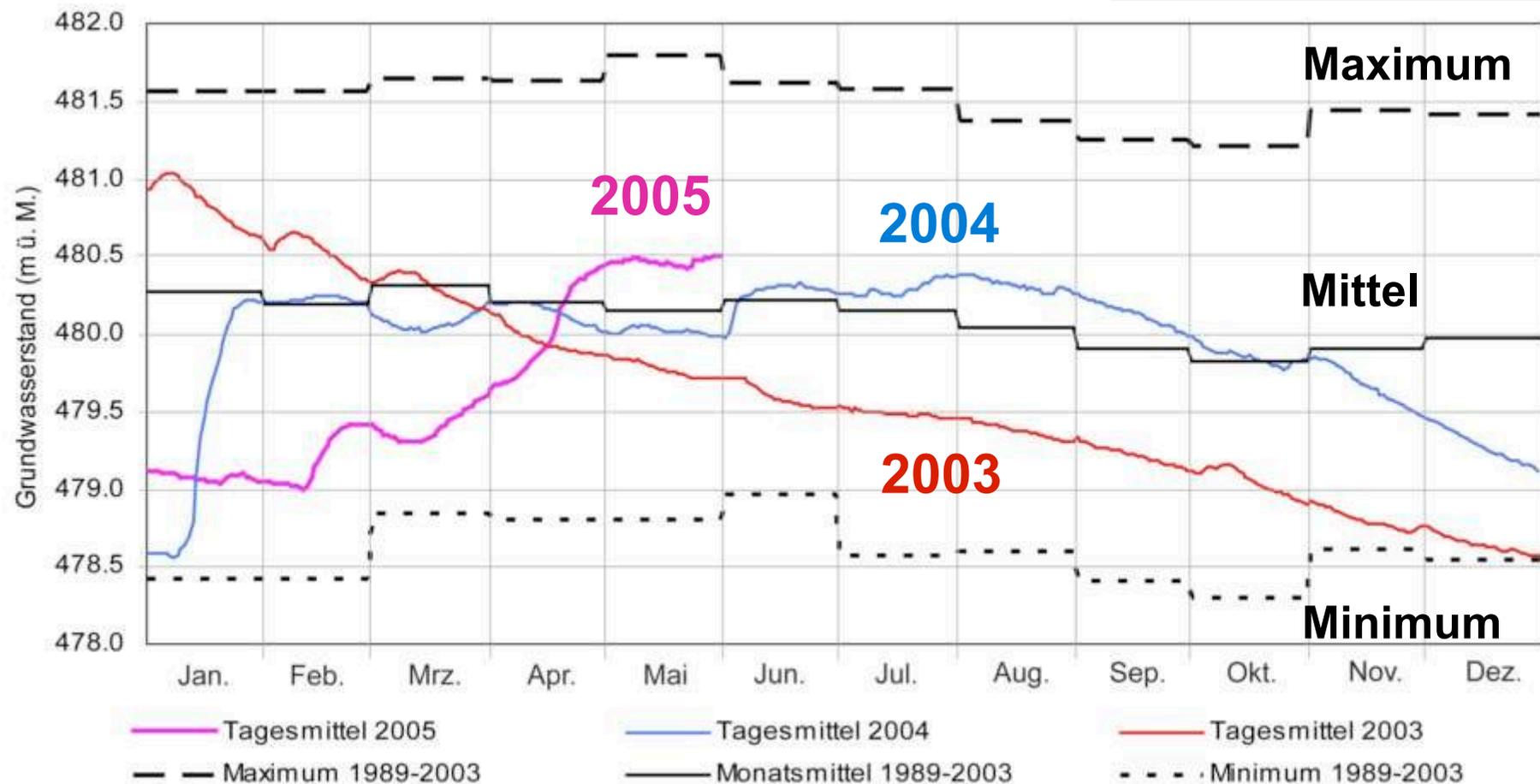
## Lockergesteins-Grundwasserleiter mit mittelländischem Fließregime



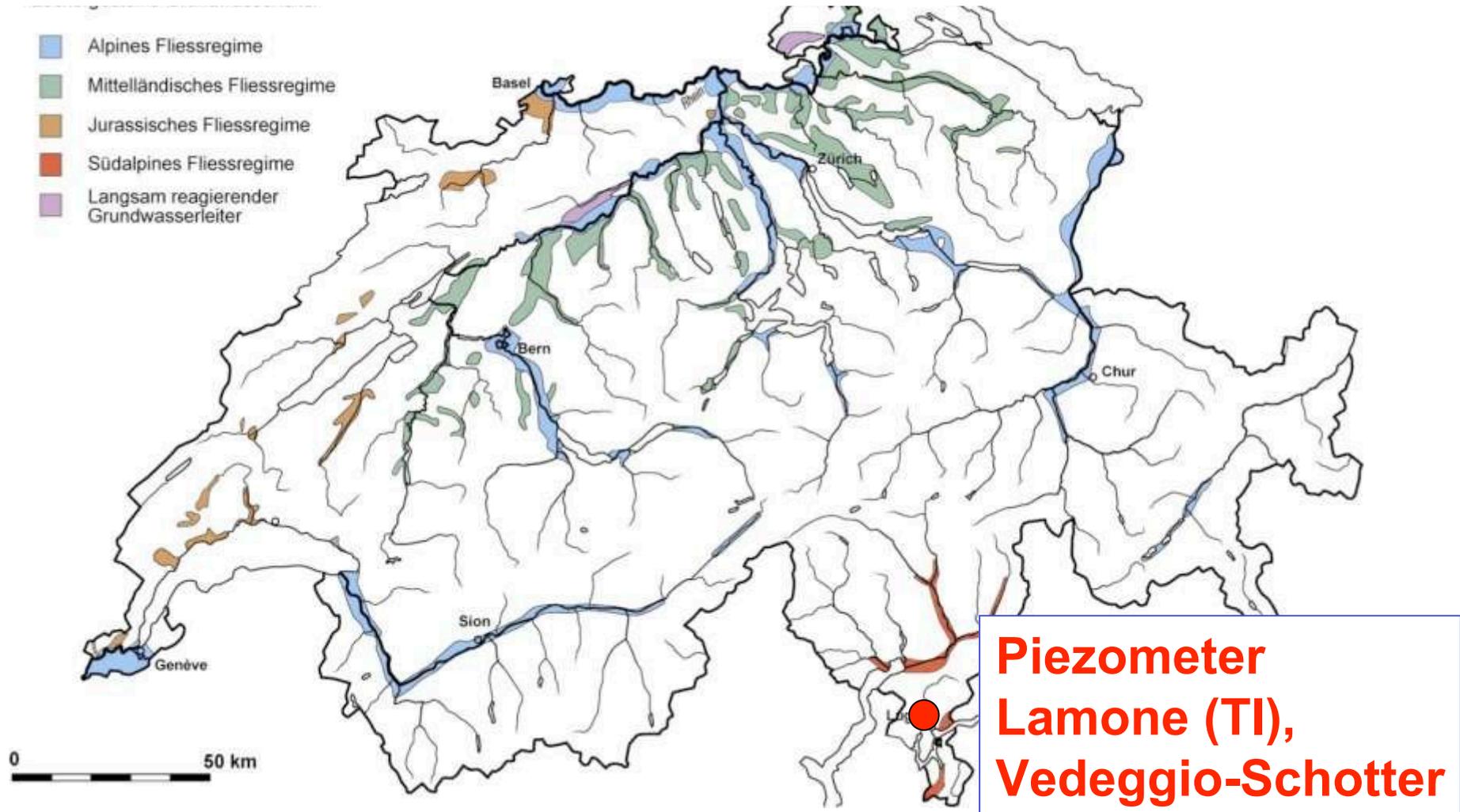
**2003: stetig sinkende Grundwasserstände  
ab Fröhsommer**

**2004: mittlere Grundwasserstände**

**Piezometer  
Nebikon (LU),  
Wiggerschotter**

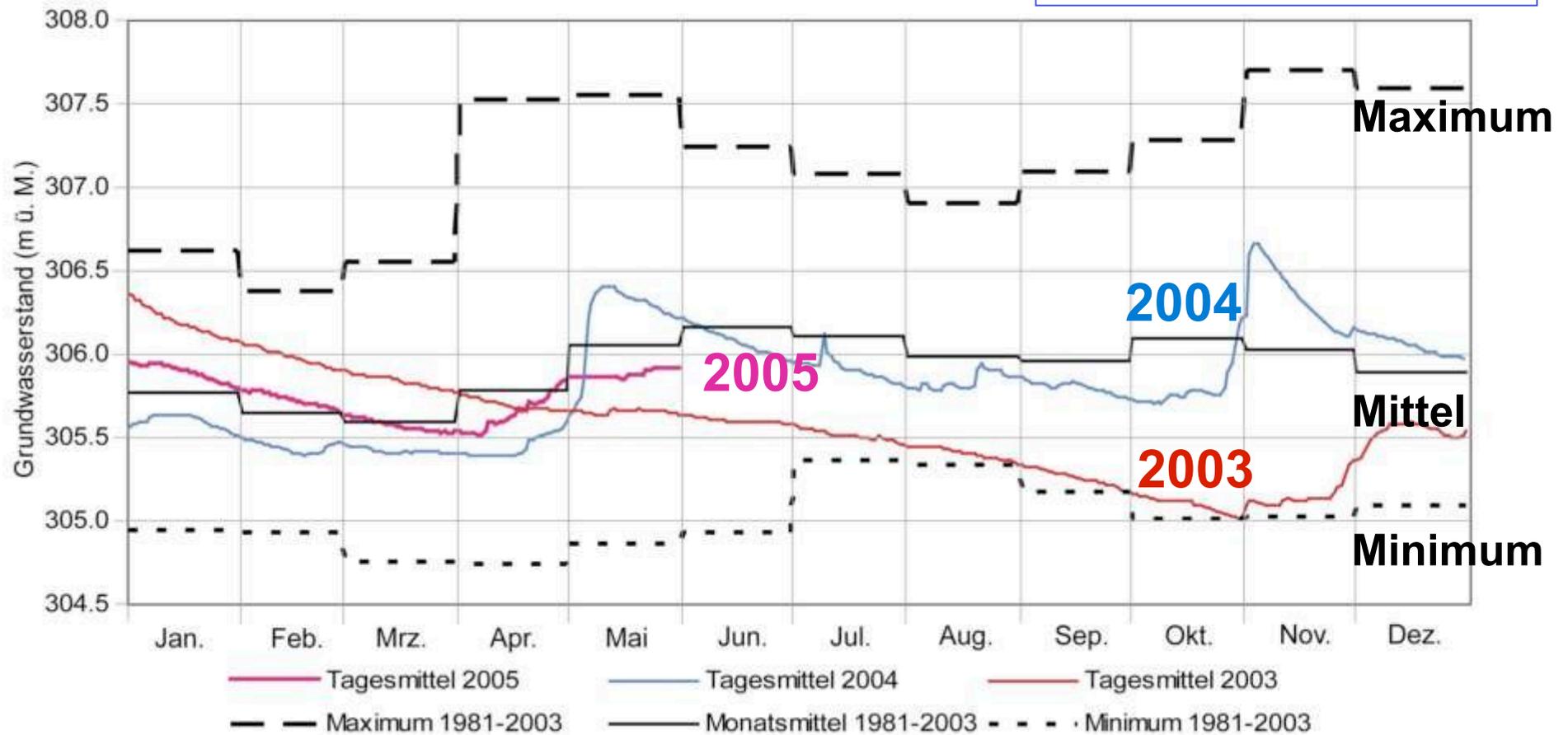


## Lockergesteins-Grundwasserleiter mit südalpinem Fließregime



**2003: ab Sommer sehr tiefe Grundwasserstände**  
**2004: mittlere Grundwasserstände**

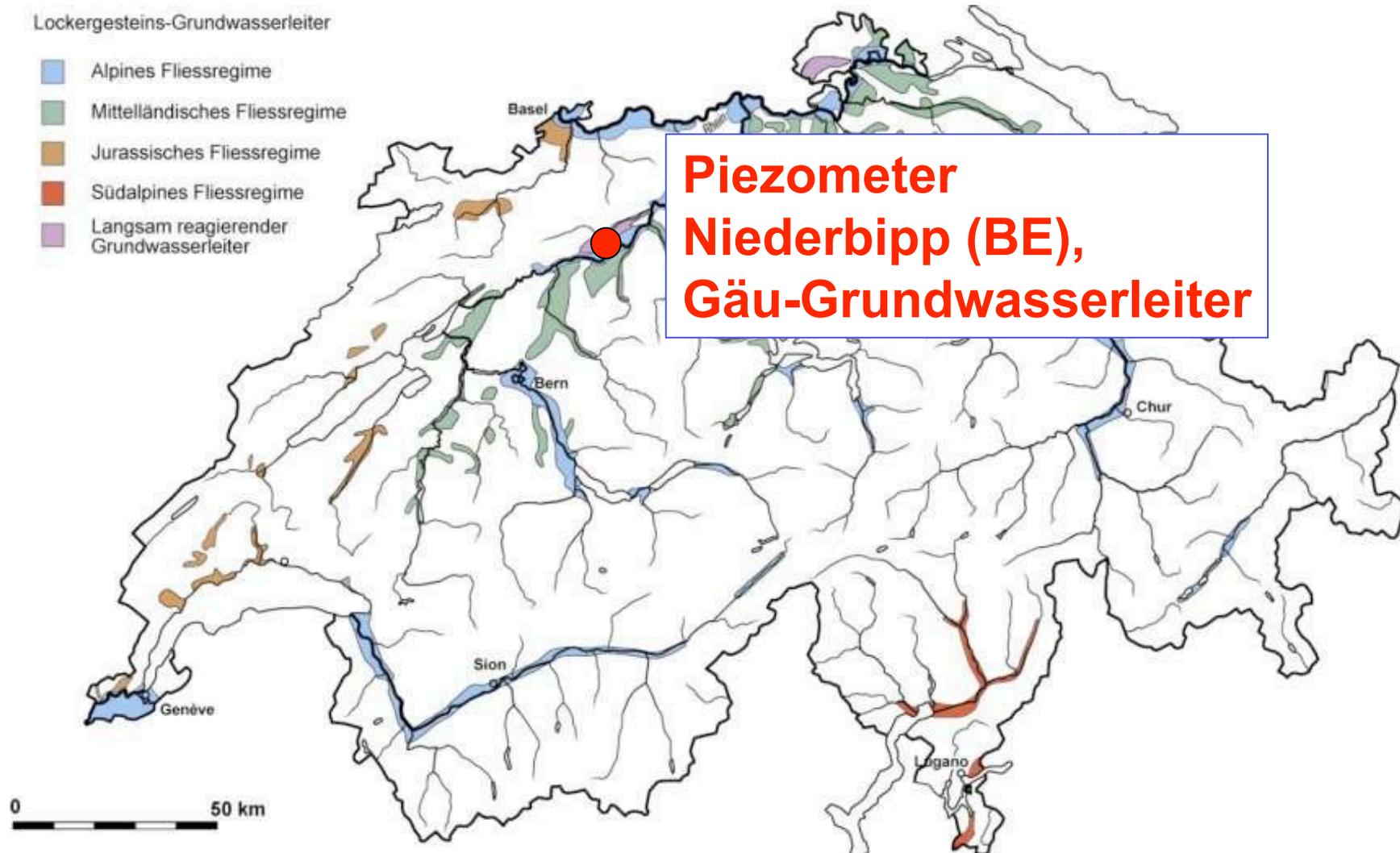
**Piezometer  
Lamone (TI),  
Vedeggio-Schotter**

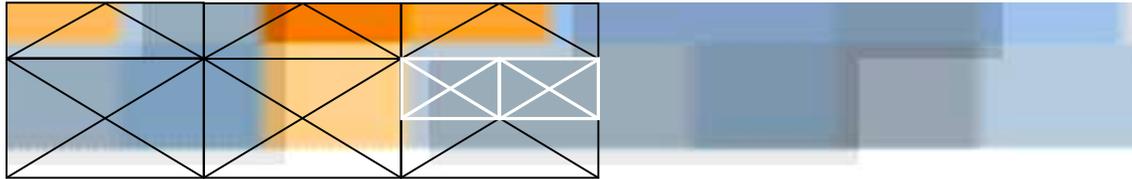


## Langsam reagierender Lockergesteins-Grundwasserleiter

Lockergesteins-Grundwasserleiter

-  Alpines Fließregime
-  Mittelländisches Fließregime
-  Jurassisches Fließregime
-  Südalpines Fließregime
-  Langsam reagierender Grundwasserleiter

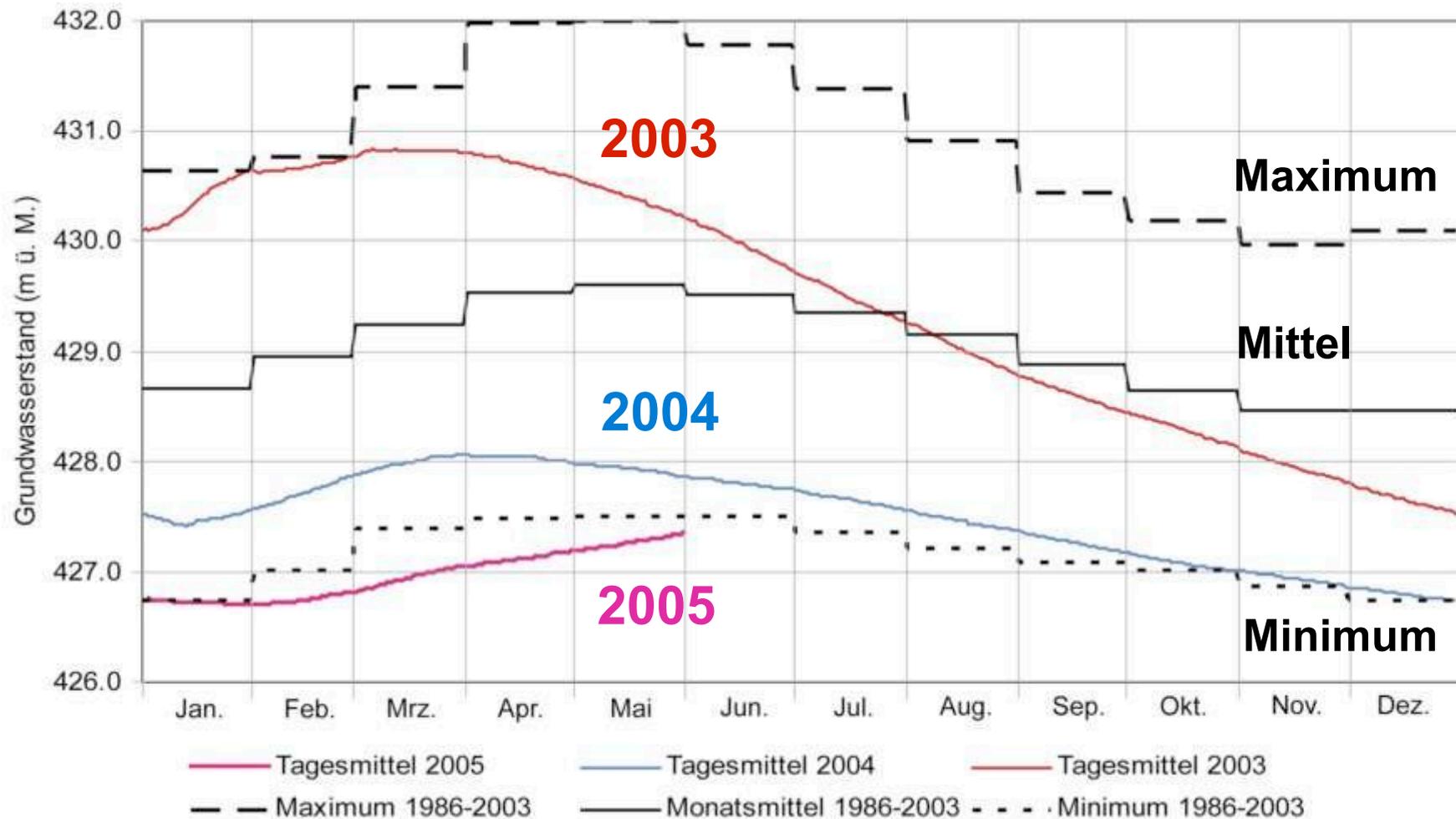


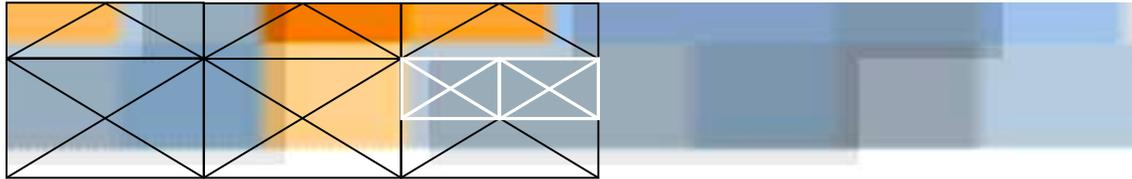


**2003: hohe bis mittlere Grundwasserstände**

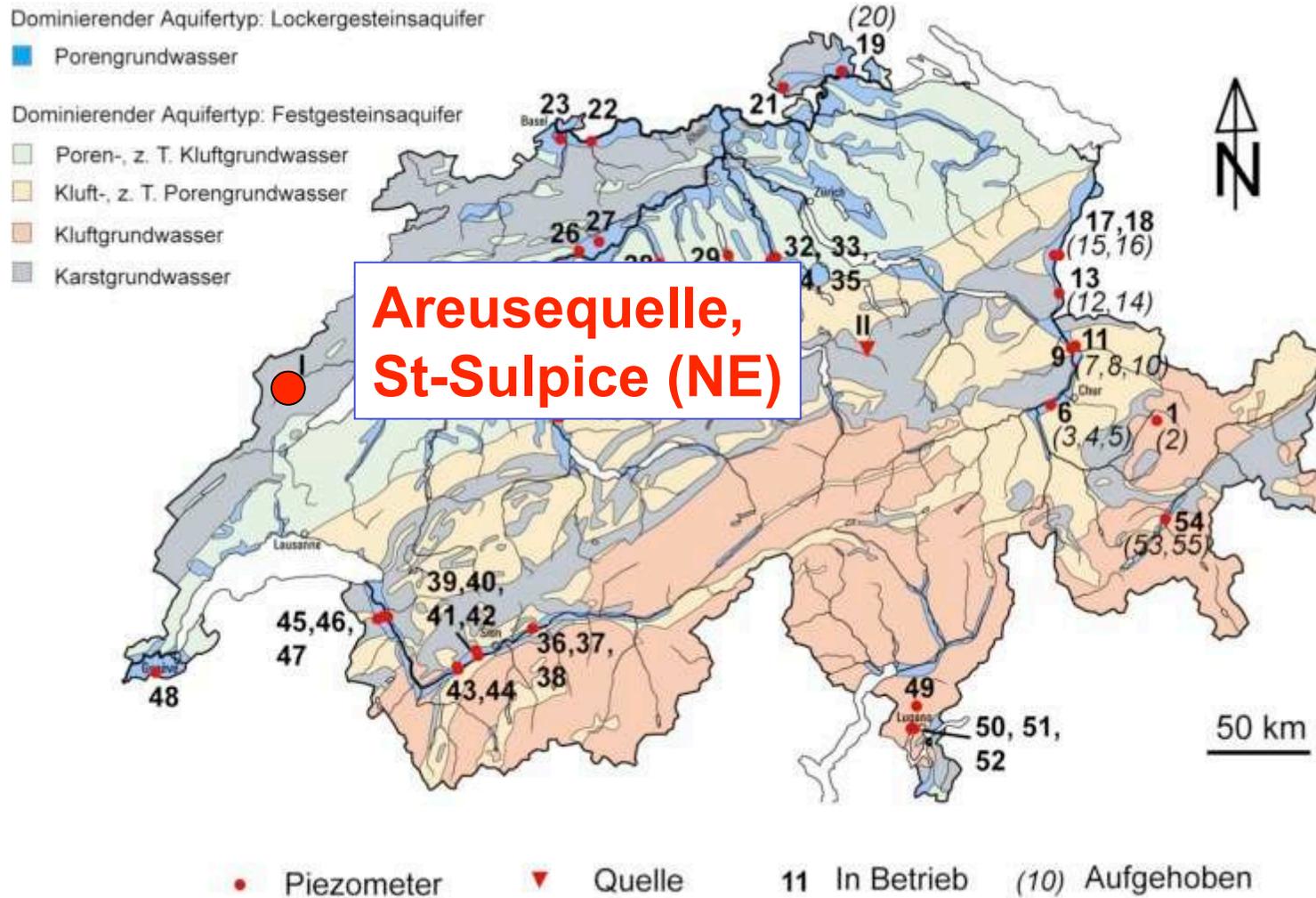
**2004: sehr tiefe Grundwasserstände**

**Piezometer  
Niederbipp (BE)**





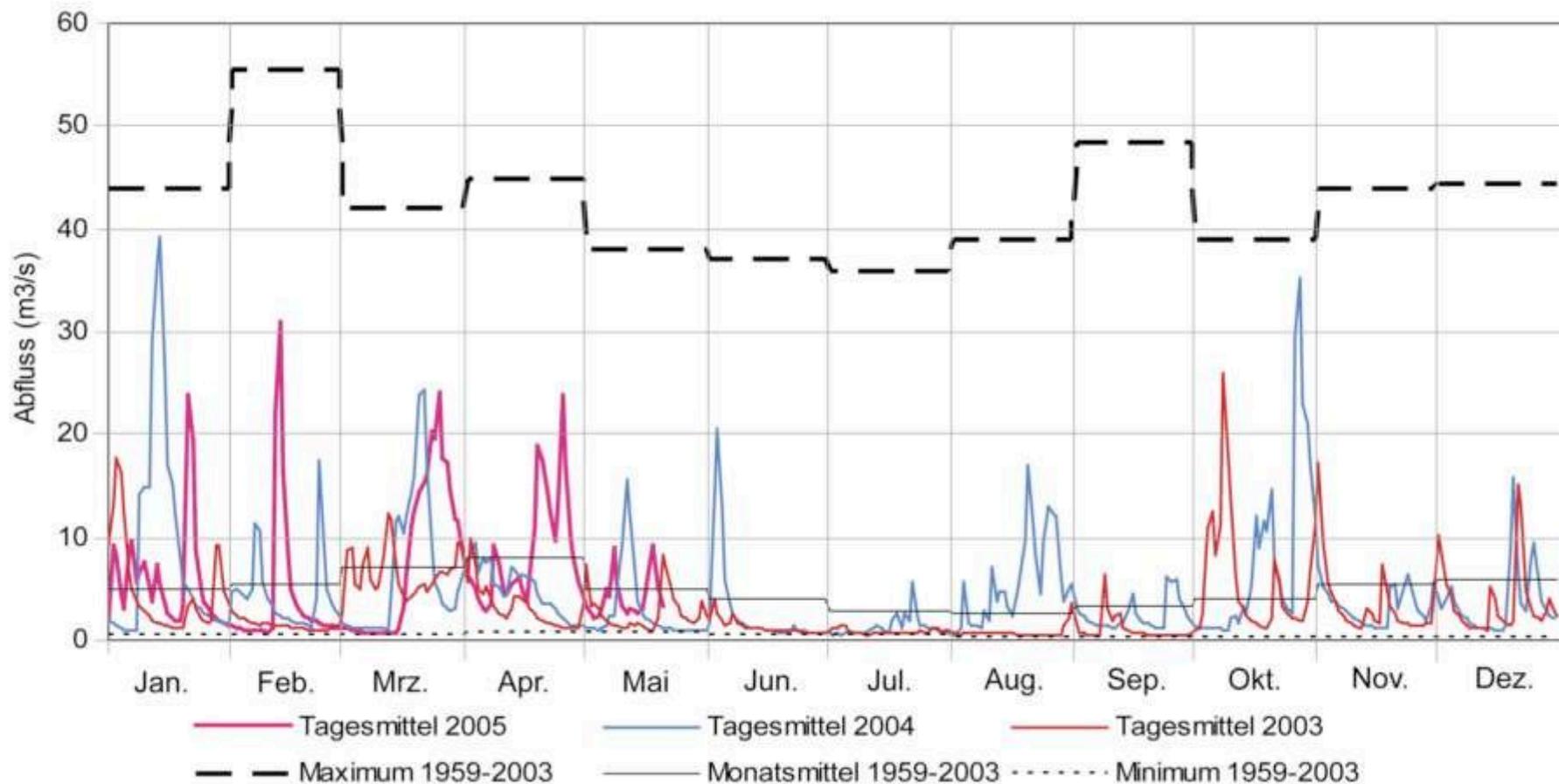
# Karst-Grundwasserleiter



**2003: geringe Quellschüttung im Sommer,  
aber konstanter Niedrigwasserabfluss**

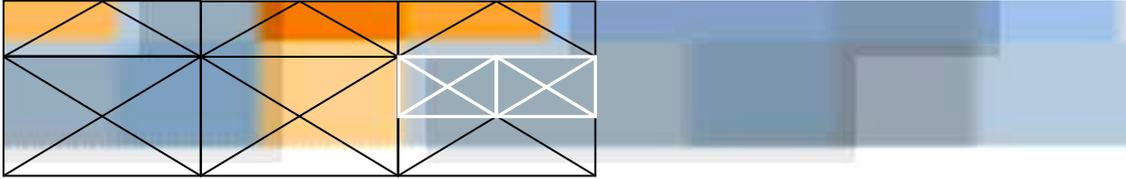
**2004: schneller Rückgang der  
Quellschüttung nach Niederschlägen**

**Areusequelle  
St-Sulpice (NE)**



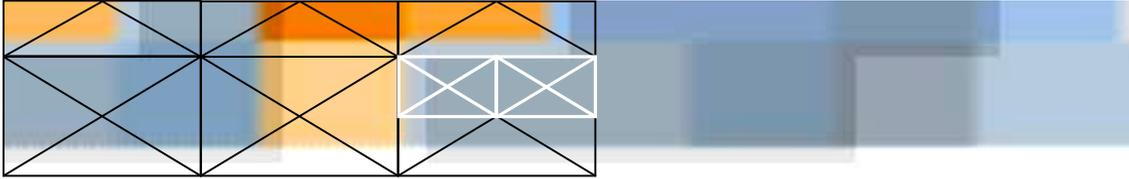
## Absehbare Auswirkungen auf das Grundwasser bei Häufung von Hitzesommern und den gängigen Klimaszenarien (Prozesse)

- **Verstärkte Grundwasserneubildung im Winter infolge vermehrten Niederschlags als Regen**
- **Geringere Grundwasseranreicherung im Frühling/Sommer infolge schwächerer Schnee- und Gletscherschmelze**
- **Geringere Grundwasseranreicherung im Sommer und Herbst infolge zunehmender Trockenperioden**
- **Zunehmende Grundwassernutzung im Sommer, insbesondere infolge steigendem Brauchwasserverbrauch in der Landwirtschaft**



## Absehbare Auswirkungen auf das Grundwasser bei Häufung von Hitzesommern und den gängigen Klimaszenarien (Fazit)

- **Drastischer Rückgang der Quellschüttung bei oberflächennahen Quellen mit kleinem Einzugsgebiet (können im Sommer und Herbst versiegen)**
- **Starke Auswirkungen auf Grundwasservorkommen in Talschottern mit mittelländischem Fließregime (markant sinkende Grundwasserstände im Sommer und Herbst)**
- **Vorerst schwache Auswirkungen auf Grundwasservorkommen in Talschottern mit alpinem Fließregime (leicht sinkende Grundwasserstände)**
- **Rückgang der Grundwasserstände in tiefen Grundwasserleitern**



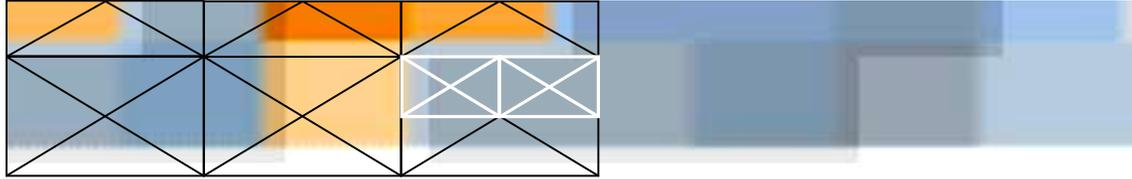
## Von solchen Schlagzeilen werden wir jedoch trotzdem vorerst verschont bleiben:

*La sécheresse la plus grave  
depuis 50 ans en France  
Le Temps 14.04.2005*

*Spanien leidet unter  
der Rekorddürre  
Tagesanzeiger 29.06.2005*

*Eau. L'Espagne est complètement à sec  
Tribune de Genève 15.06.2005*

*Dürre im Mittelmeerraum:  
Regenfabrik soll helfen  
20 Minuten 29.06.2005*



**Das aktuelle Bulletin der Grundwasserstände  
und Quellschüttungen in der Schweiz finden  
Sie jeweils unter**

**[www.bwg.admin.ch](http://www.bwg.admin.ch)**

**[www.bwg.admin.ch/themen/geologie/d/gwbt.htm](http://www.bwg.admin.ch/themen/geologie/d/gwbt.htm)**

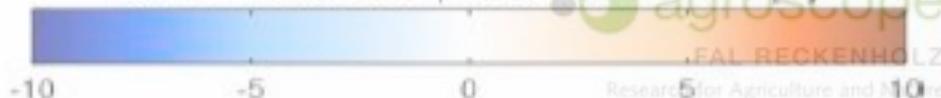


# Abweichung der pflanzenbaulichen Erträge 2003: Nationale und regionale Unterschiede

**Jürg Fuhrer**

**Agroscope FAL Reckenholz  
Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau  
Lufthygiene/Klima  
Zürich**

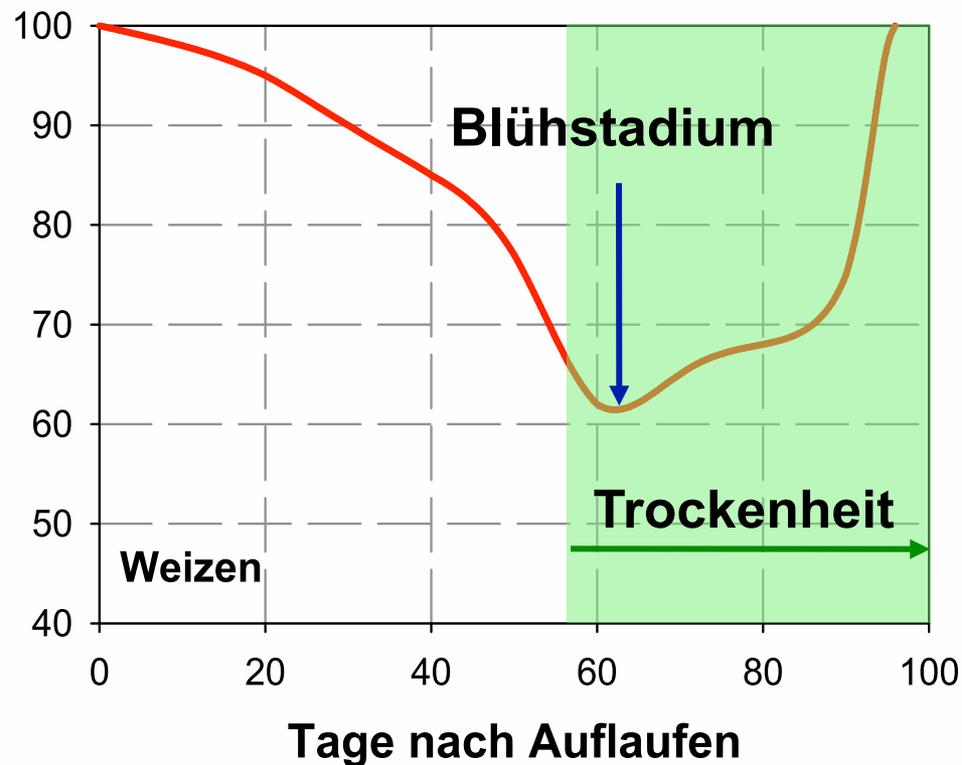
Land Surface Temperature difference [K]



# Gewinner und Verlierer

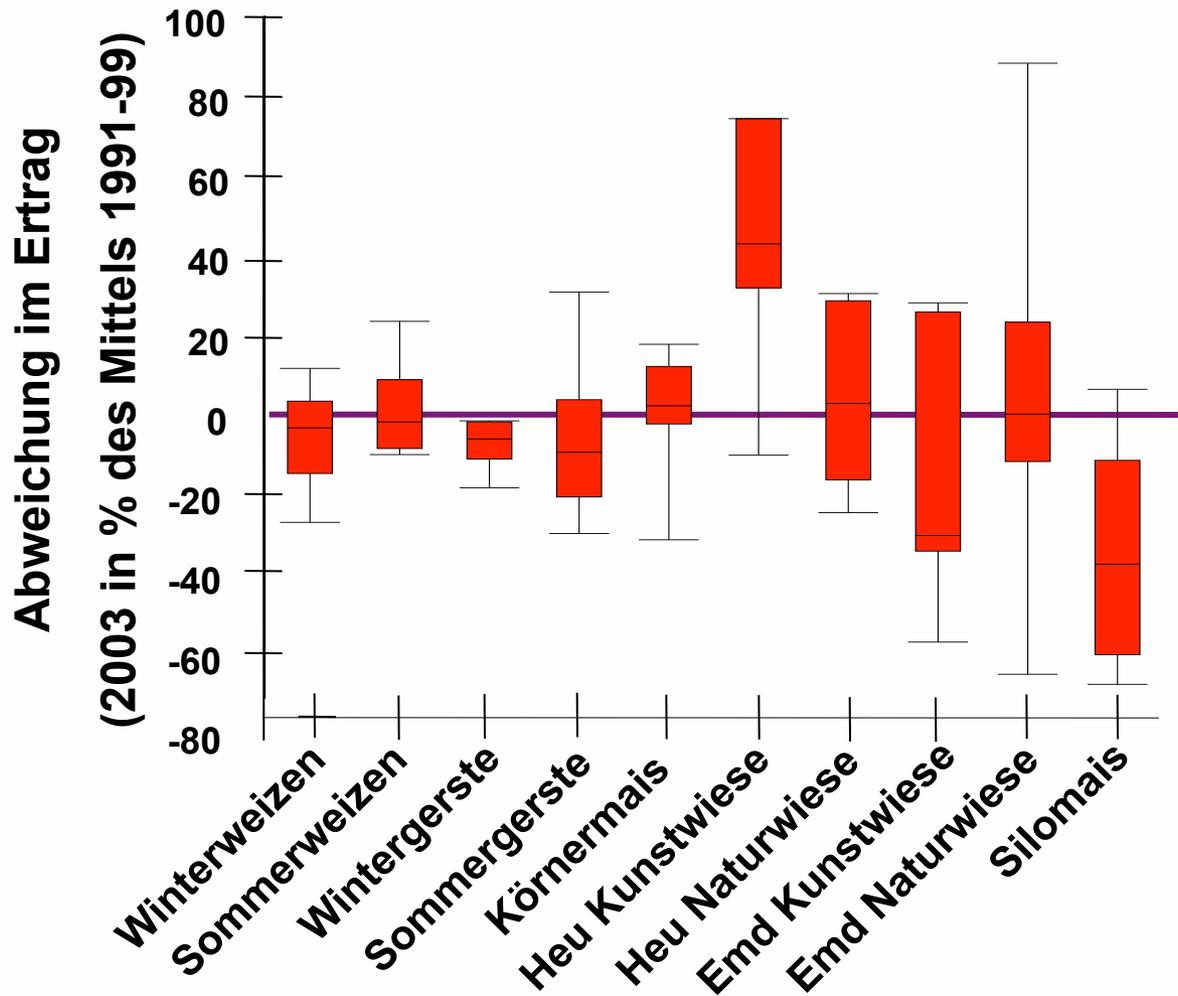
- **Optimale Witterung im Frühjahr bescherte dem Gemüsebau Rekordernten**
- **Rekordtemperaturen und Niederschlagsmangel im Sommer verursachten Ernteauffälle im Ackerbau und Futtermangel in der Tierhaltung**
- **Sehr gute Bedingungen im Herbst begünstigten den Weinbau**

# Empfindliche Phase der Ertragsbildung



**Das Risiko von Ertragsverlusten infolge Trockenheit ist bei Ackerkulturen mit empfindlichen Stadien zwischen Mitte Mai und Ende Juni besonders hoch.**

# Ertragsabweichungen in der Schweiz



Kantonale Daten von  
AG, BE, BL, FR, LU,  
SG, SH, TG, VD, ZH

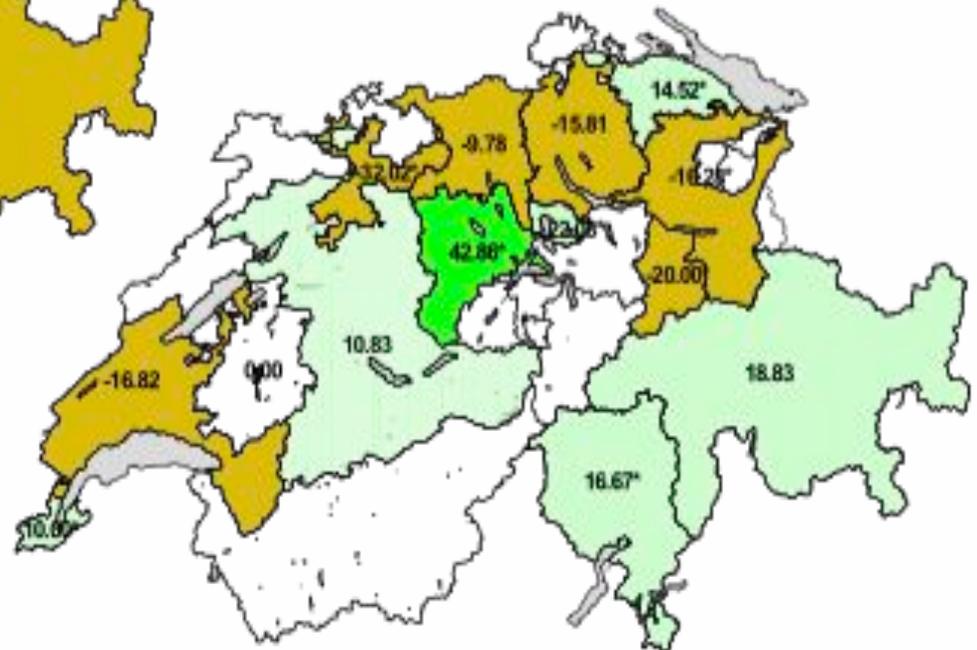
Keller & Fuhrer, 2004

# Regionale Ertragsunterschiede

## Winterweizen

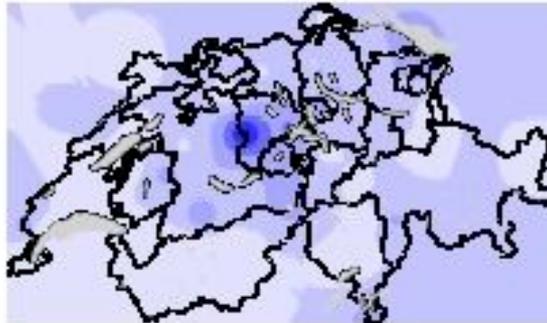


## Kunstwiese 2. Schnitt



# Berechnete Bodenfeuchte

Mai



Juni



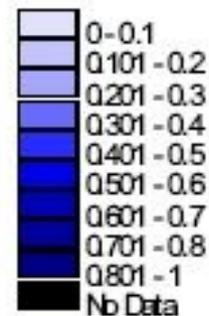
Juli



August



September



trocken



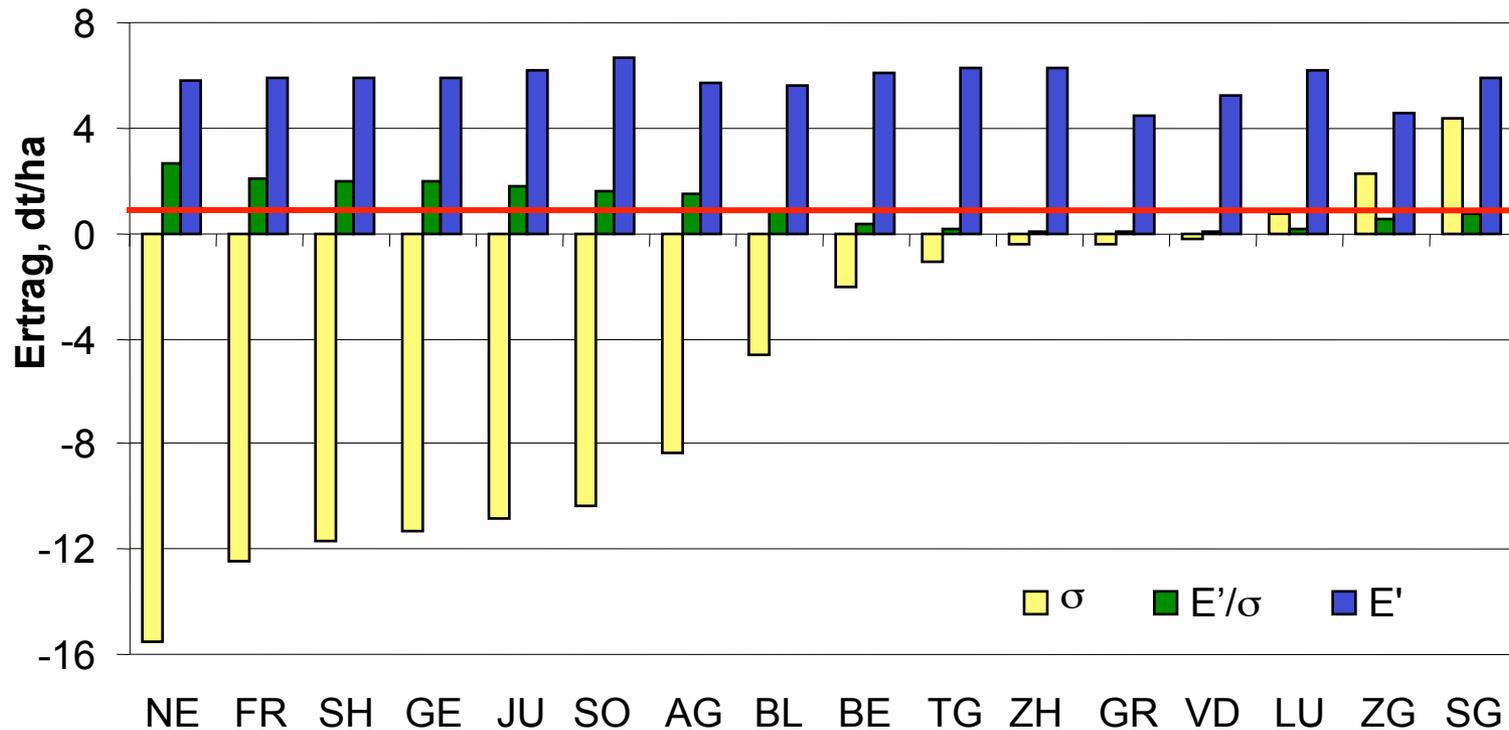
feucht

Keller & Fuhrer, 2004

# Regionale Ertragsunterschiede

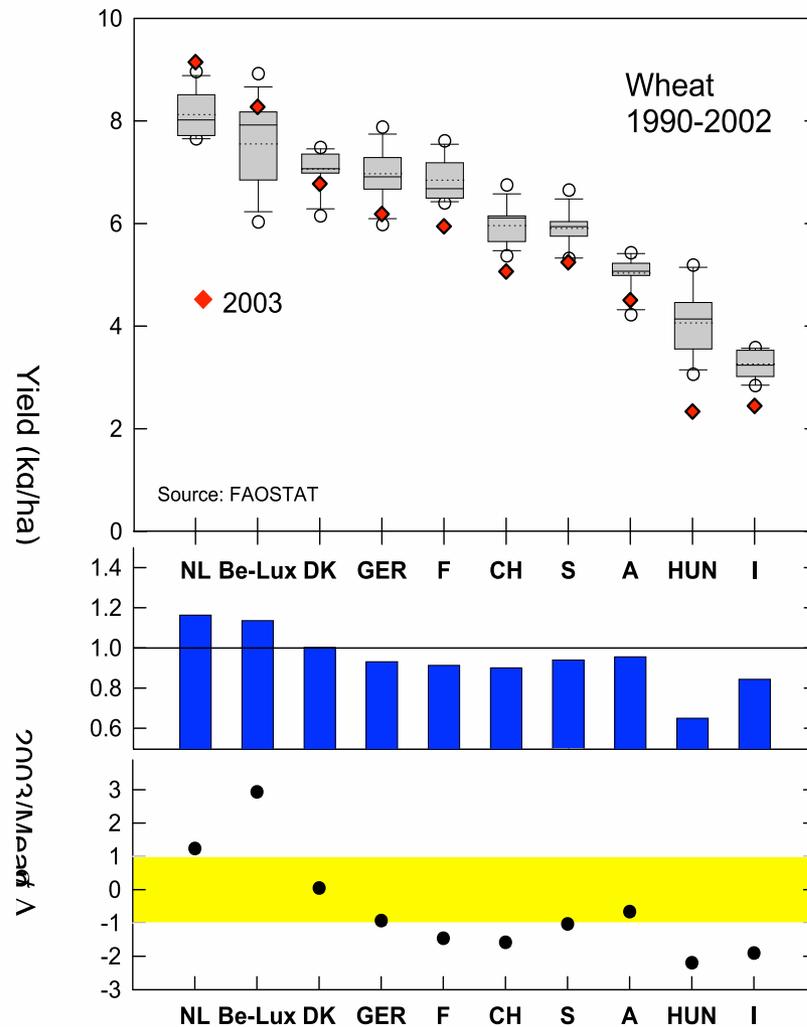
## Kantonale Ertragsdaten für Winterweizen von 1975-2003

Blau: Standardabweichung 1975-2002 ( $E'$ ), Gelb: Anomalie 2003 ( $\sigma$ ), Grün: normalisierte Anomalie ( $E'/\sigma$ ). Daten sind ohne Trend

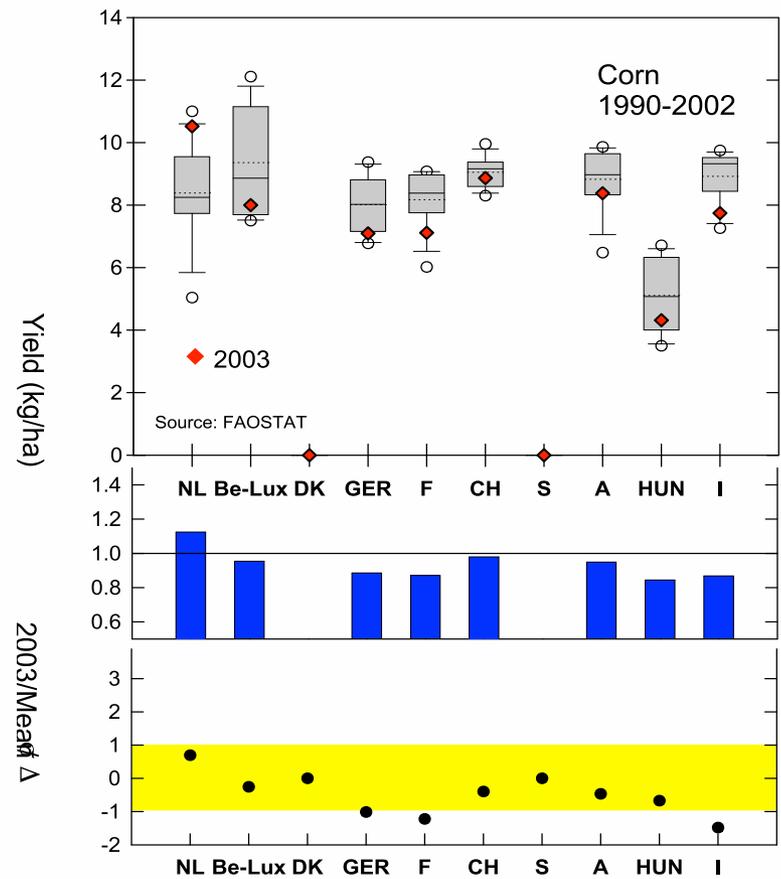
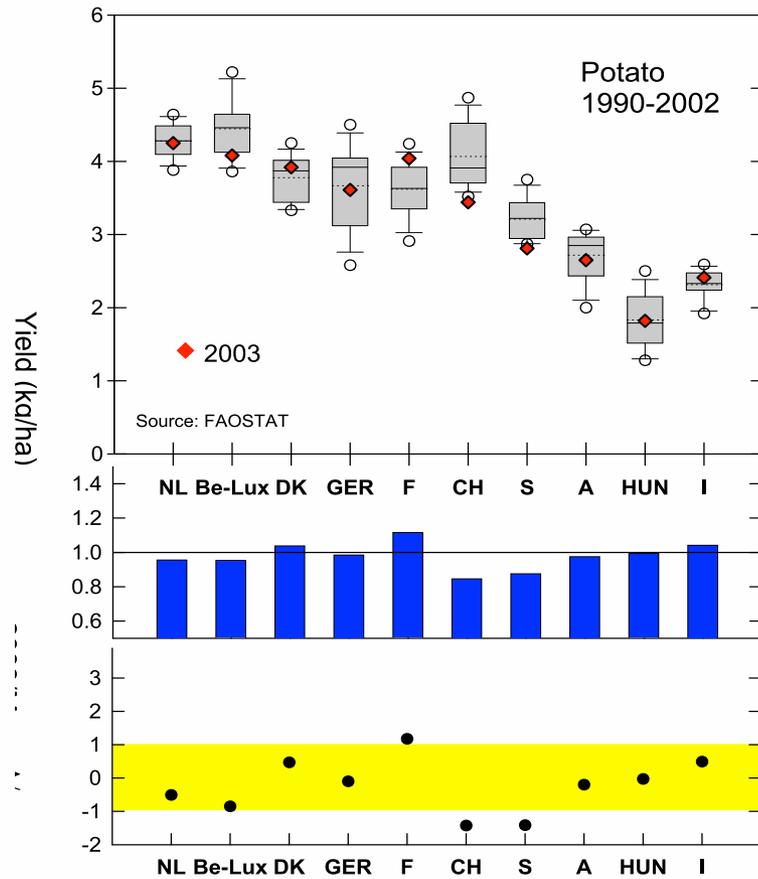


Keller & Fuhrer, 2004

# Erträge 2003 in Europa



# Erträge 2003 in Europa



# Erträge im Obstbau

## Äpfel:

Tiefe Erträge in der ganzen Schweiz (ausser in der VD). Besonders im Nordwesten und Norden der Schweiz bis SH lagen die Erträge 2003 nur bei knapp 20% des Durchschnitts von 1990-2000.

## Birnen:

In vielen Kantonen lagen die Erträge über dem Durchschnitt von 1990-2000, und höher als 2004.

## Zwetschgen:

Gute Ernte, etwas höher als 2004

## Kirschen:

Schlechte Ernte im Vergleich zu 2004

# Qualitätsverluste im Obstbau



**Die Früchte haben eine mangelnde Reifung und sind zu klein**

***28.5.2004 - Bern - Das Angebot von Gala-Äpfeln im Handel ist sehr stark reduziert. In den Kühlräumen sind zuhauf verfaulte, zerplatzte und überreife Früchte gefunden worden. Für die ungewohnten Schäden ist die Hitzewelle 2003 verantwortlich...***

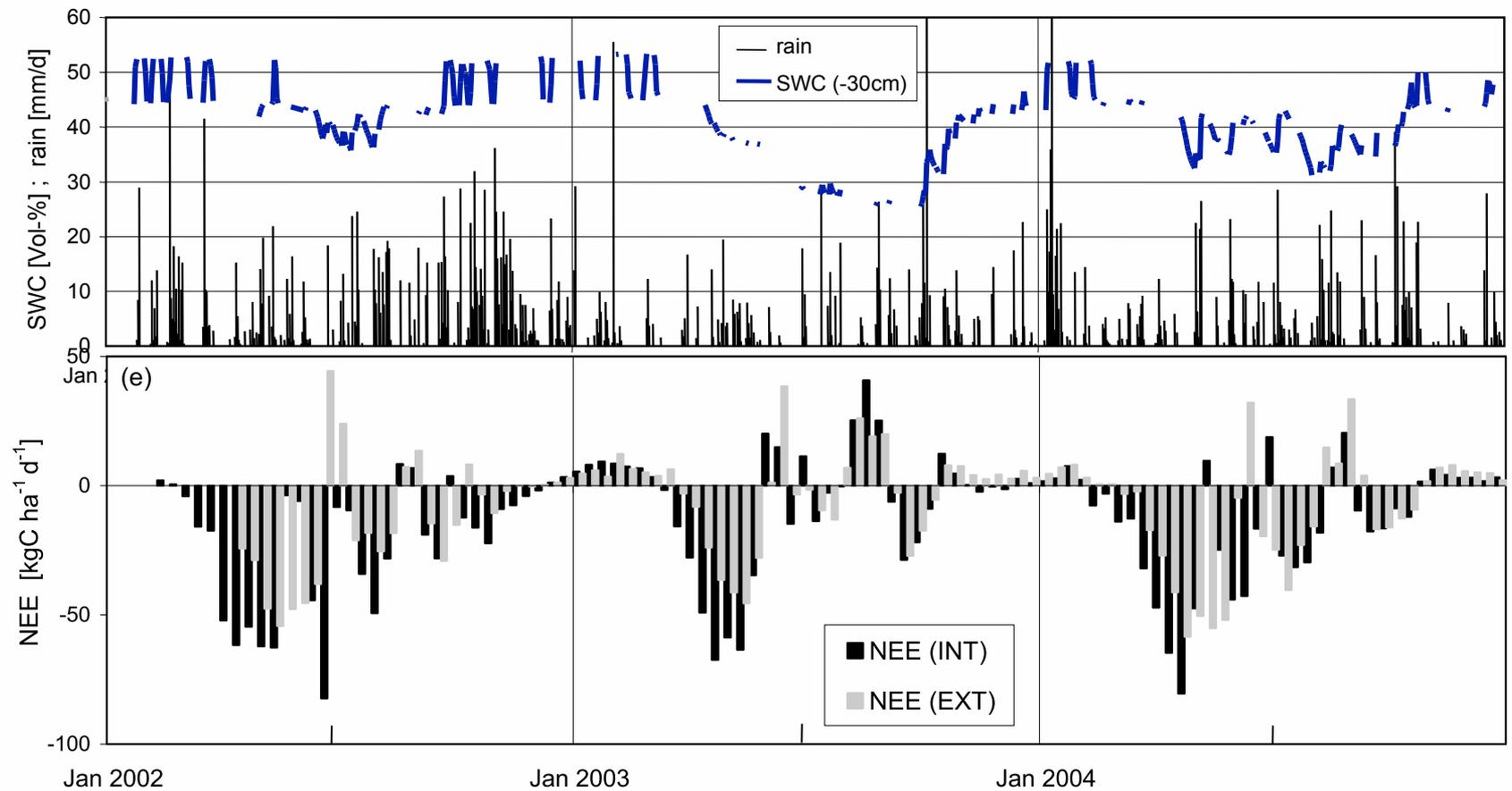
***... Bei den andern Lagersorten sei die Konservierung gut und die geschmackliche Qualität sei im Allgemeinen sogar besser als in den vorangehenden Jahren.***

# Schäden an Wiesen



# Gemessene Bodenfeuchte und NEE\*

## Grasland mit intensiver oder extensiver Bewirtschaftung Oensingen

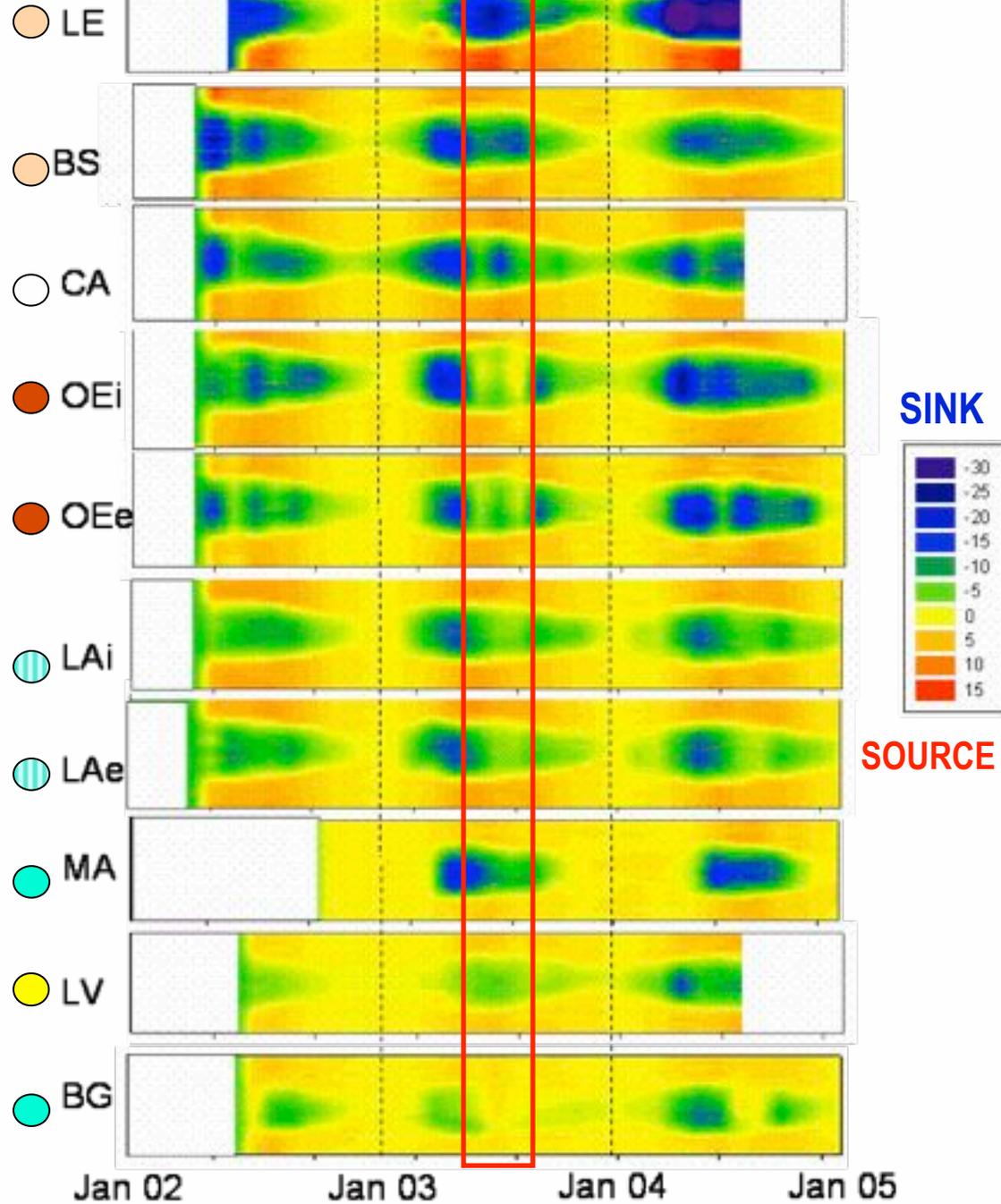


Ammann C. et al, subm.

**NEE: Net Ecosystem Exchange**

# NEE von Grasland

( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )



# Fazit für die CH Landwirtschaft

- ✚ Die Ernteerträge lagen um durchschnittlich 20% zu tief
- ✚ Einkommensverlust der Landwirte ca. 500 Mio SFr  
(Bundesamt für Landwirtschaft)

## Massnahmen des Bundes

- ✚ Schrittweise Aufhebung der Grenzabgaben für Heu und Silofutter zur Erleichterung des Imports
- ✚ Erleichterungen beim Anbau von Biofutter und bei der Bewirtschaftung der Wiesen
- ✚ Ausgleich bei den Direktzahlungen aufgrund niedriger Tierbestände und Betriebsunterstützung in Härtefällen

**Fazit: Als Einzeljahr hatte 2003 keine nachhaltigen Auswirkungen auf die Landwirtschaft in der Schweiz**

# EINFLUSS AUF DIE PFLANZENENTWICKLUNG

---

Forum zum Hitzesommer  
2003

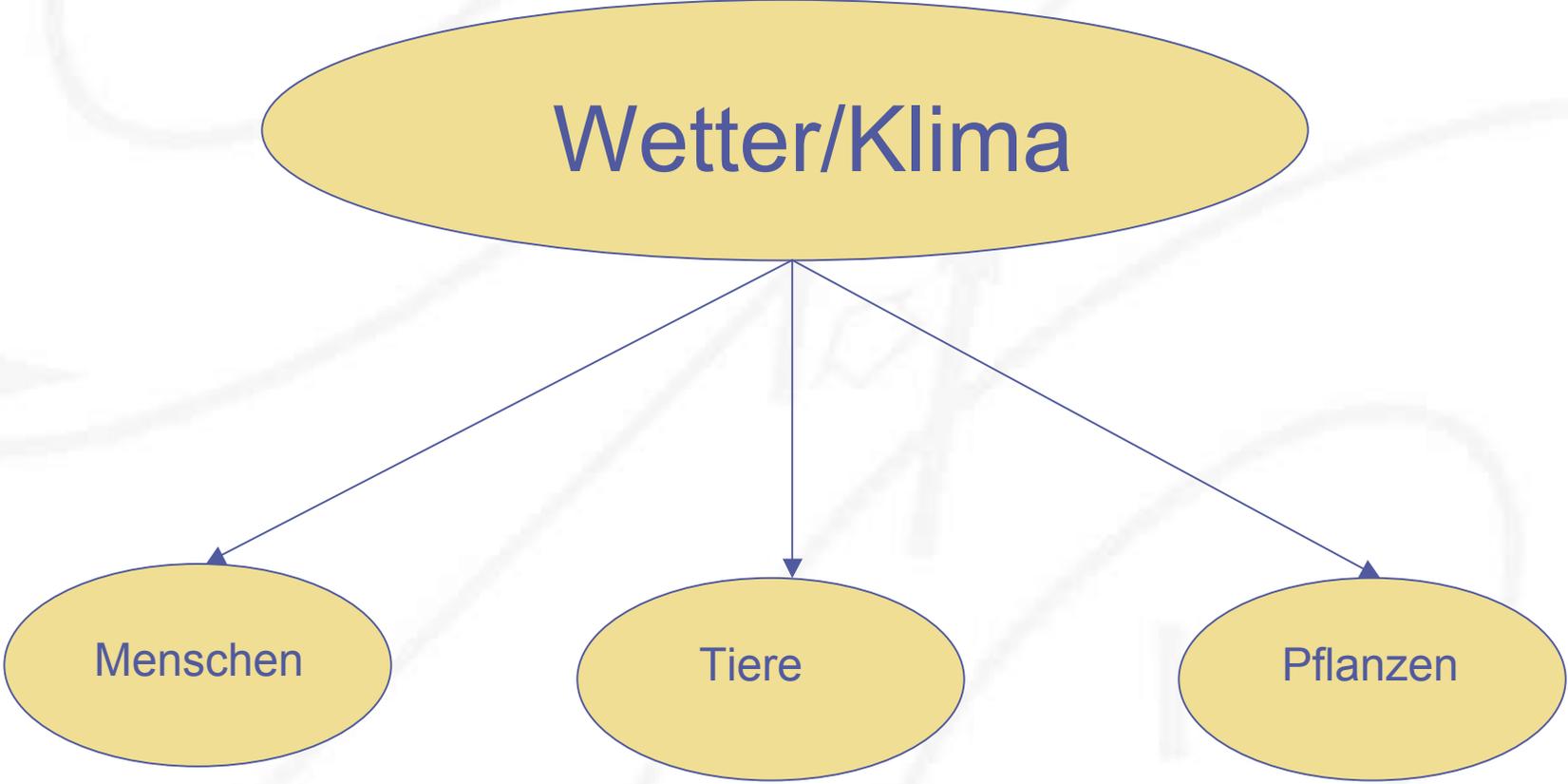
7. Juli 2005

Claudio Defila,  
MeteoSchweiz





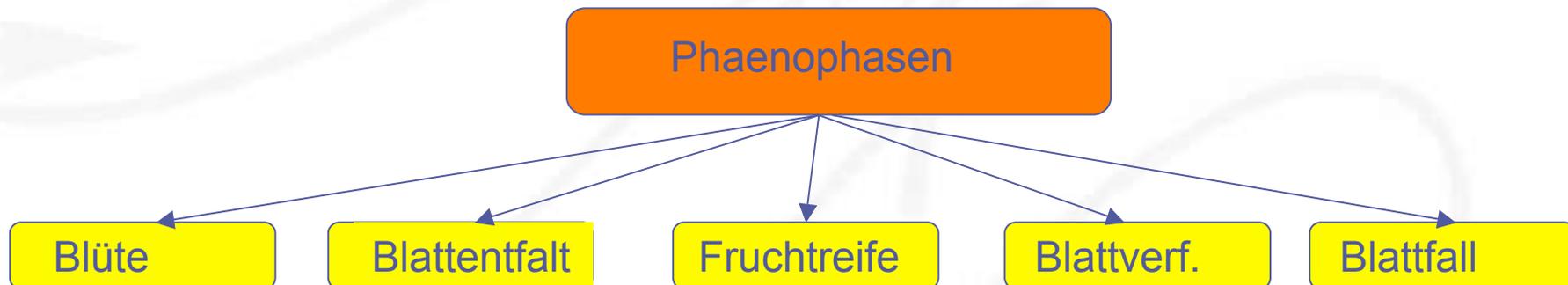
# Phänologie: Ein Beispiel aus der Phyto-Biometeorologie



# Pflanzenphänologie



Im Jahresablauf periodisch wiederkehrende Wachstums- und Entwicklungserscheinungen der Pflanzen



# Pflanzenphänologie in der Schweiz



- u Phänologische Beobachtungen seit 1951
- u 160 Beobachtungsstationen
- u 26 verschiedene Pflanzenarten
- u 69 Phänophasen

# Pflanze und Umwelt



Abb. 1: Pflanze und Umwelt (verändert, nach DEFILA 1988)  
Einflussfaktoren auf das phänologische Verhalten der Pflanze.

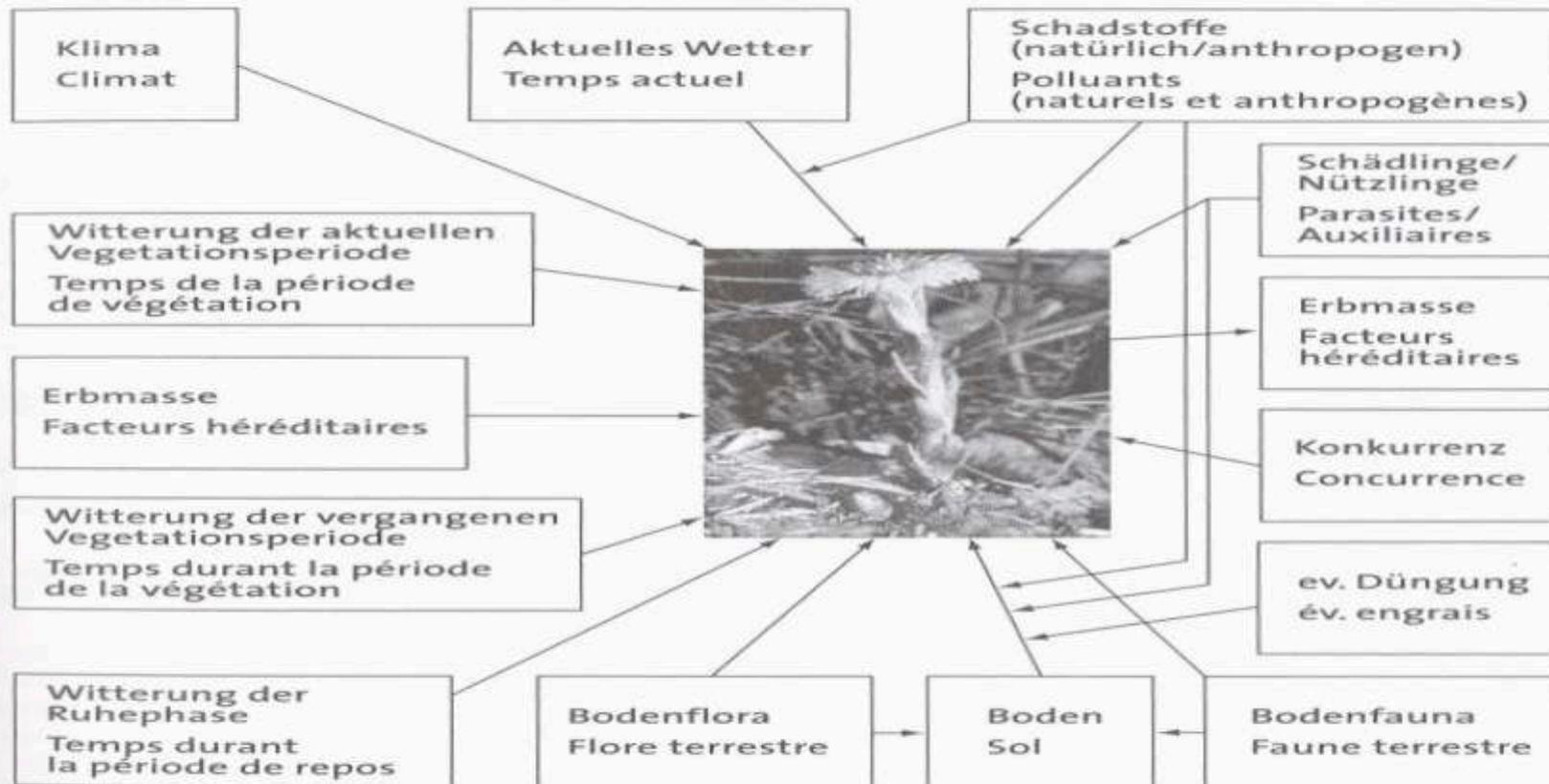
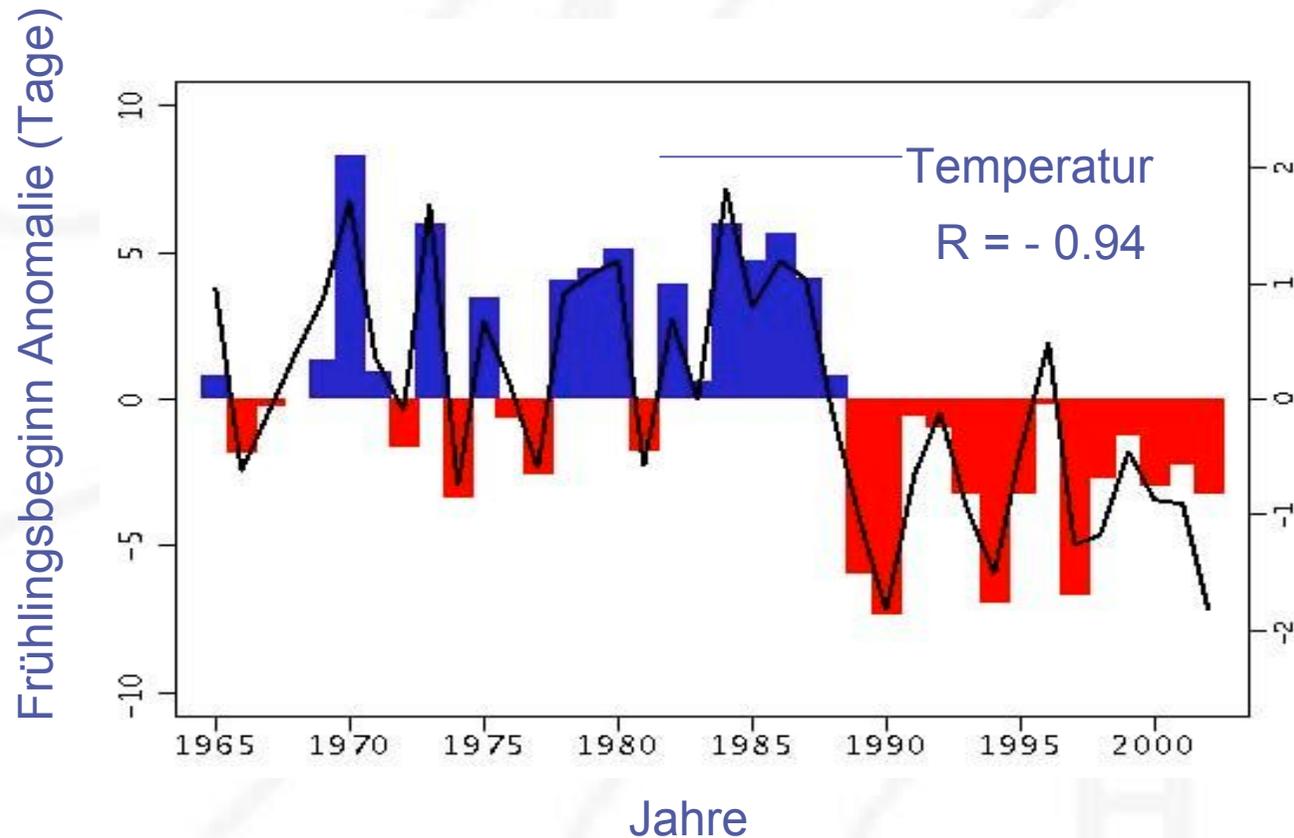
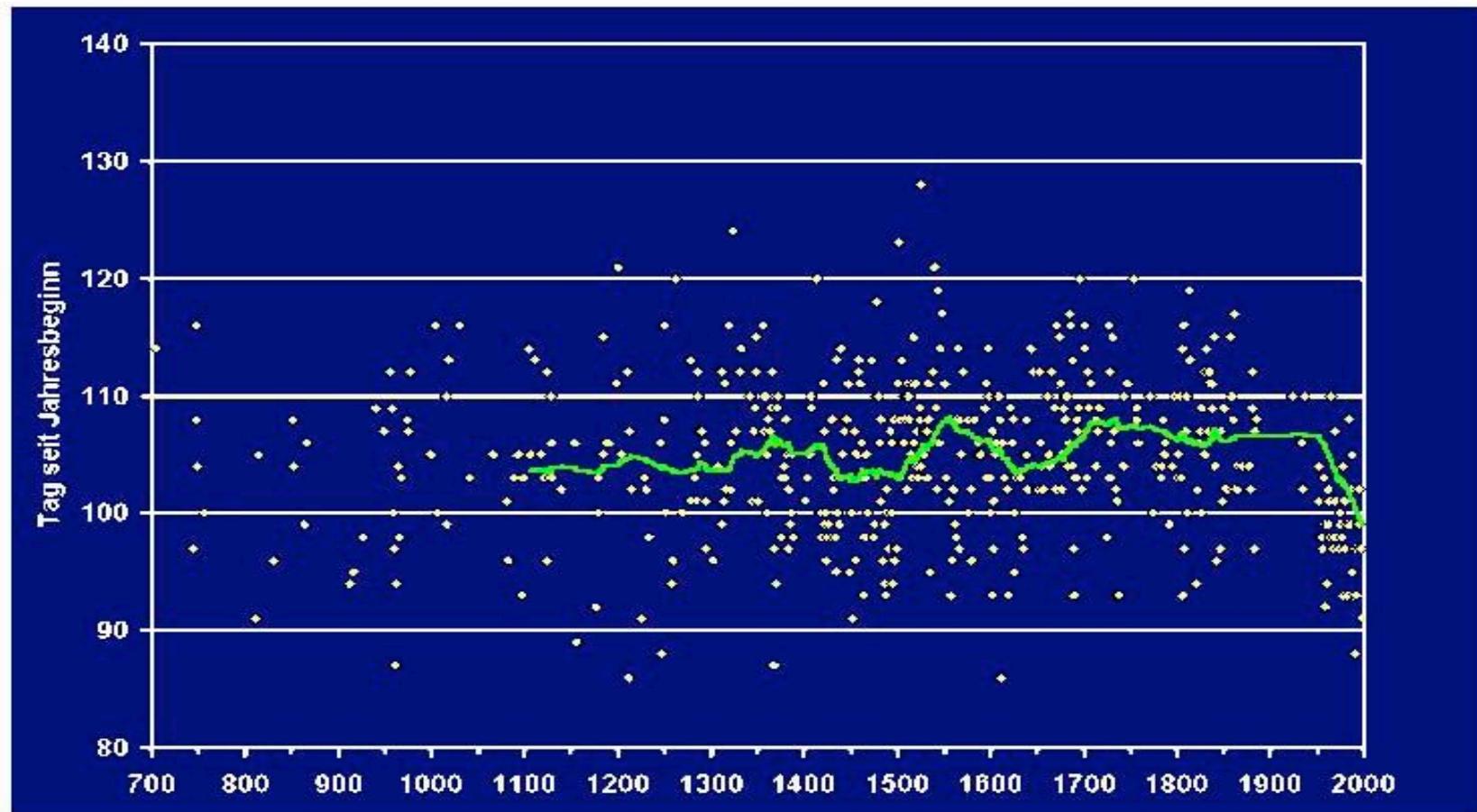


Figure 1: Plante et environnement (adapté selon DEFILA 1988)  
Facteurs influençant le comportement phénologique de la plante.

# Einfluss der Temperatur auf den phänologischen Frühling



# BLÜTE DER KIRSCHEN IN JAPAN SEIT 705



# Blattausbruch der Rosskastanie von Genf



NOTRE SUPPLÉMENT

**EMPLOI**

La situation de l'hôtellerie dans la région sédunoise 41 à 50



AC VENDREDI 28 FÉVRIER 199

# GENÈVE

## C'est le printemps!



La première feuille du marronnier de la promenade de la Tréille a fait son apparition hier, 27 février. Annonciatrice du printemps pour les Genevois, l'éclosion se situe dans une bonne moyenne, même si l'an passé, à cause d'un réchauffement momentané, elle était apparue le 3 janvier déjà. L'observation se fait toujours sur le même arbre de quelque 80 ans d'âge, sur un replat face à la tour Baudet, peu avant la descente en direction de l'Athénée.

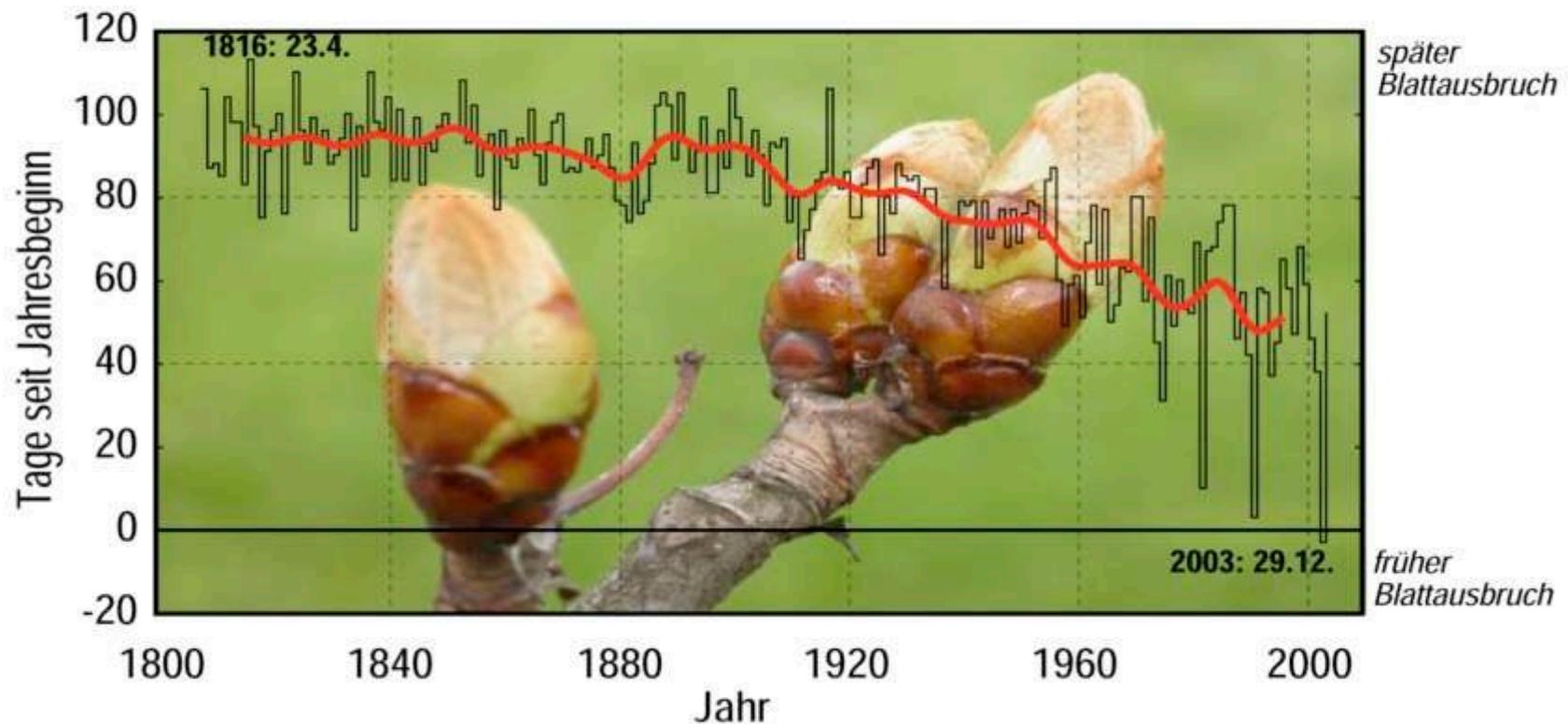
Cette cérémonie du marronnier remonte à 1818. Elle était au départ motivée par un goût très vif de la nature. Et surtout, explique Pierre Stoiler, sautier du Grand Conseil, il y avait l'exemple de Paris; depuis 1810, les Parisiens surveillaient l'éclosion de la première feuille d'un



# Blattausbruch der Rosskastanie in Genf seit 1808



Eintrittsdaten des Blattausbruchs der Rosskastanien von Genf 1808-2004  
Glättung: Gauss Tiefpassfilter mit 20-jähriger Periode



# Aus den Witterungsberichten der MeteoSchweiz

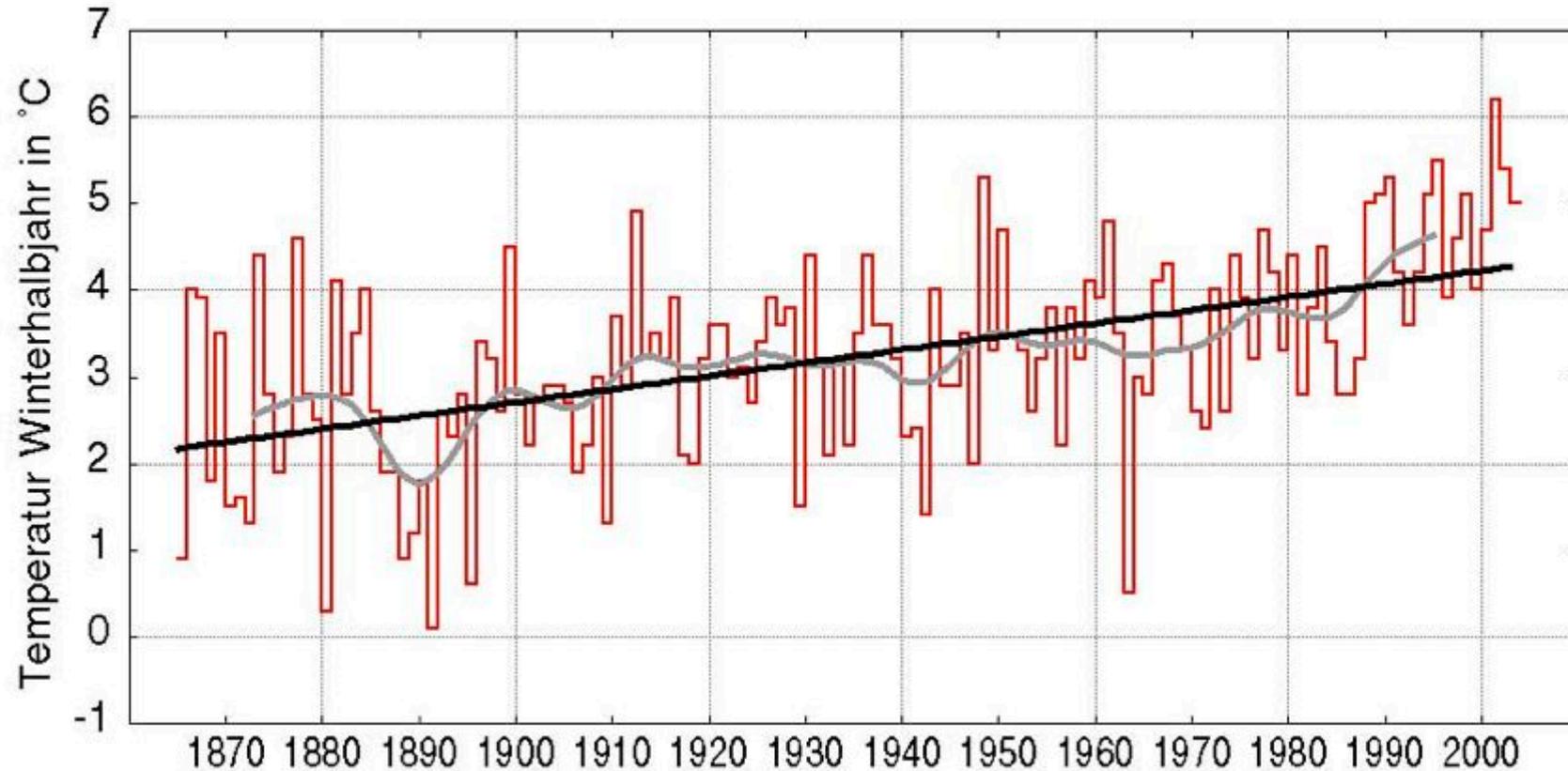
---



- u November 2002: **Milde** Luftmassen sorgten für einen Wärmeüberschuss.
- u Dezember 2002: Der Dezember war viel zu warm. Vor allem die zweite Monatshälfte zeigte sich **frühlingshaft** mild.

# Temperatur-Trend Winterhalbjahre 1864-2003

**Niederungen der Alpennordseite: + 1.5 °C / 100 Jahre**



Temperatur der Winterhalbjahre in den Niederungen der Alpennordseite  
Mittel der Stationen Basel, Bern, Genf und Zürich

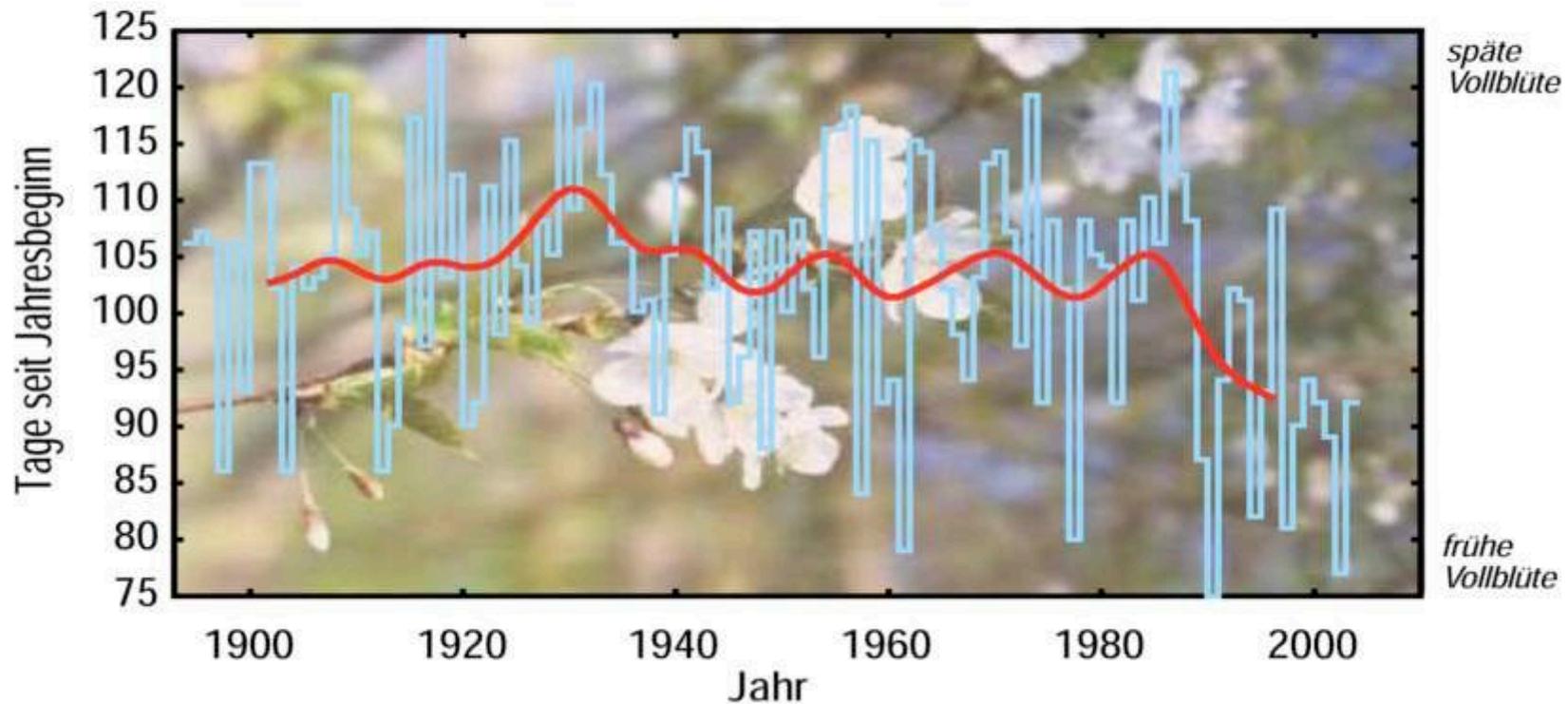
(Bader, 2004)

# Blüte der Kirschen in Liestal seit 1894



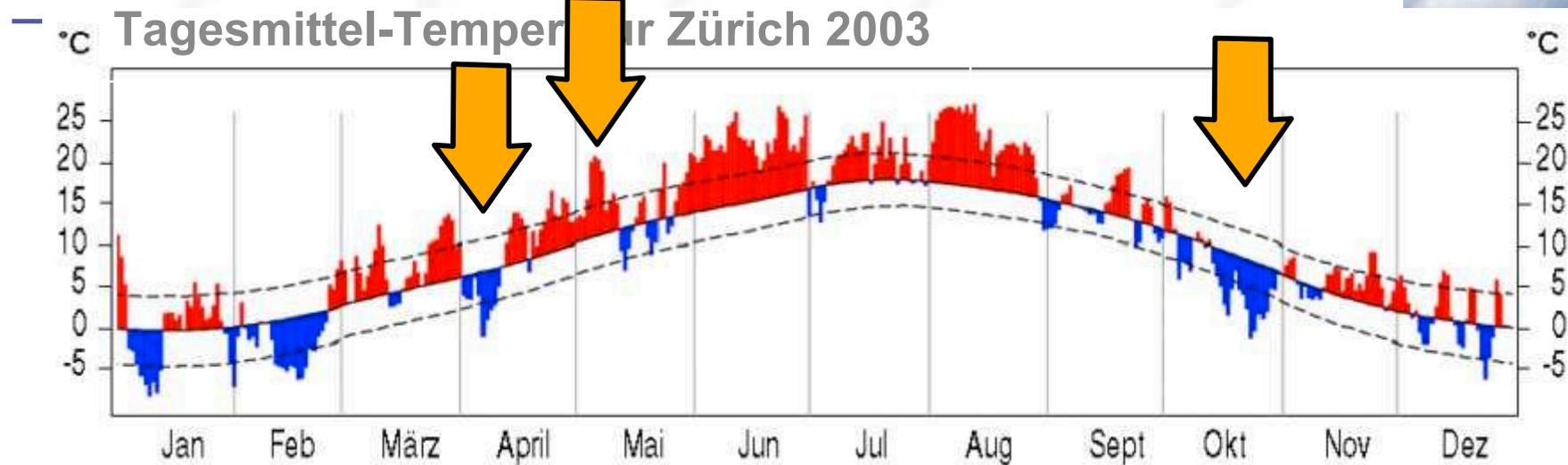
Eintrittsdaten der Blüte der Kirschbäume  
von Liestal 1894-2004

Glättung: Gauss Tiefpassfilter mit 20-jähriger Periode





## Markante Witterungssprünge



Anfang April 2003: Minimumtemperaturen im Mittelland auf den für April seltenen Tiefwerten von  $-3$  bis  $-5$  °C

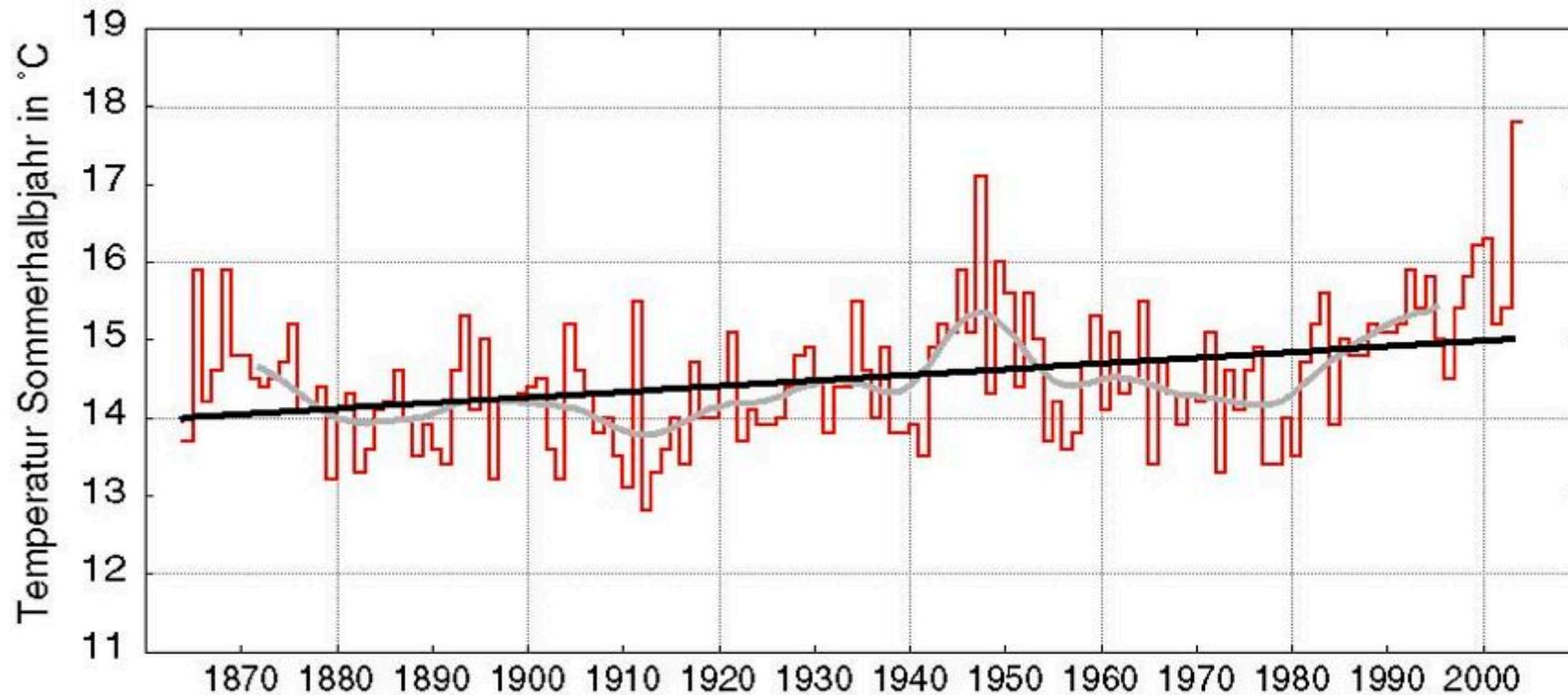
Anfang Mai 2003:

- Hochsommerliche Tagesmittel-Temperaturen
- Maximumtemperaturen im Bereich der Hitzegrenze von  $30$  °C

Massiver Wintereinbruch im Oktober, Schnee z.T. bis in die Niederungen (Bader, 2004)

# Temperatur-Trend Sommerhalbjahre 1864-2003

**Niederungen der Alpennordseite: + 0.7 °C / 100 Jahre**



Temperatur der Sommerhalbjahre in den Niederungen der Alpennordseite  
Mittel der Stationen Basel, Bern, Genf und Zürich  
(Bader, 2004)

# Phänologische Spätfrühlings- und Sommerphasen

---



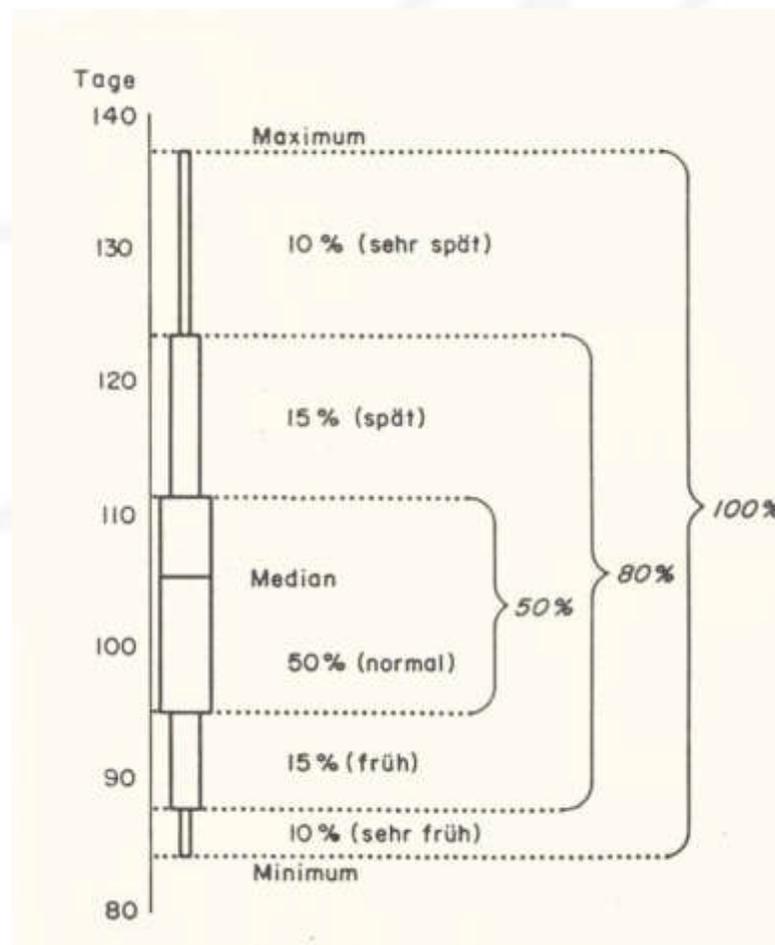
- v Vollblüte Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) (22 Stationen)
- v Vollblüte Margerite (*Leucanthemum vulgare*) (28 Stationen)
- v Vollblüte Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*) (22 Stationen)
- v Vollblüte Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*) (14 Stationen)
- v Vollblüte Winterlinde (*Tilia cordata*) (9 Stationen)
- v Vollblüte Weinrebe (*Vitis vinifera*) (8 Stationen)
- v Fruchtreife Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) (19 Stationen)

# Phänologische Herbstphasen



- u Vollblüte Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*) (17 Stationen)
- u Blattverfärbung Buche (*Fagus sylvatica*) (22 Stationen)
- u Blattverfärbung Rosskastanie (*Aesculus hipp.*) (19 Stationen)
- u Blattfall Buche (*Fagus sylvatica*) (21 Stationen)
- u Blattfall Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) (17 Stationen)
- u Weinlese (7 Stationen)

# Statistik



# Klassierungen im Hitzesommer 2003



# Rekorde 2003 in der Zeitperiode 1951-2003

---



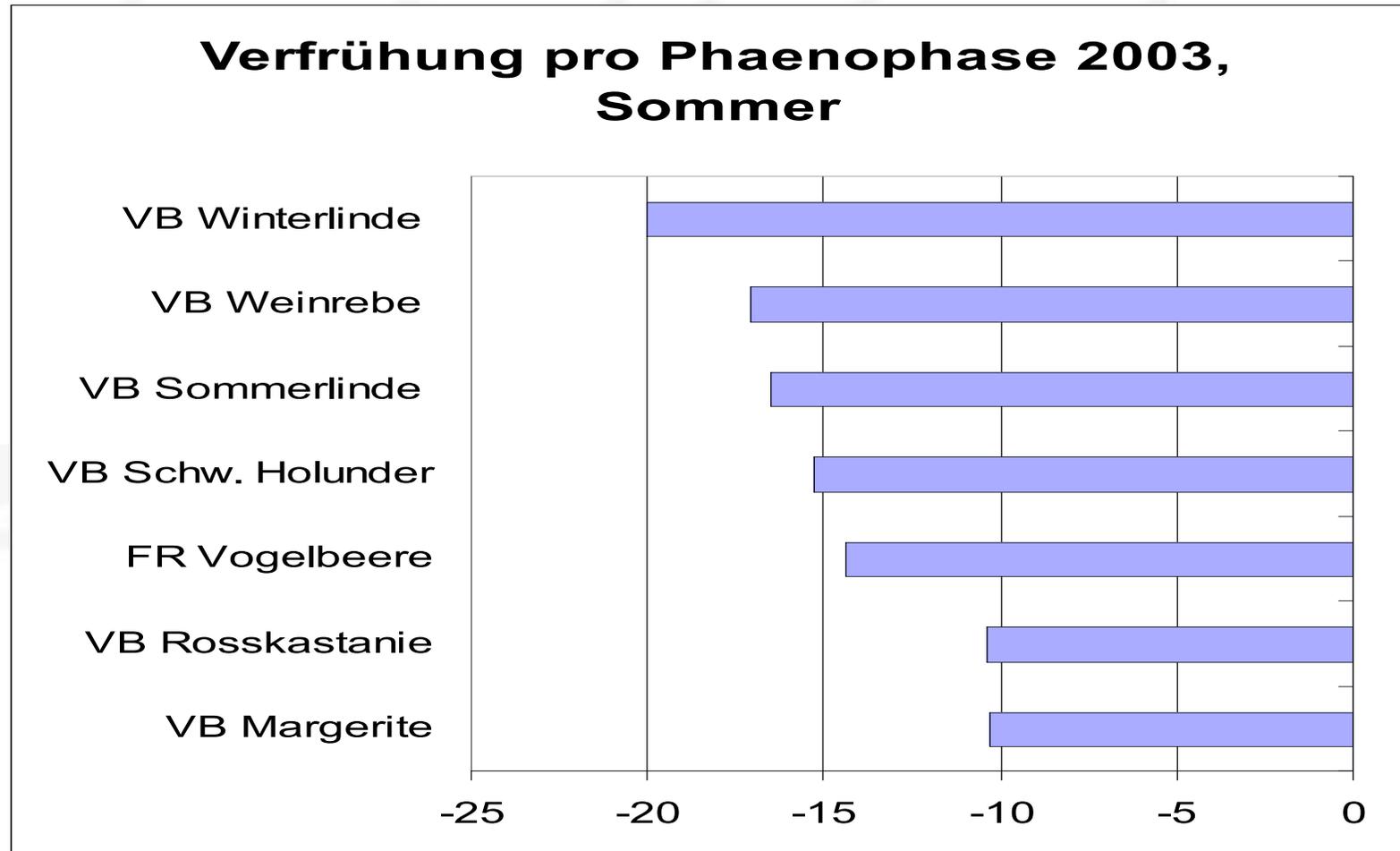
- u Vollblüte Rosskastanie 5 von 22 Zeitreihen
- u Vollblüte Margerite 5 von 28 Zeitreihen
- u Vollblüte Schwarzer Holunder 6 von 22 Zeitreihen
- u Vollblüte Sommerlinde 5 von 14 Zeitreihen
- u Vollblüte Winterlinde 6 von 9 Zeitreihen
- u Vollblüte Weinrebe 4 von 8 Zeitreihen
- u Fruchtreife Vogelbeere 6 von 19 Zeitreihen
  
- u Total 37 von 122  
Zeitreihen
  
- u **30% neue Rekorde im Jahr 2003**

# Beispiele extrem früher Eintrittstermine bei der Blüte der Sommerlinden

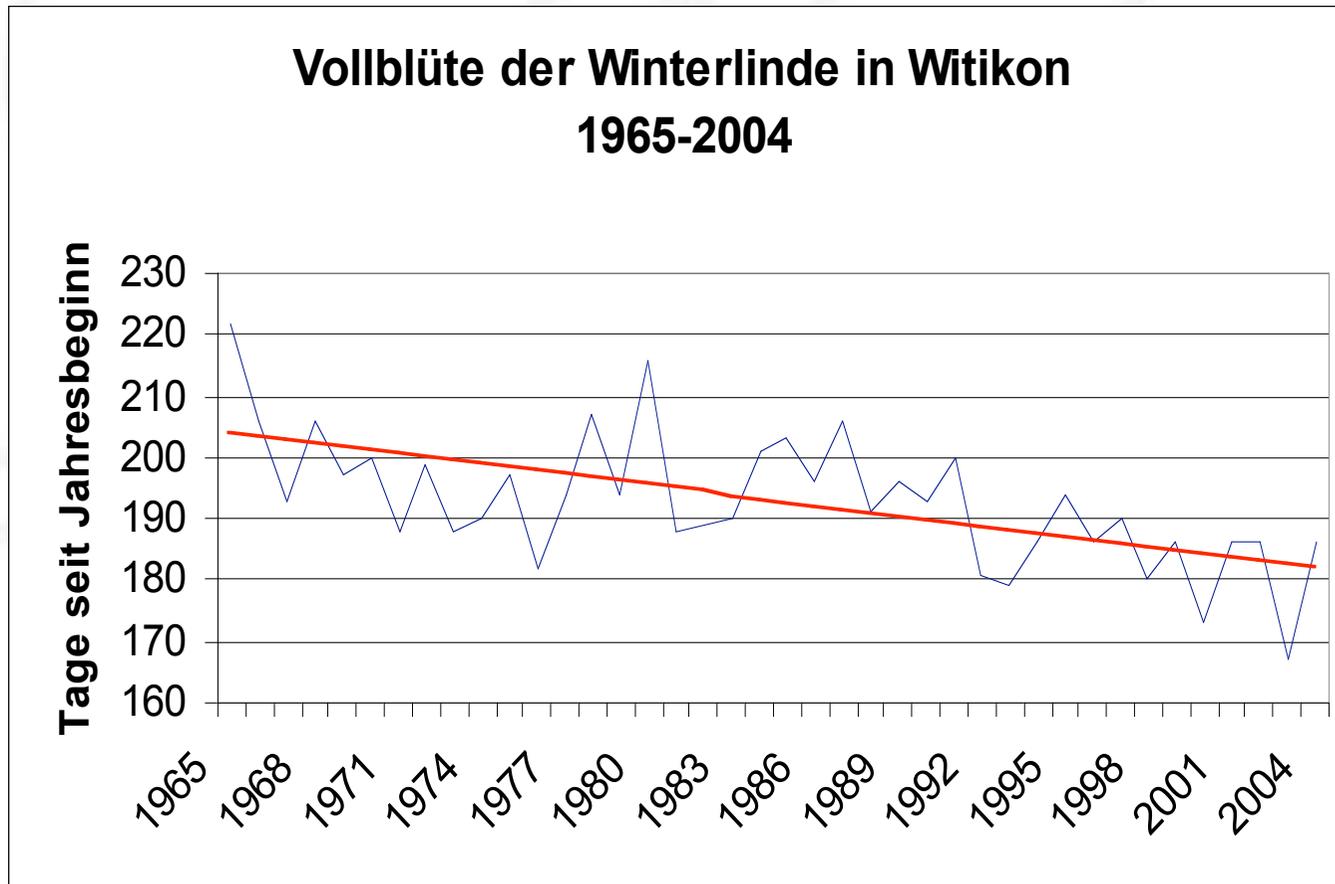


	Mittel	2003
υ Sargans (480 m/M)	21. Juni	29. Mai
υ Liestal (350 m/M)	20. Juni	9. Juni
υ Sarnen (500 m/M)	23. Juni	10. Juni
υ Wyssachen (850 m/M)	30. Juni	10. Juni
υ Andeer (985 m/M)	10. Juli	19. Juni

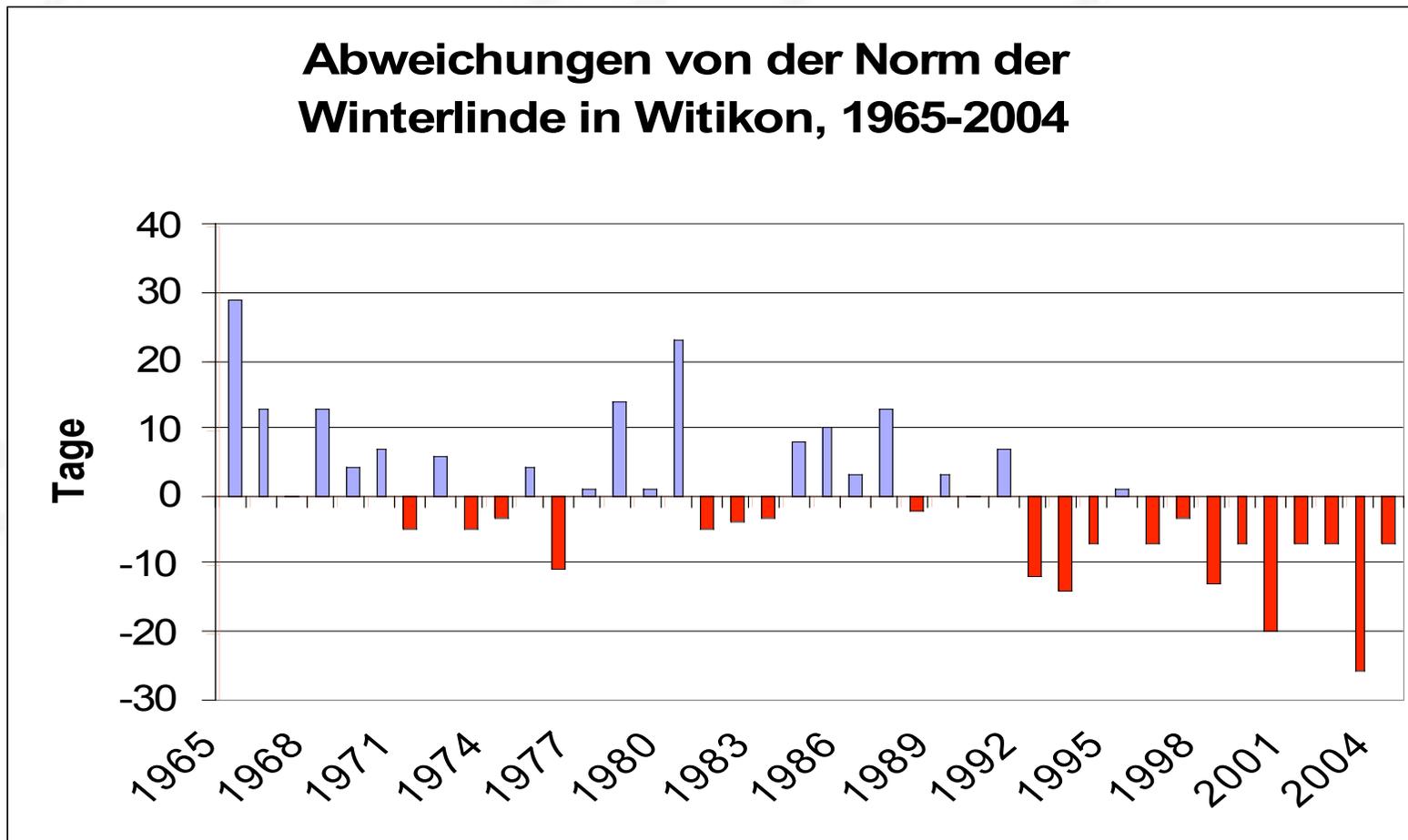
# Trends im Hitzesommer 2003



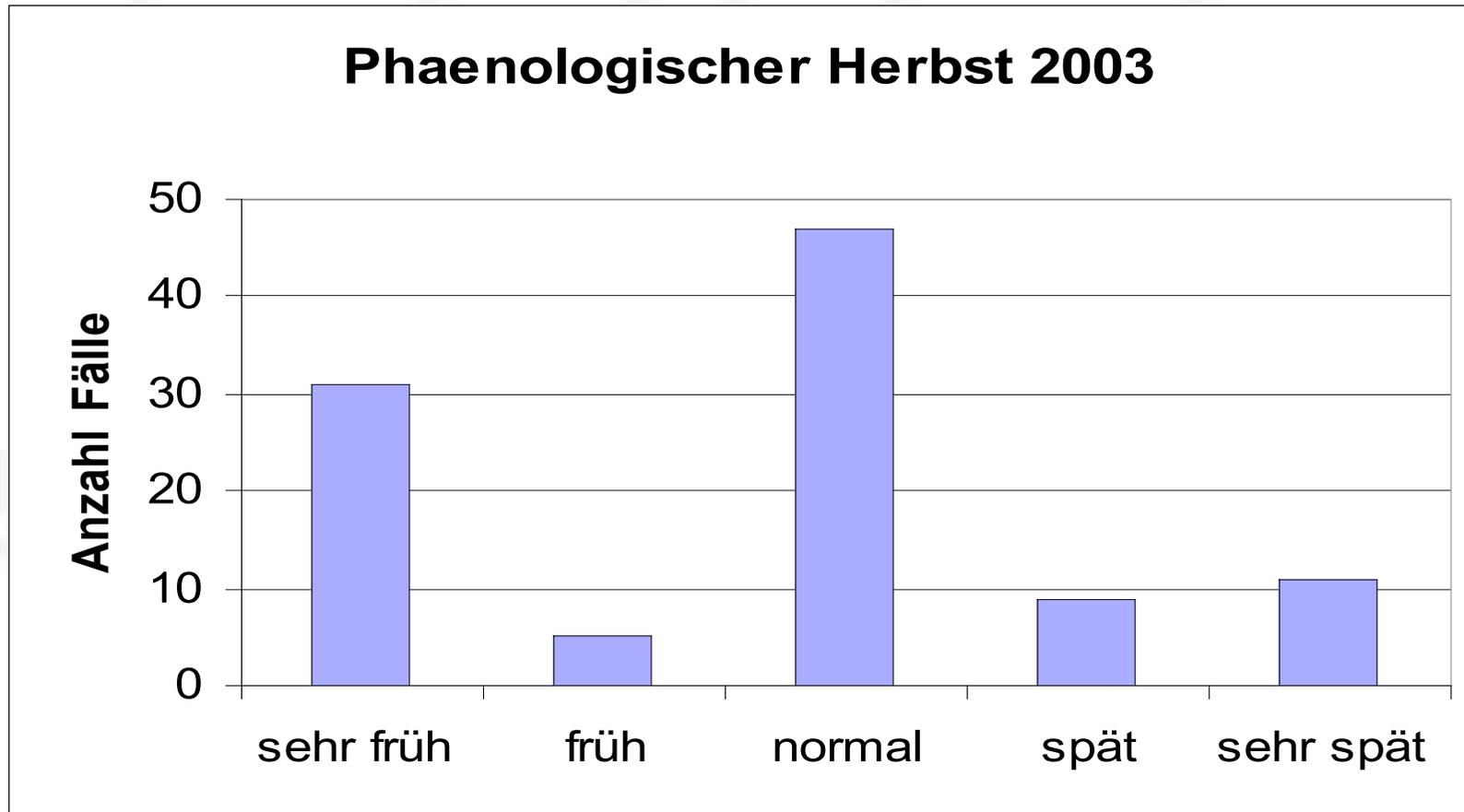
# Vollblüte der Winterlinde in Witikon (ZH)



# Vollblüte der Winterlinde in Witikon (ZH)



# Klassierungen im Herbst 2003



# Rekorde 2003 in der Zeitperiode 1951-2003

---

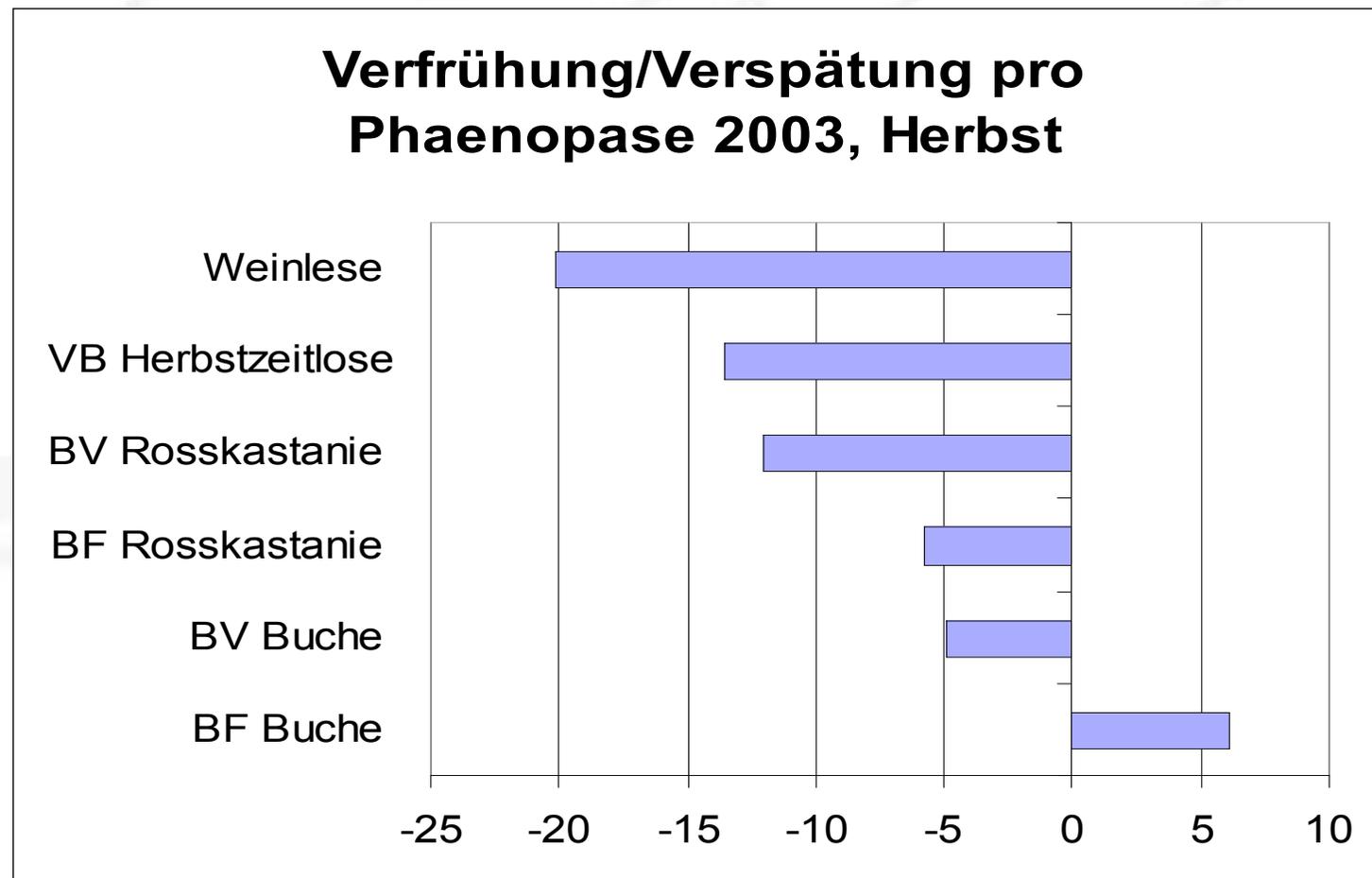


- u Vollblüte Herbstzeitlose 6 von 17 Zeitreihen
- u Blattverfärbung Buche 3 von 22 Zeitreihen
- u Blattverfärbung Rosskastanie 5 von 19 Zeitreihen
- u Blattfall Buche 0 von 21 Zeitreihen
- u Blattfall Rosskastanie 2 von 12 Zeitreihen
- u Weinlese 5 von 7 Zeitreihen
  
- u Total 21 von 103 Zeitreihen
  
- u **20% neue Rekorde im Jahr 2003**

# Trends nach dem Hitzesommer 2003 im Herbst



## Verfrühung/Verspätung pro Phaenopase 2003, Herbst



# Beispiele extrem früher Weinlese

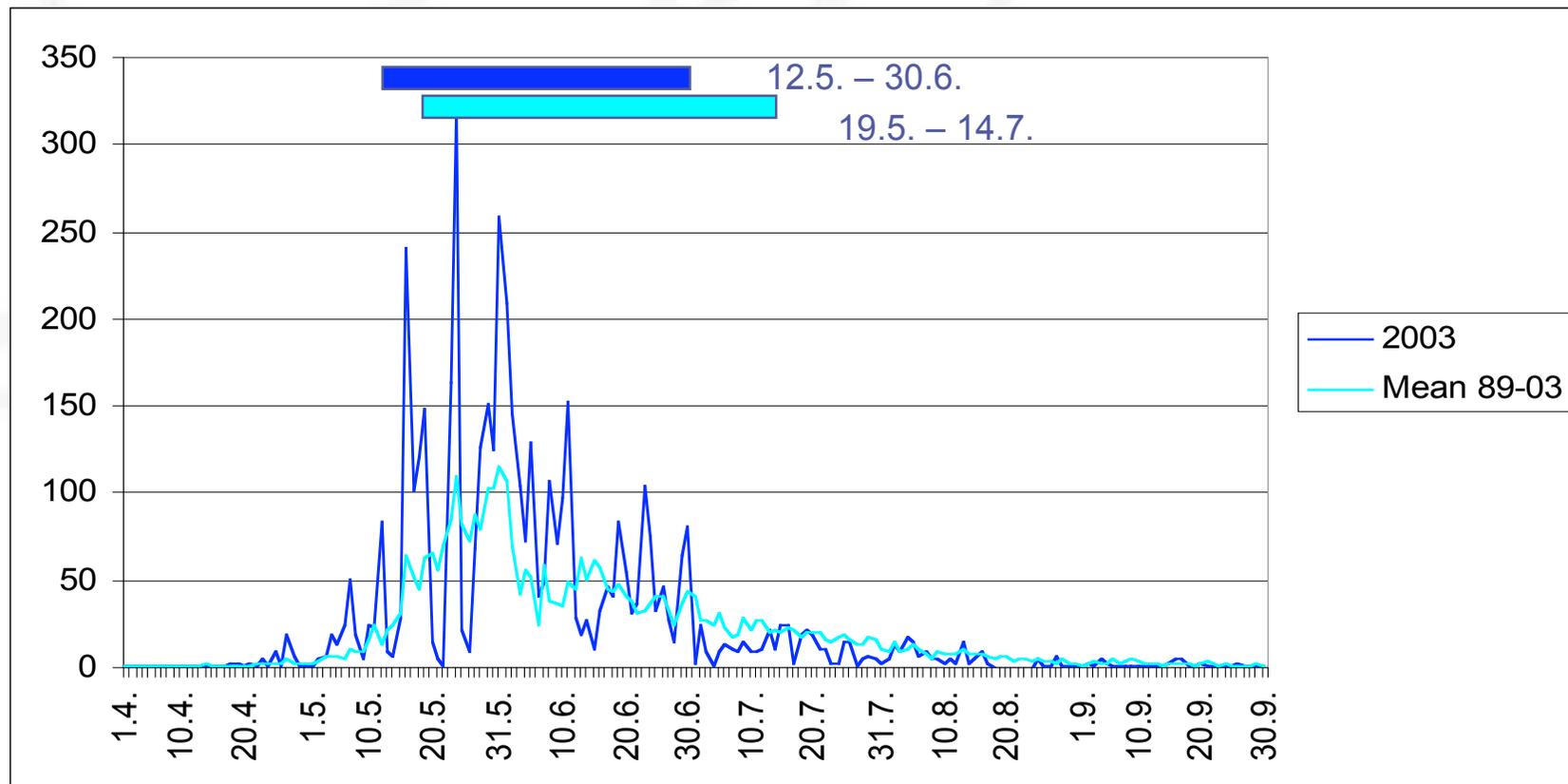


	Mittel	2003
v Cartigny (400 m/M)	5.10.	12.9.
v Vira (210 m/M)	3.10.	15.9.
v Leytron (480 m/M)	8.10.	17.9.
v Rafz (515 m/M)	15.10.	22.9.



# Die Gräserpollensaison 2003

- Gräserpollensaison in Zürich 2003: sehr kurz aber intensiv  
28 Tage mit starker Belastung (Mittel 24 Tage)



# Historische Beobachtungen aus einem Tagebuch

---



- u 1. Januar 1873: Blühende Schlüsselblumen in der Lenk
- u 2. Januar 1912: Im Aargau ein Fuder Gras gemäht
- u 12. März 1912: Auf dem Markt in St. Gallen die ersten Erdbeeren per Stück  
Fr. -.50

## Bauernregeln (Malberg 2003)



- Im Jahr 1420 war der Winter und das Frühjahr so gelind, dass im März die Bäume schon blühten. Im April hatte man schon zeitige Kirschen, und der Weinstock blühte. Im Mai gab es schon ziemliche Trauben-Beerlein.

# Schlussfolgerung



Der Hitzsommer 2003 hat die Vegetationsentwicklung stark beeinflusst. Doch war der Einfluss nicht nachhaltig. 2004 hat sich die Vegetation wieder normal entwickelt. Mehrere solche Extremereignisse könnten aber die Biosphäre stark schädigen.

Der Sommer 2003 hat den Trend bei den phänologischen Zeitreihen bestätigt und verstärkt.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Sommerlinde / Tilleul a grandes feuilles

ProClim Forum ‚Hitzesommer 2003‘ Bern, 7. Juli 2005

# **Gesundheit: Freud und Leid in der Hitze**

**Charlotte Braun-Fahrländer Institut  
für Sozial- und Präventivmedizin  
Universität Basel**

# Gesundheitsrisiken als Folgen der Klimaveränderung

- 🍏 **Direkte Wirkungen von extremen Temperaturen und Wetterereignissen**
- 🍏 **Indirekte Wirkungen als Folge von Störungen der Ökosysteme wie**
  - **Verbreitung von Parasiten,**
  - **Wasser- und nahrungsmittelgetragene Infektionskrankheiten,**
  - **Nahrungsmittelproduktion**
- 🍏 **Indirekte Wirkungen auf Gesundheitswesen durch soziale, demographische und ökonomische Auswirkungen der Klimaveränderung**
- 🍏 **Grosse Unsicherheit in Prognosen über zukünftige Gesundheitseffekte**

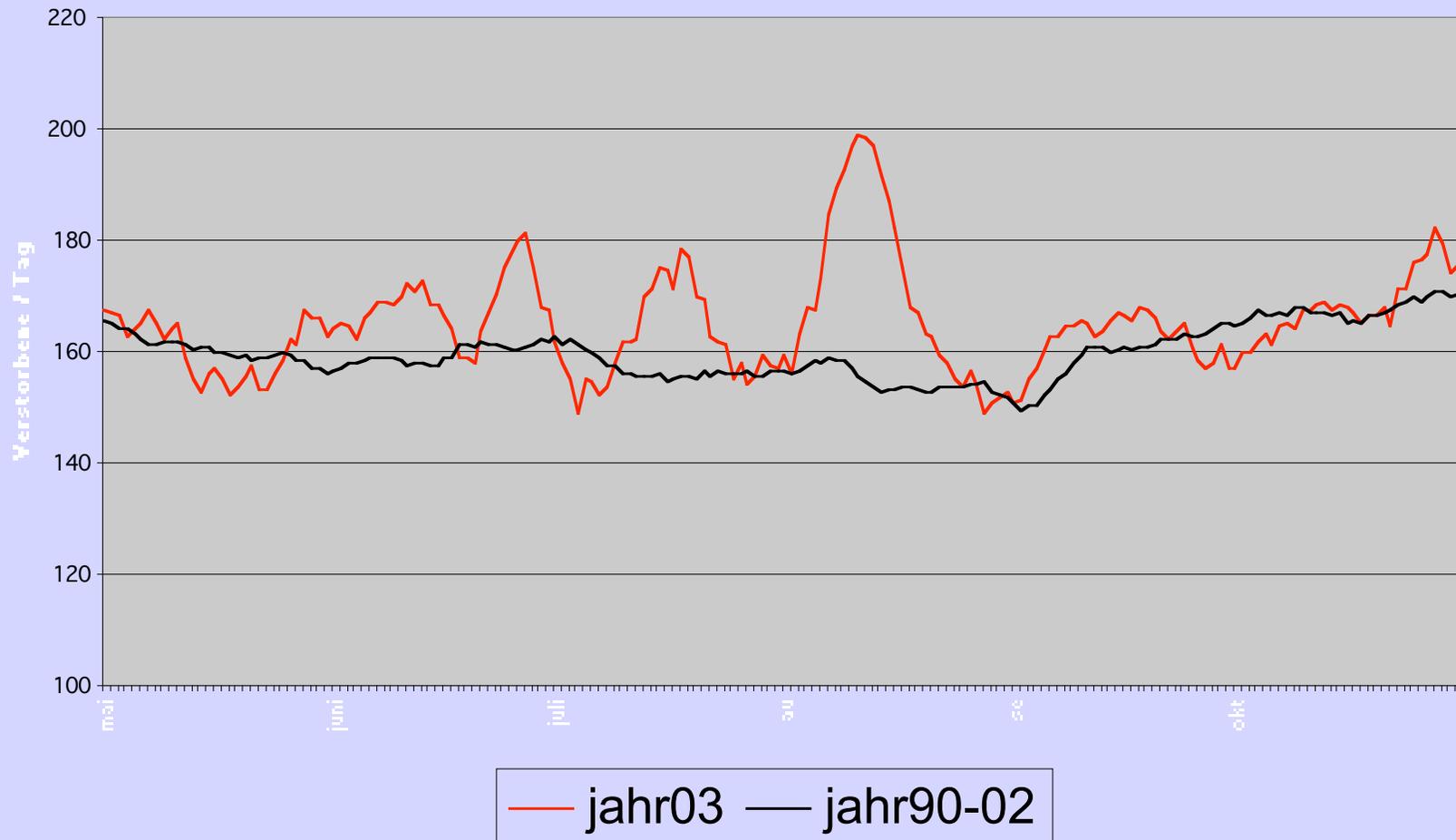
***Hitzesommer 2003 in der  
Schweiz***

# *Wärmeregulation des Menschen*

- **Thermoregulation = autonomes Regelsystem mit Kälte- und Wärmerezeptoren**
- **Hitze: verstärkte Durchblutung (Vasodilatation) grosser Oberflächen, rückfliessendes Blut ‚kühlt‘ Körperkern (bei Kälte gegenläufiger Prozess)**
- **Wärmeabgabe trocken über Abstrahlung, feucht über Verdunstung (Schweiss)**
- **Hitze: vermehrte Beanspruchung des Herzkreislaufsystems (Blutdruckanstieg, erhöhte Atem- und Herzfrequenz)**

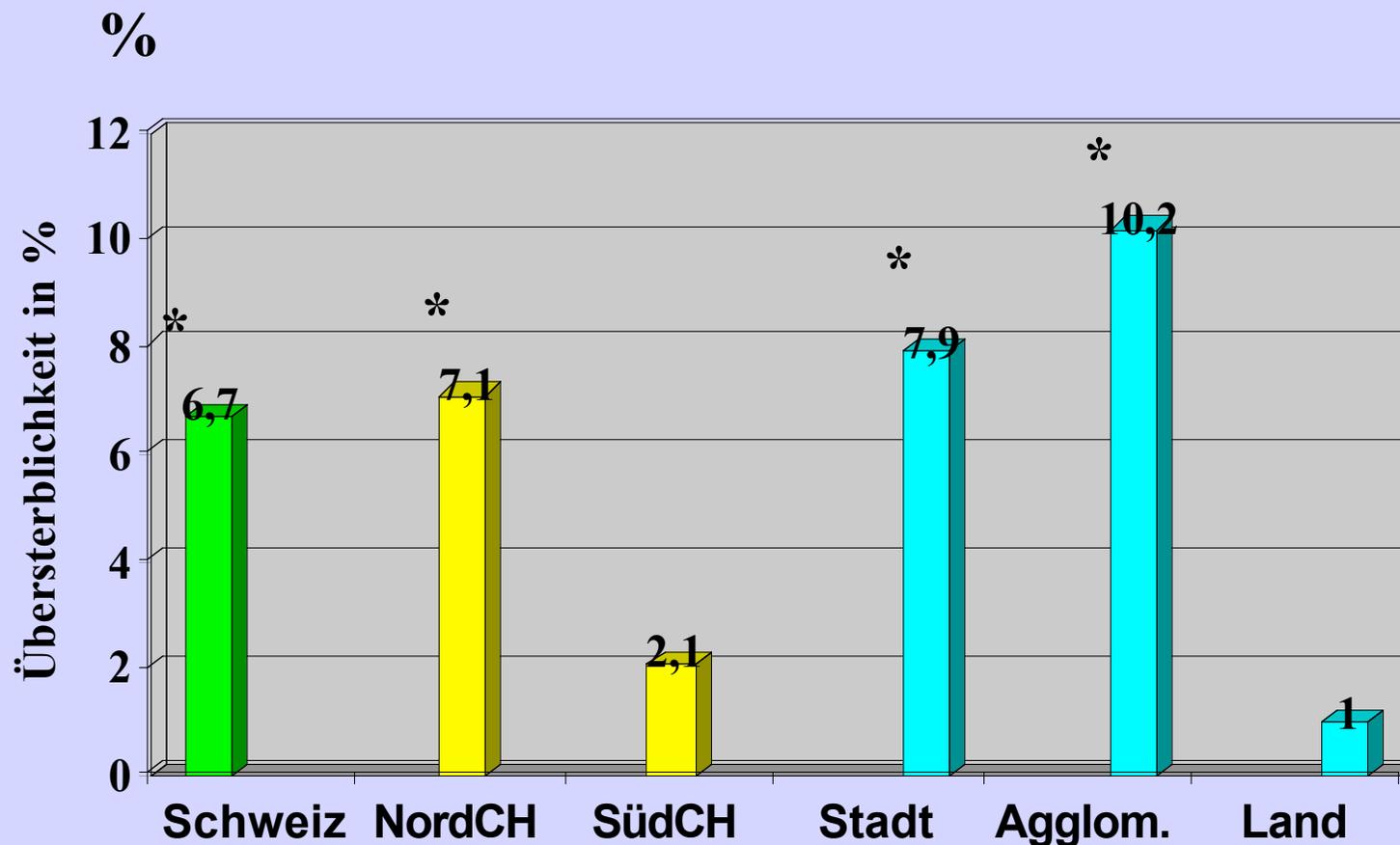
# Hitzesommer 2003 in der Schweiz

## Sterblichkeit 1990-2002 versus 2003



# Unterschiede nach Regionen

Differenz: beobachtet – erwartet in %



Zusätzliche  
Todesfälle

975

960

15

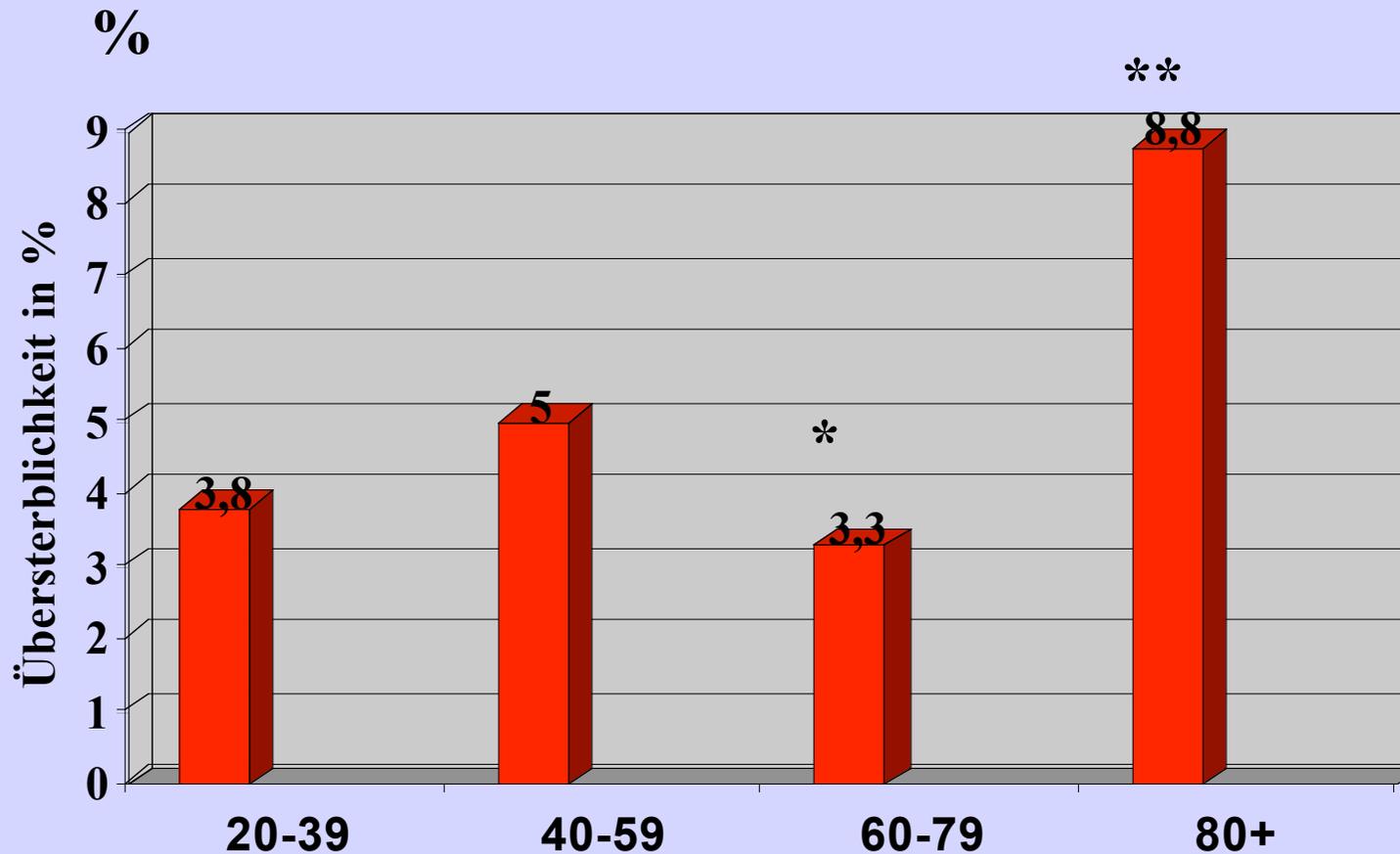
387

544

44

# Unterschiede nach Alter

Differenz: beobachtet – erwartet in %



Zusätzliche  
Todesfälle

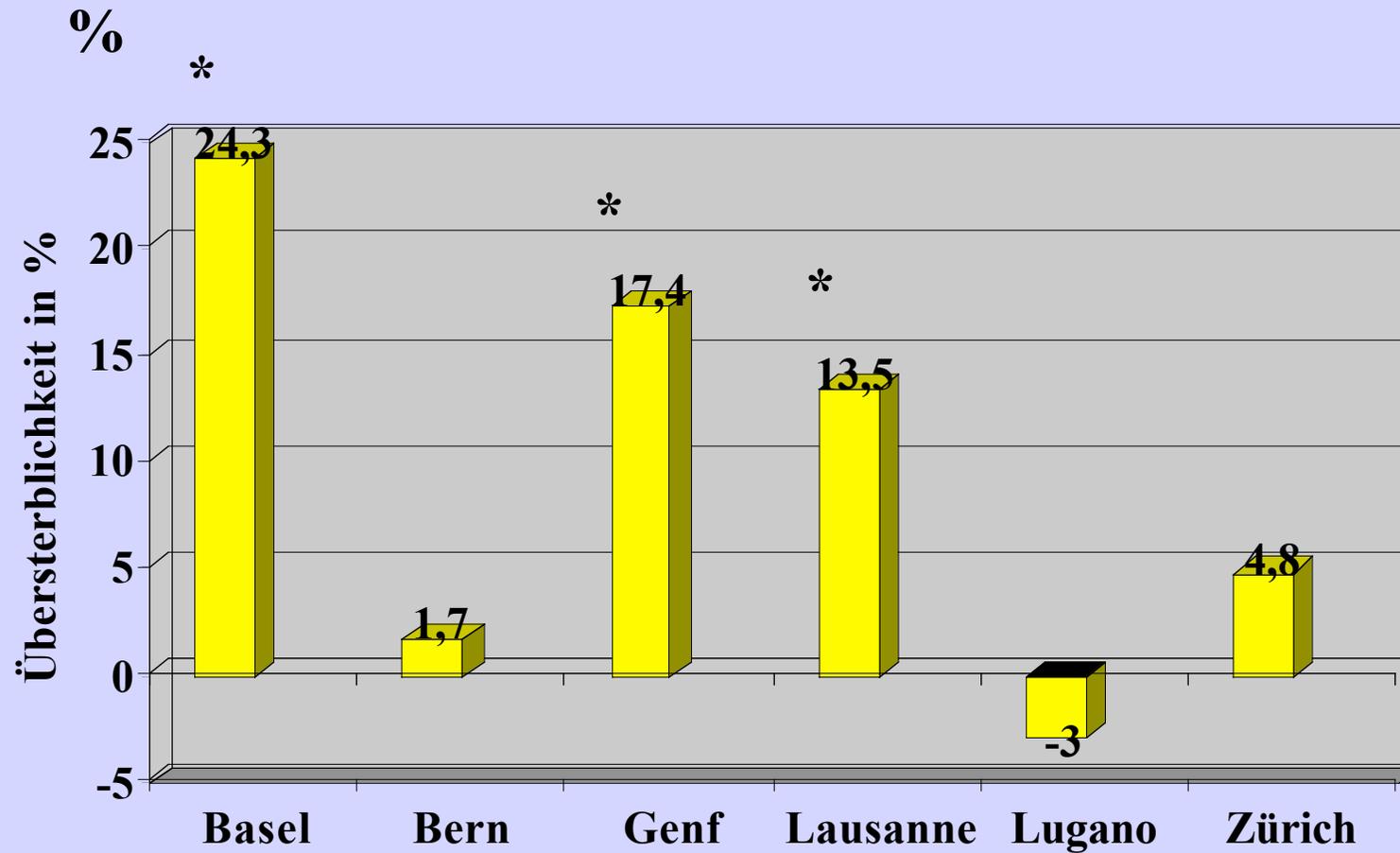
13

70

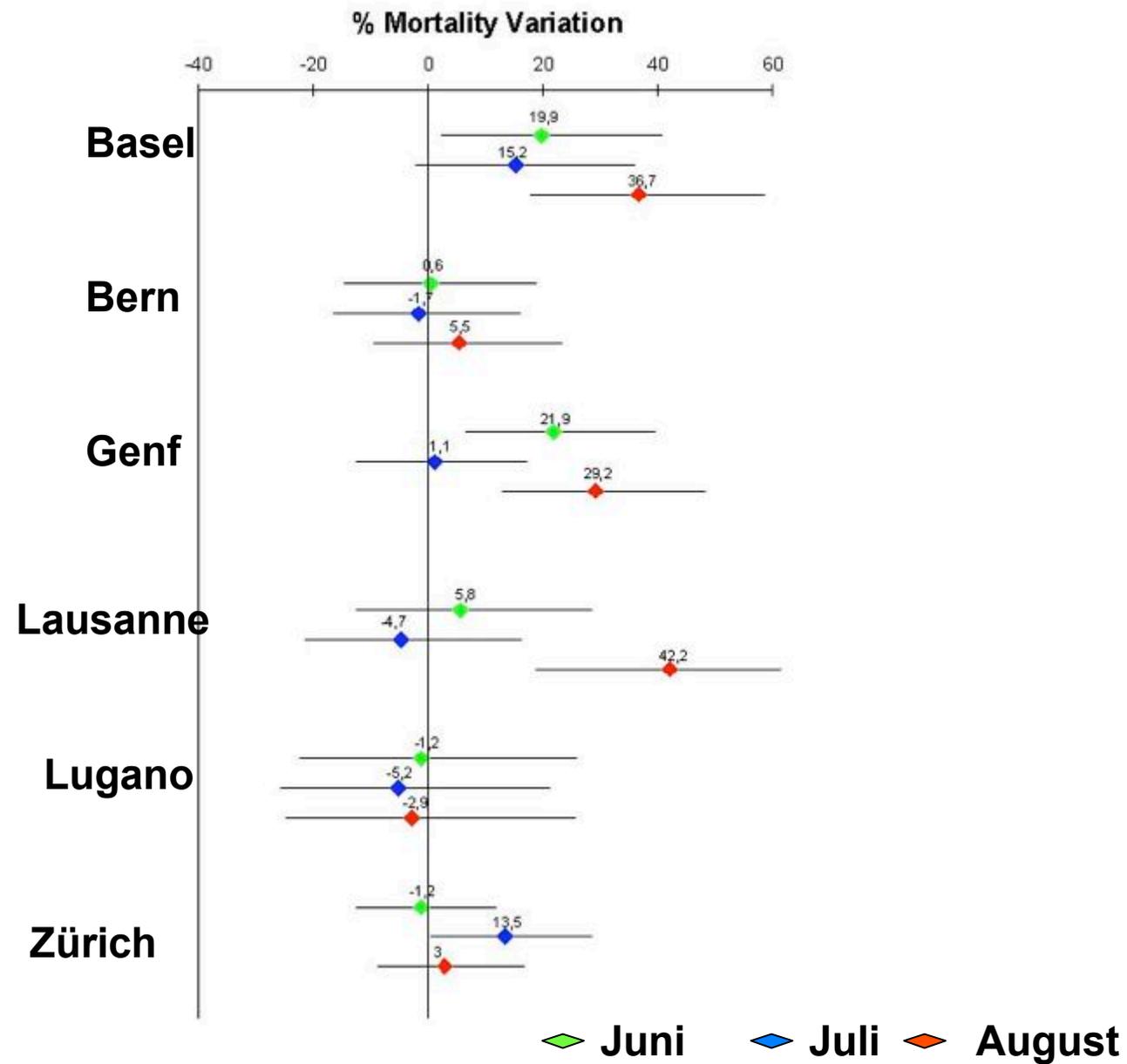
161

659

# Übersterblichkeit Juni-August 2003 in grösseren Städten



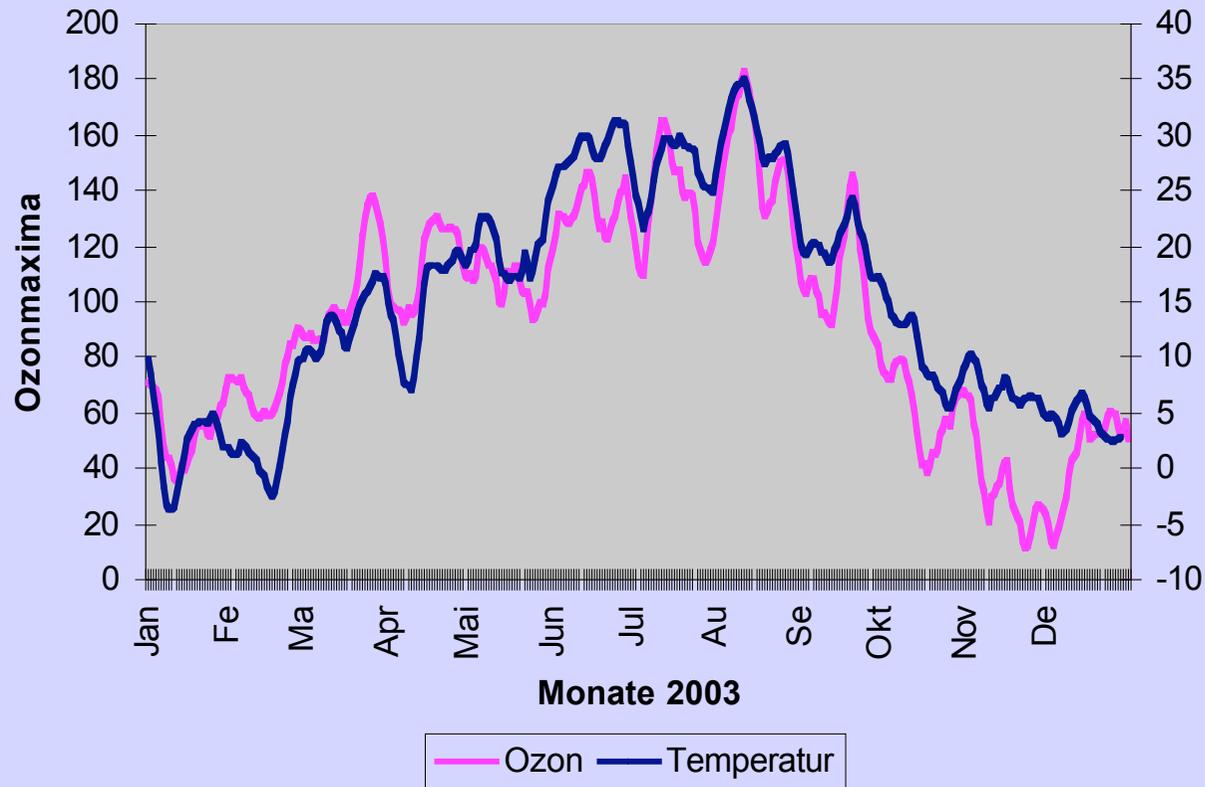
# Übersterblichkeit in den Städten in einzelnen Monaten



# Meteorologische Verhältnisse in Innerstädten

	Basel	Bern	Genf	Lausanne	Lugano	Zürich
Max. Temperatur nachts °C	22.9	22.9	25.0	24.6	25.1	24.6
Max. Temperatur tag °C	37.3	36.0	38.4	35.8	35.3	37.3
Anzahl Tage >30°C Tag + >20°C Nacht	13	1	22	1	1	1

# Temperatur- und Ozonverlauf 2003 am Beispiel Payerne



# **Zusammenfassend Hitzesommer 2003 Schweiz**

- **Erhöhte Sterblichkeit v.a. in Städten und Agglomerationen der Alpennordseite und bei betagten Personen**
- **Kombination von hohen Temperaturen am Tag und nachts v.a. in Basel und Genf**
- **Erhöhte Sterblichkeit nicht alleine durch vorzeitigen Tod von ohnehin Schwerkranken erklärt („Sensemann-Effekt“)**
- **Gleichzeitig erhöhte Ozonbelastung für 20-30% der Übersterblichkeit verantwortlich**
- **Hitzewarnsysteme und präventive Massnahmen der Kantone notwendig**

# *Opfer von Hitzwellen*

- **Ältere Menschen und Personen mit vorbestehenden Krankheiten**
  - Körperliche Anpassung an Hitze reduziert
  - Reduziertes Durstgefühl (Flüssigkeitsmangel)
  - Medikamente die Flüssigkeitsverlust verstärken
  - Altersbedingte Beeinträchtigung, individuelles Verhalten anzupassen
- **Kleinkinder**
- **Personengruppen, die Verhalten der Hitze nicht anpassen oder der Hitze ausweichen können**
  - Alleinstehende, sozial isolierte und bettlägerige Menschen
  - Personen mit niedrigem Einkommen
  - Psychisch Kranke

# ***Verhaltensempfehlungen bei Hitze (WHO)***

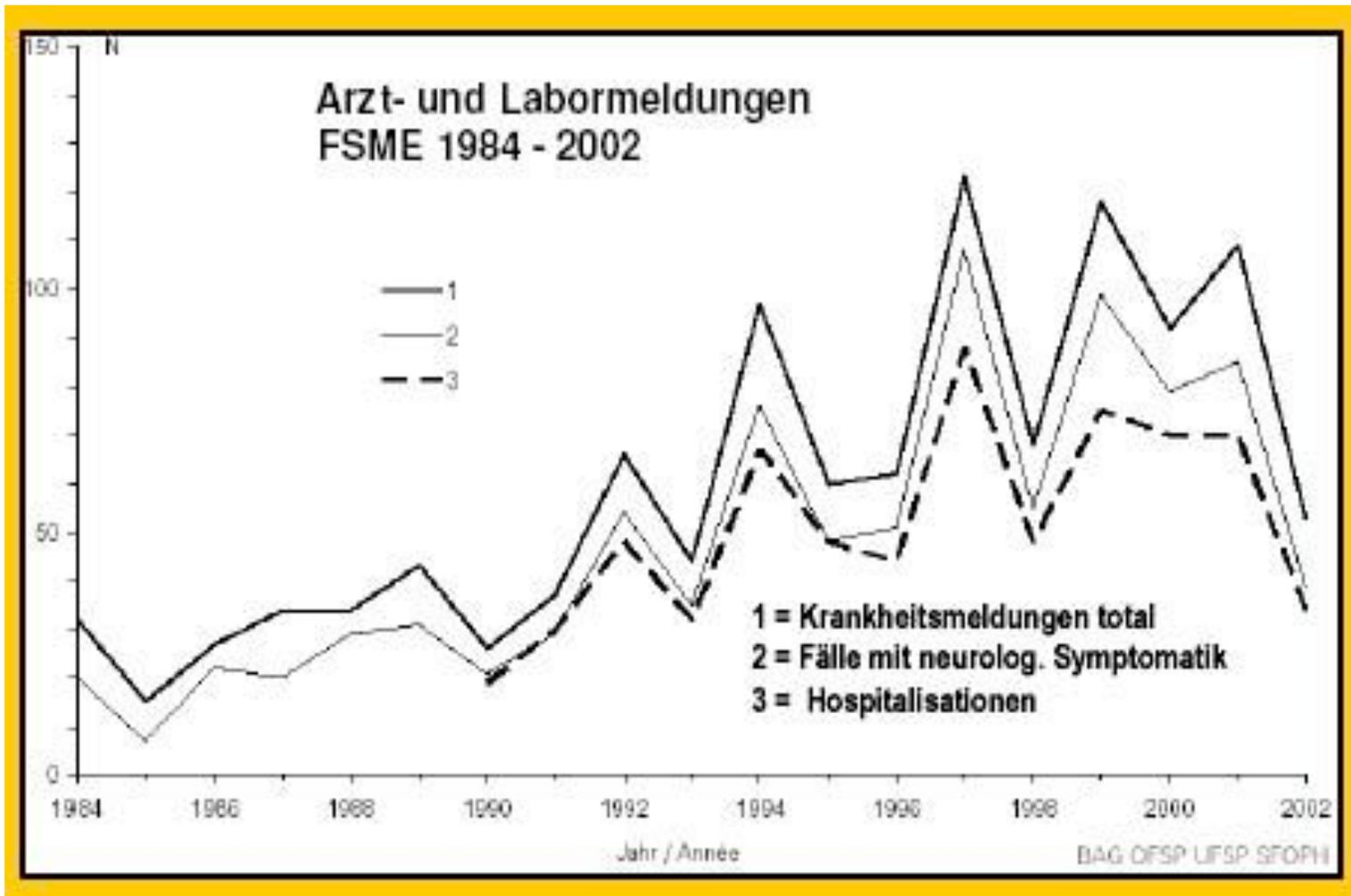
- **Ausreichend Flüssigkeit**
- **Innenräume am Morgen gut lüften, dann Sonneneinstrahlung vermeiden (Fensterläden)**
- **Schattenplätze, gekühlte Räume aufsuchen**
- **Kleidung anpassen (leicht, hell, bequem)**
- **Wenig alkoholische, koffeinhaltige, stark gesüsst oder sehr kalte Getränke**
- **Klimatisierung der Räume mit Ventilatoren oder Klimaanlage**
- **> 35°C wirken Ventilatoren kaum mehr, dann kalte Dusche oder Bad**
- **Niemanden in geschlossenem Fahrzeug lassen**
- **Mit älteren oder einsamen Personen vermehrt Kontakt aufnehmen**

# ***Indirekte Klimawirkungen***

# **Zecken und Zeckenübertragene Krankheiten in der Schweiz**

- Zecken können nebst Virus auch Bakterium (*Borrelia burgdorferi*) auf Menschen übertragen
- CH: 5-30% der Zecken mit *Borrelia* infiziert
- Jährlich ca. 3000 Fälle von Borreliose  
95 Fälle von Zeckenencephalitis (Impfung)
- Endemiegebiete: TG, SG, LU, ZG, AG,  
Ansteckung bei Freizeitaktivitäten
- Wirkung von Klimaerwärmung:
  - Sukzessive Verschiebung der Zeckenausbreitung nach Norden und in die Höhe
  - tiefe Lagen der CH könnten bei 2-3°C Temperaturzunahme Zeckenfrei werden

# Zeckenübertragene Hirnhautentzündungen in der Schweiz



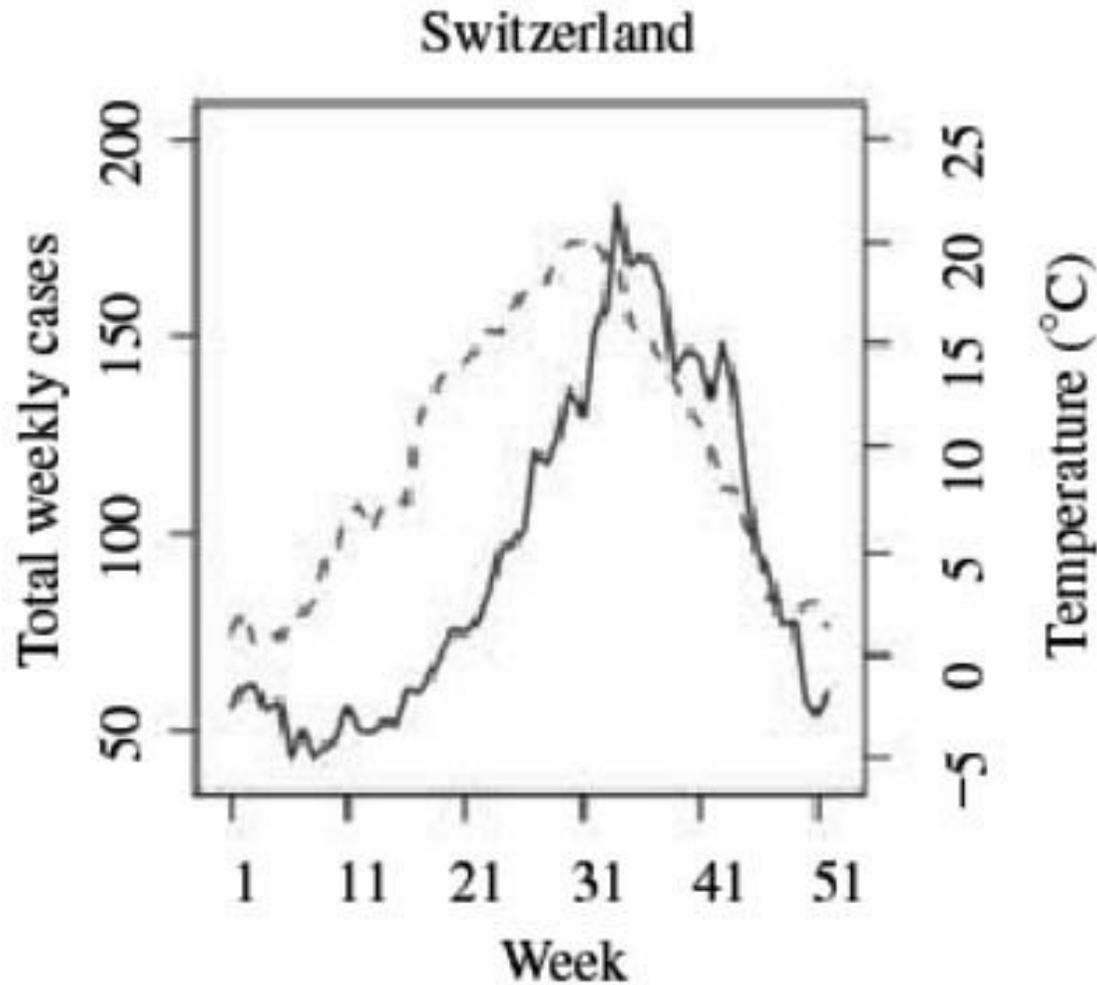
# **Klima und wasserbedingte Infektionen**

- In wohlhabenden Ländern Trinkwasserqualität gut, sporadische Ausbrüche von trinkwasserbedingten Infektionen
- Wasserknappheit zwingt in armen Ländern zu Konsum von kontaminiertem Trinkwasser
- Wasserknappheit: Klimaerwärmung wird für 20% der Zunahme verantwortlich gemacht (UNO-Schätzung)
- Überflutungen in armen Ländern mit Trinkwasserbedingten Infekten assoziiert
- Vermehrter Planktonbildung (Algen), direkt infektiös oder Reservoir z.B. für Cholera

# **Temperatur und nahrungsmittelbedingten Krankheiten**

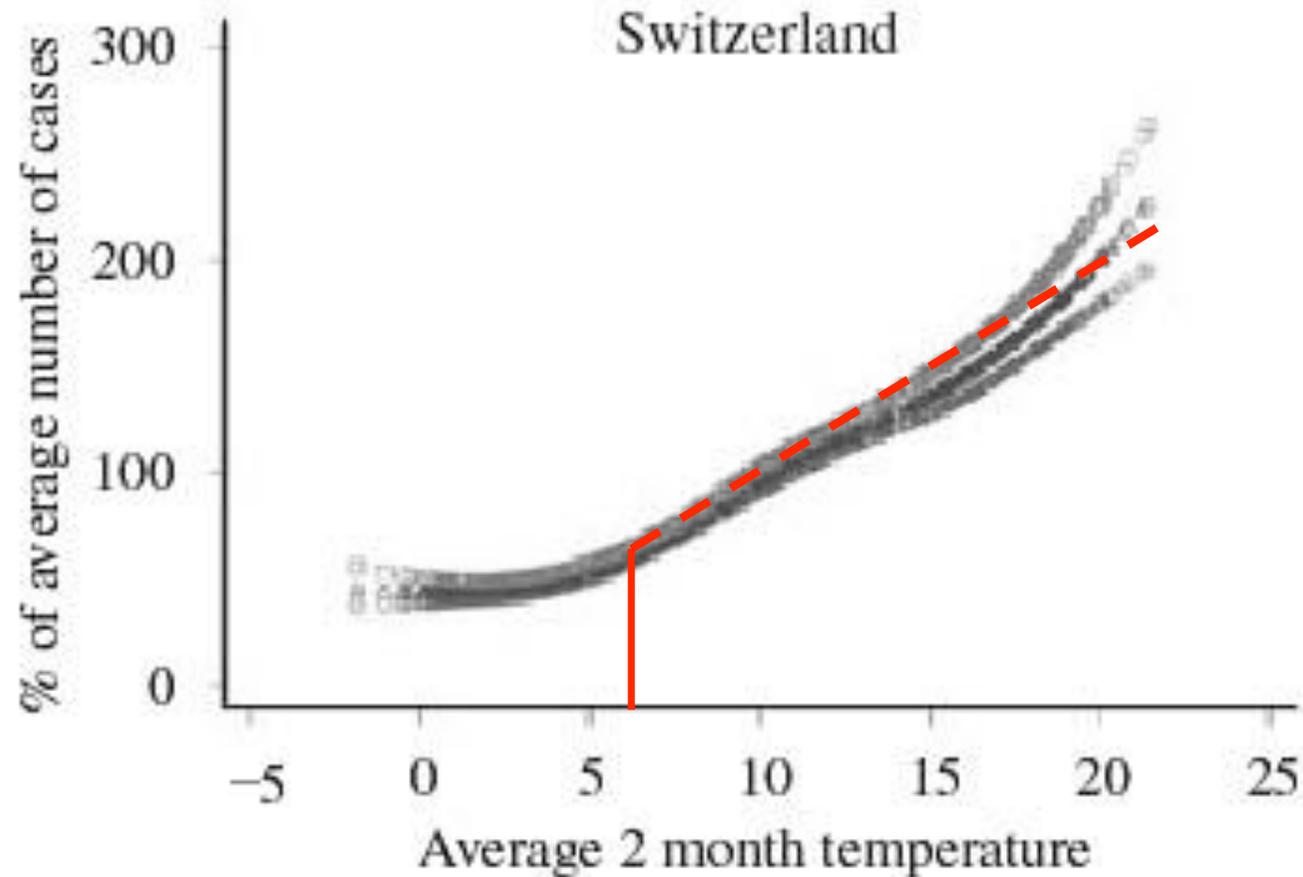
- **Hohe Temperaturen verbessern Vermehrungsbedingungen von Bakterien in Lebensmitteln (z.B. Salmonellen, Coli-Stämme)**
- **Studien belegen deutlichen Zusammenhang zwischen Temperatur und Auftreten nahrungsmittelbedingten Magendarminfektionen**
- **Deutlich mehr ‚Lebensmittelvergiftungen‘ in den Sommermonaten**
- **Vermehrte Beachtung der Lagerung von Nahrungsmitteln (Kühlkette) insbesondere Fleisch(produkte), Geflügel, Eier**

# Saisonales Muster der gemeldeten Salmonellenfälle (1990-2000)



Kovats et al. *Epidemiol. Infect.* 2004

# Beziehung Temperatur - Salmonellenfälle



Kovats et al. *Epidemiol. Infect.* 2004

