

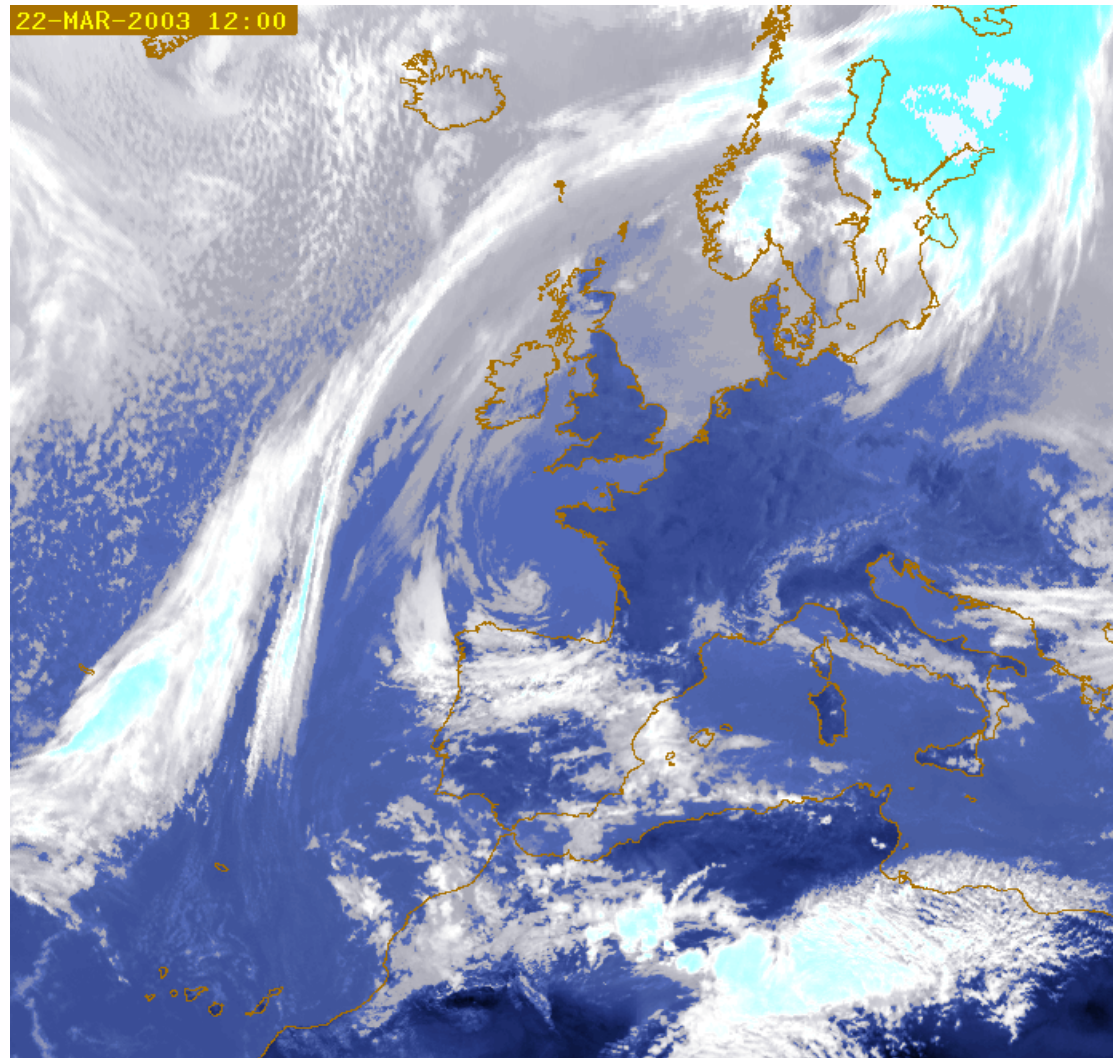
Dynamical Aspects of Blocking and related wave structures

Cornelia Schwierz, Olivia Martius and Mischa Croci-Maspoli
Institute for Atmospheric and Climate Science, ETH Zürich

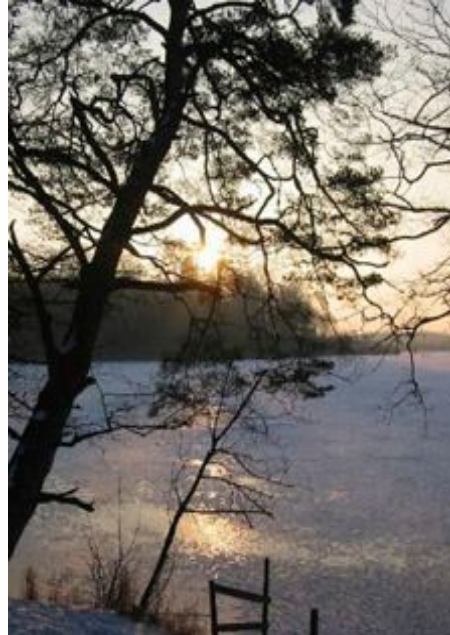
Überblick

- ❑ Auswirkungen von Blockierungen
- ❑ Hemisphärische Perspektive
- ❑ Blocking und Rossby-Wellen
- ❑ Vorhersagbarkeit und Klimaänderung

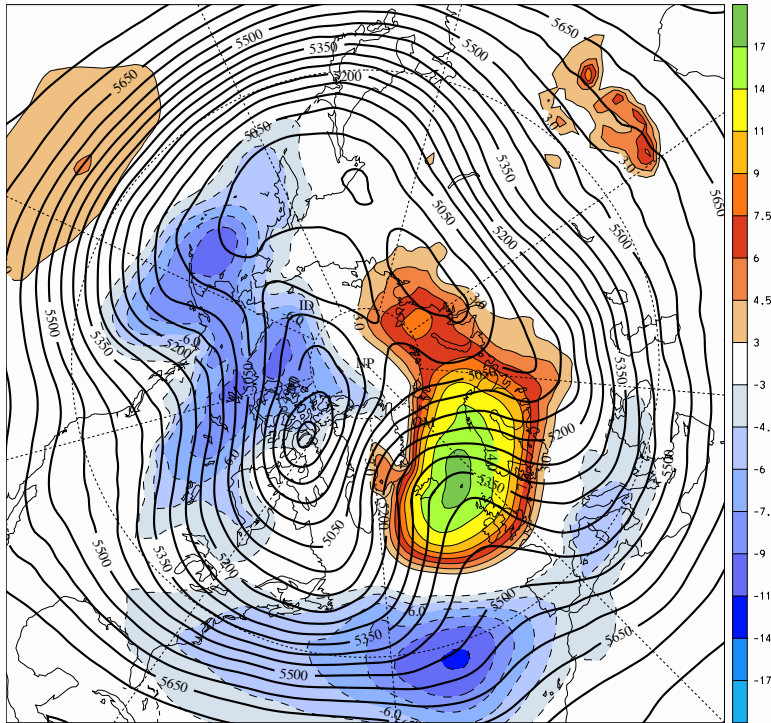
Blocking März 2003



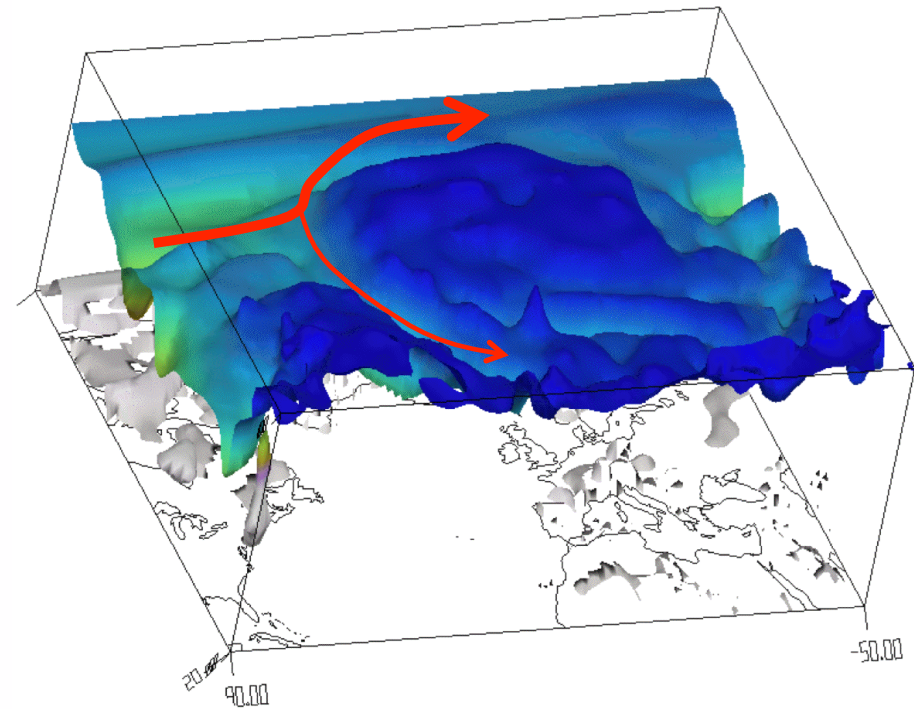
Winter Blocking



Blockierungen und Strömungsänderungen



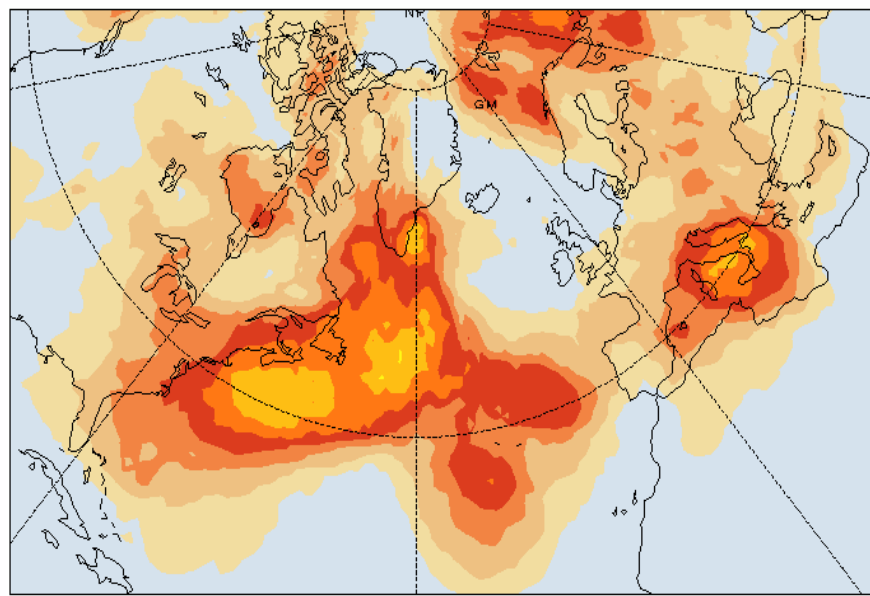
SLP anomaly dipole and Z500 ridge



Tropopause height anomaly

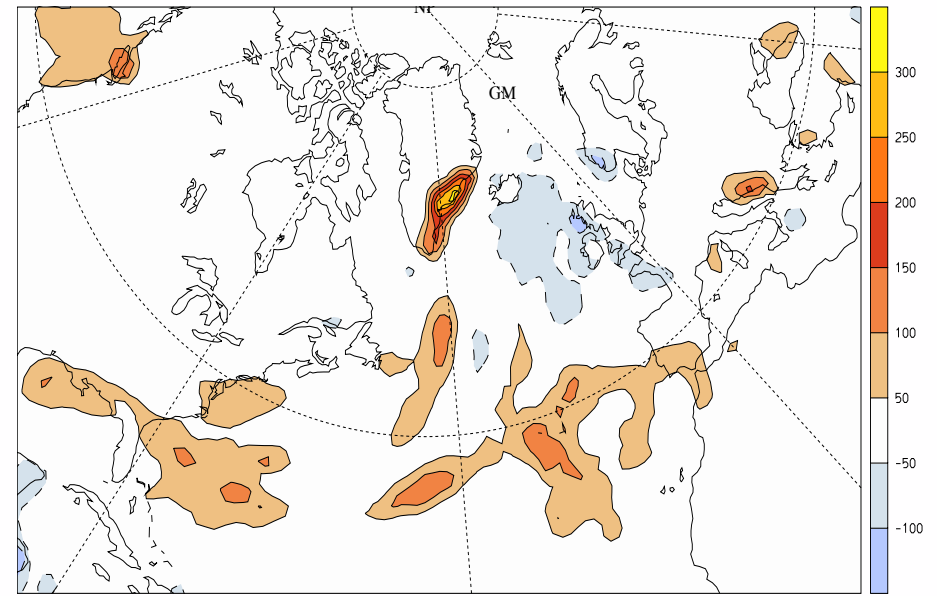
Tiefdruckgebiete und Niederschlagsanomalien

Zyklonenfrequenz

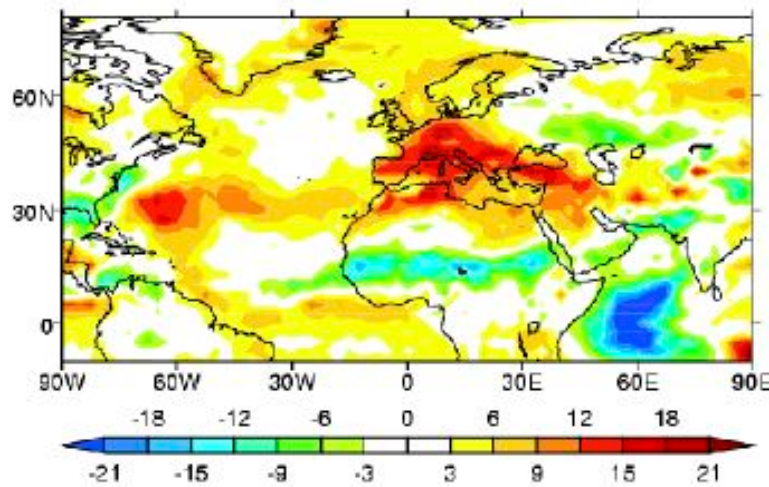


Januar 1987

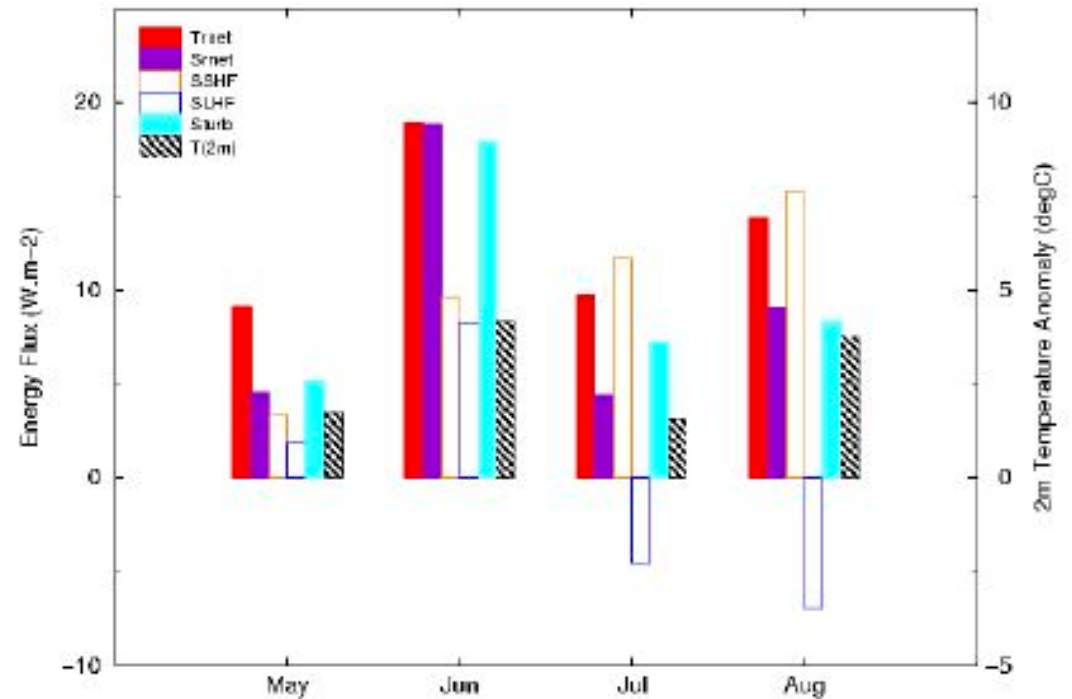
Niederschlagsanomalie



Strahlungsanomalien (OLR) und Energiebudget 2003



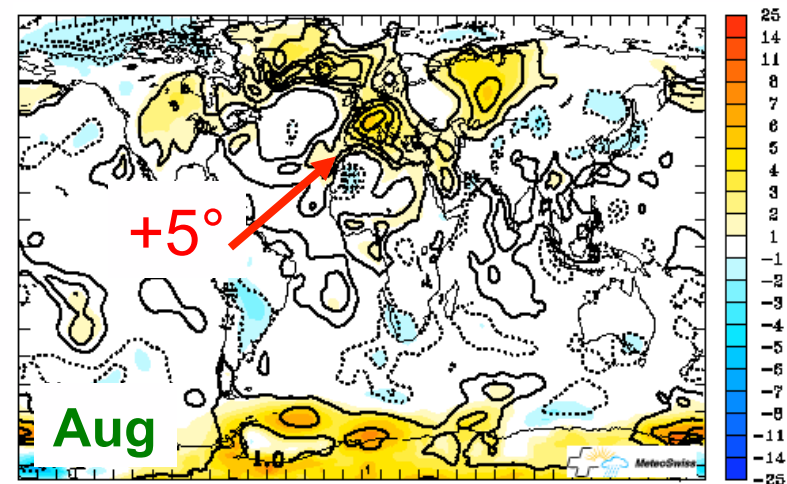
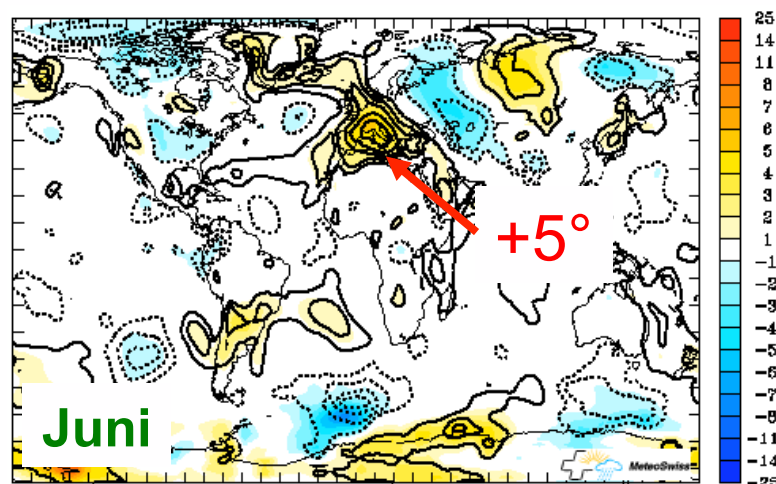
Black et al., 2004, Weather



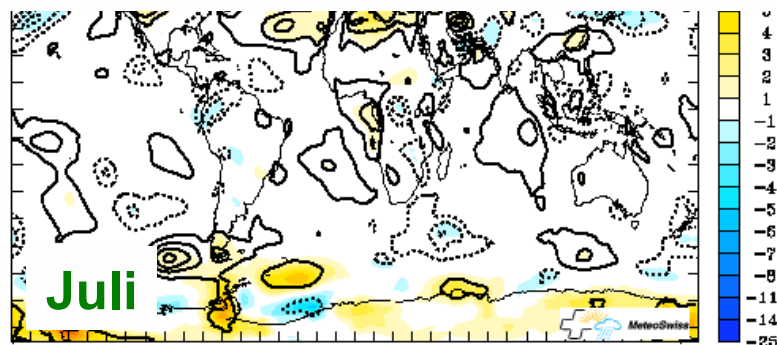
Überblick

- ❑ Auswirkungen von Blockierungen
- ❑ Hemisphärische Perspektive
- ❑ Blocking und Rossby-Wellen
- ❑ Vorhersagbarkeit und Klimaänderung

Globale Anomalien der 2m Temperatur

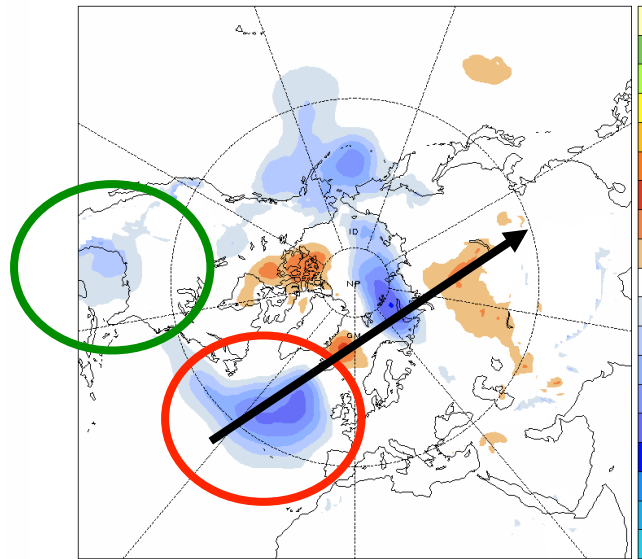


Stärkste Hitze-Anomalien im Juni und August
Juli zeigt variables Wetter, auch mit Regenphasen



Anomalien Bodendruck

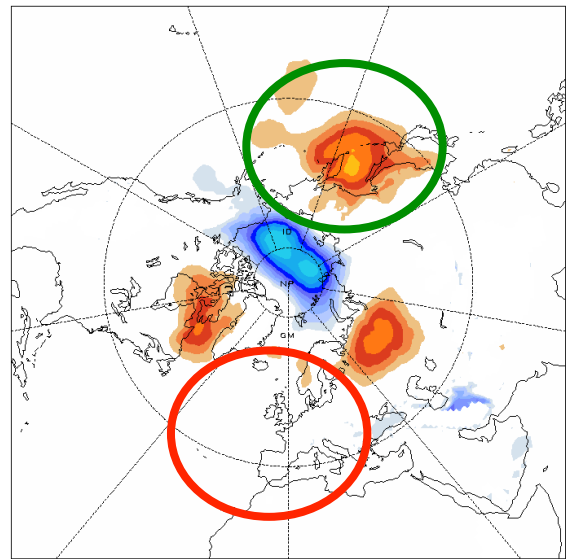
Juni



Tiefdruck über Atlantik
und Golf von Mexiko

Stationärer Wellenzug
nach Asien

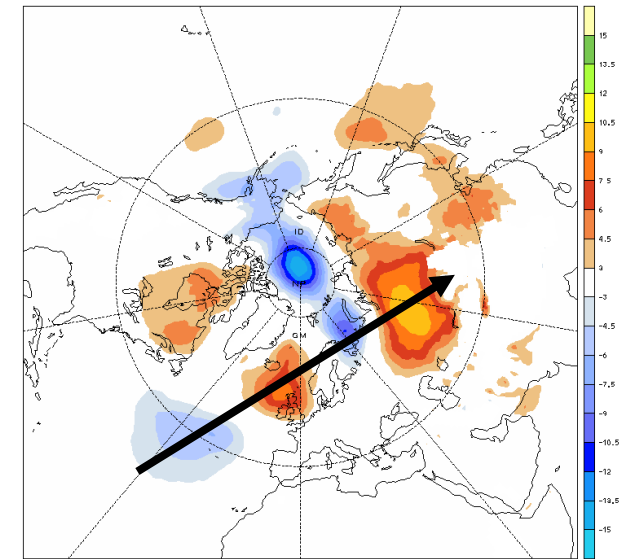
Juli



Keine Druckanomalie
über dem Atlantik/EU

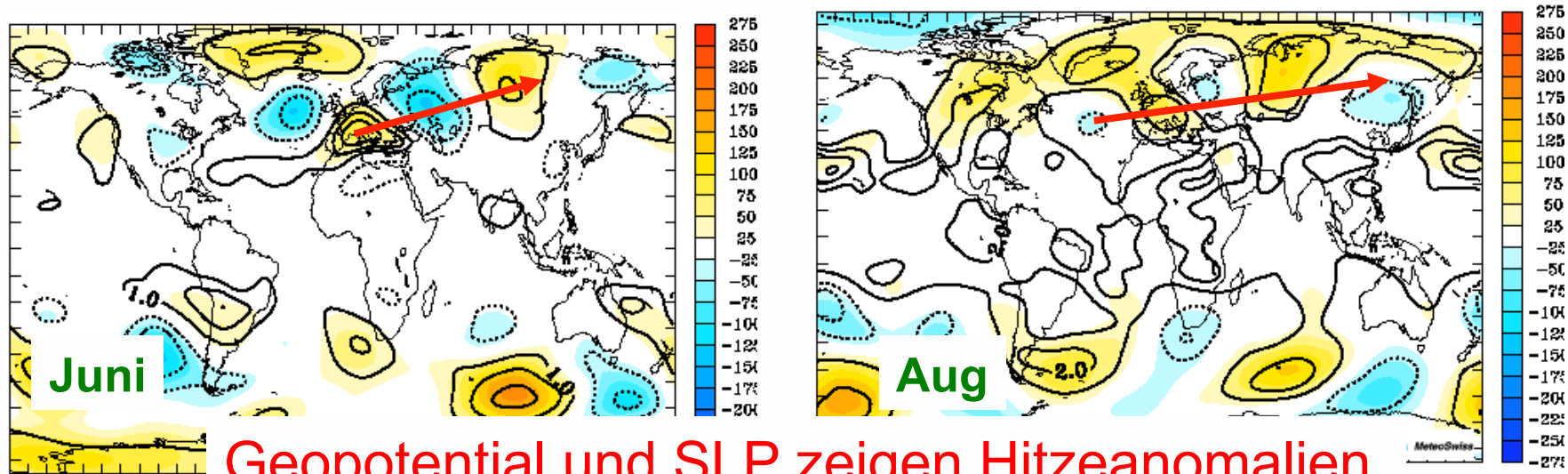
Hochdruck über N-Japan

Aug

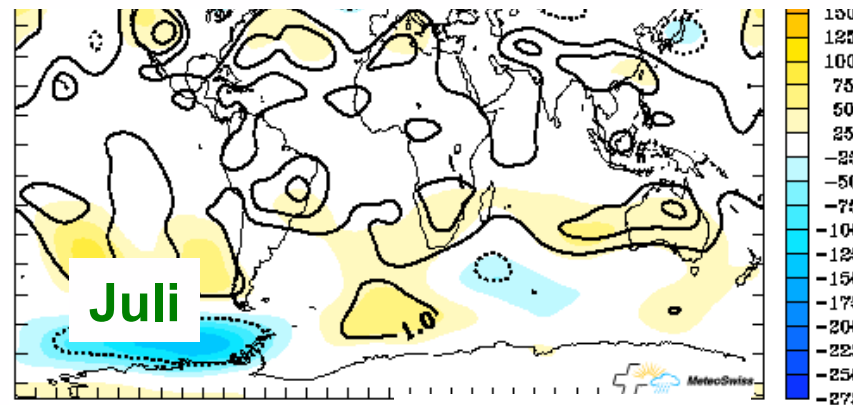


Stationärer Anomalie-
Wellenzug nach Asien

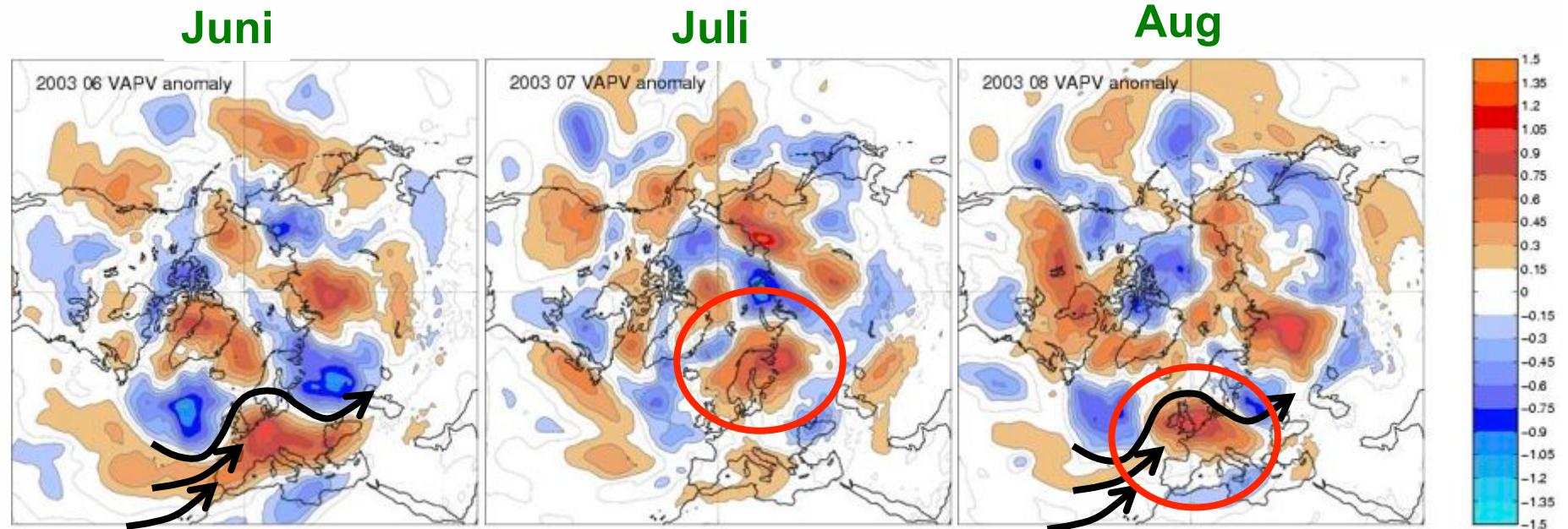
Globale Anomalien des Geopotentials (~5km)



Geopotential und SLP zeigen Hitzeanomalien und Blockierungen als Teil von **stationären** Wellenanomalien



Anomalien Tropopausenhöhe (ca 10-12km)



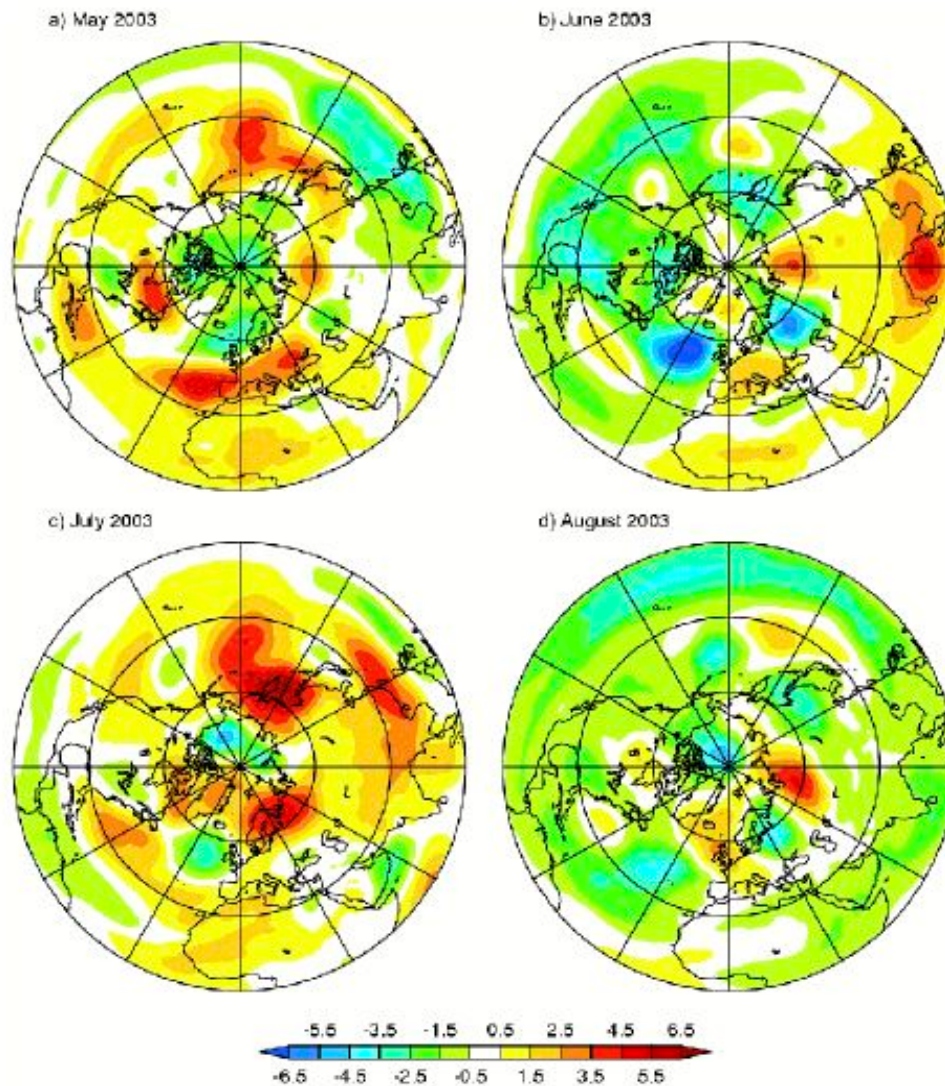
Blockierungen über N/E Skandinavien

Und über NWest-Europa

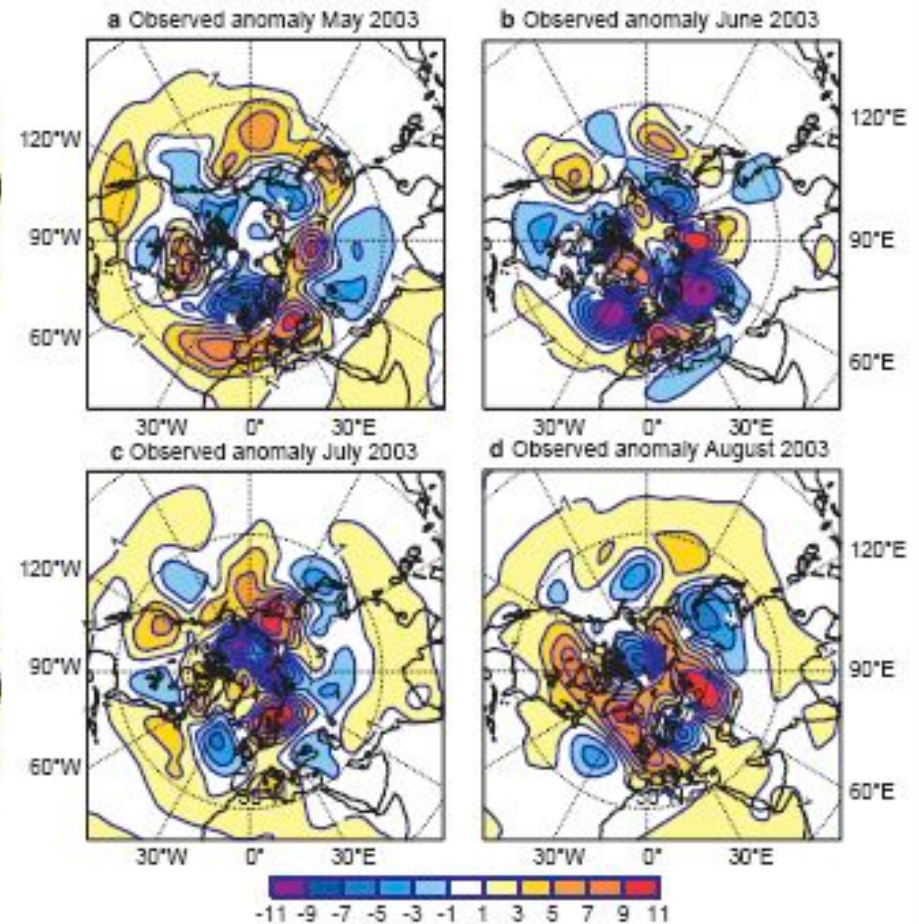
Höhenrücken über Europa,
Warmluftadvektion aus den
Subtropen

850hPa temp. stream-function anomaly

500 hPa gepotential anomaly



Black et al., 2004, Weather



Grazzini et al., 2004, ECMWF Newsletter

Überblick

- ❑ Auswirkungen von Blockierungen
- ❑ Hemisphärische Perspektive
- ❑ **Blocking und Rossby-Wellen**
- ❑ Vorhersagbarkeit und Klimaänderung

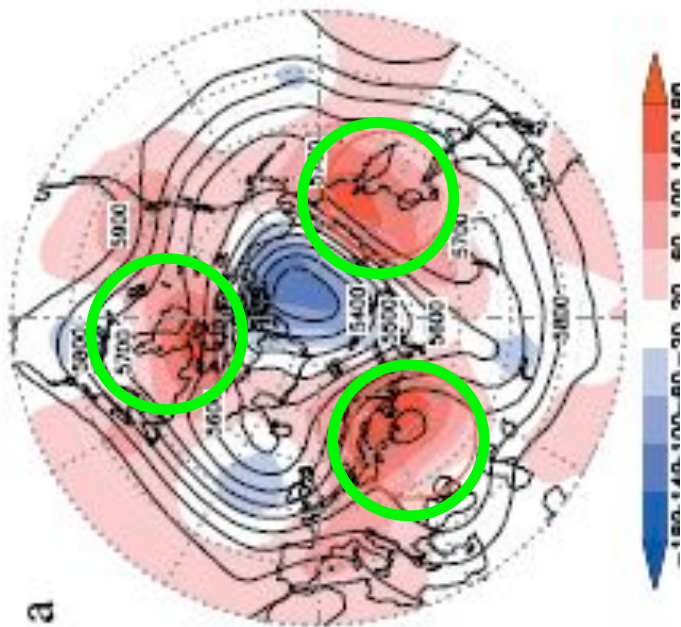
Mögliche Ursachen der Wellenstörungen und Blockierungen

Weiterhin ungeklärt. Diskutiert und untersucht werden z.B.:

- SST Anomalien (Ursache oder Wirkung?)
- tropischer Atlantik, Karibik (cf. Black et al., 2004)
- Indischer Monsoon (cf. Rodwell and Hoskins, 1996)
 ABER: zu spät eingesetzt im Sommer 2003 !
- Stratosphärische Beiträge
- Blocking als Auslöser ?
- Änderung der Transfereigenschaften für
 planetare und synoptische Wellen
- ...

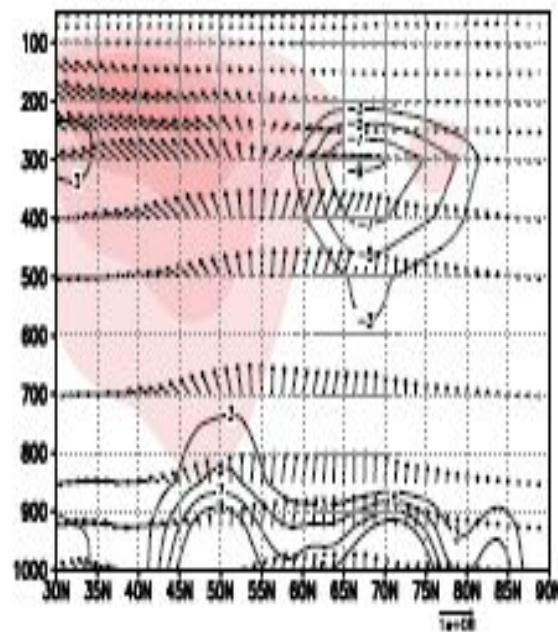
Double Jet forced by transient waves

Juli/Aug

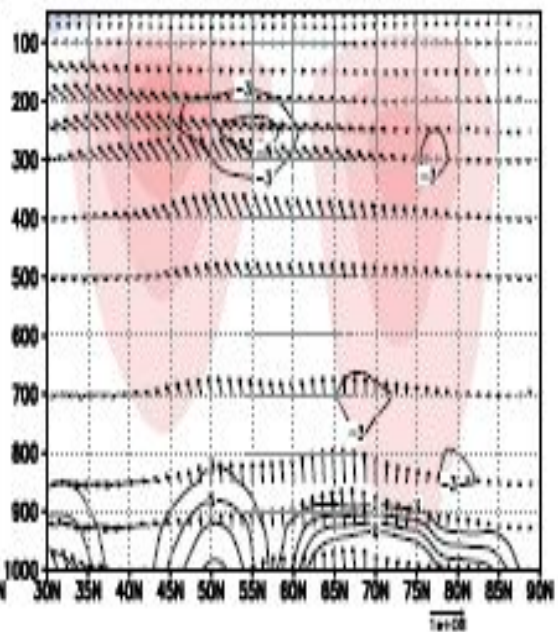


Ogi et al., 2004, GRL

Juni



Juli/Aug



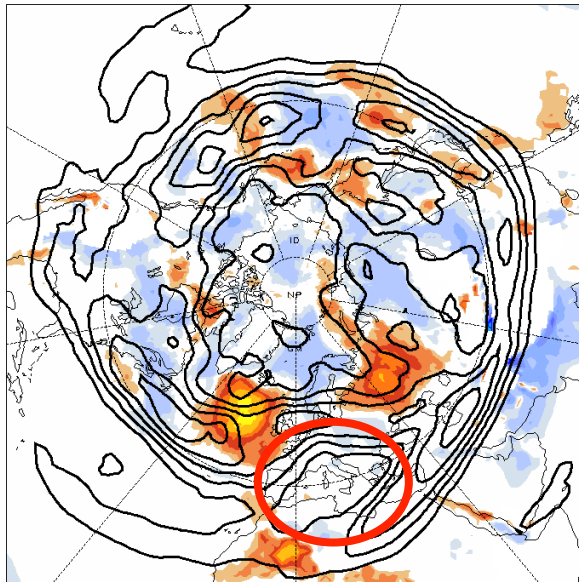
Länge →

Precursors: winter (Eurasian ice/snow)

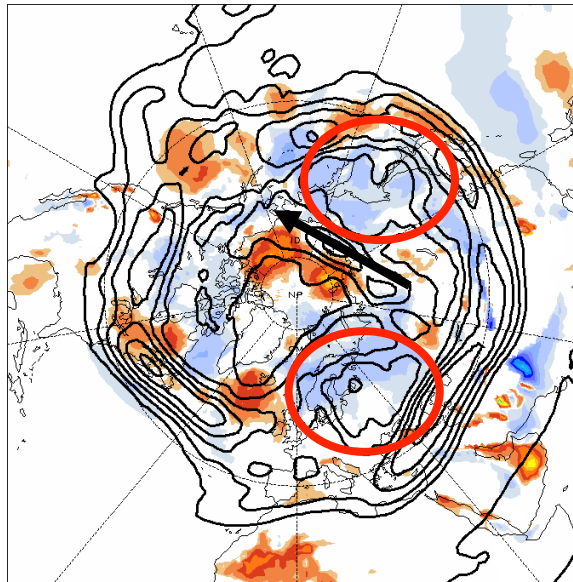
Qian and Sanders, 2003, JC

Cyclone anomalies and 250hPa Jets

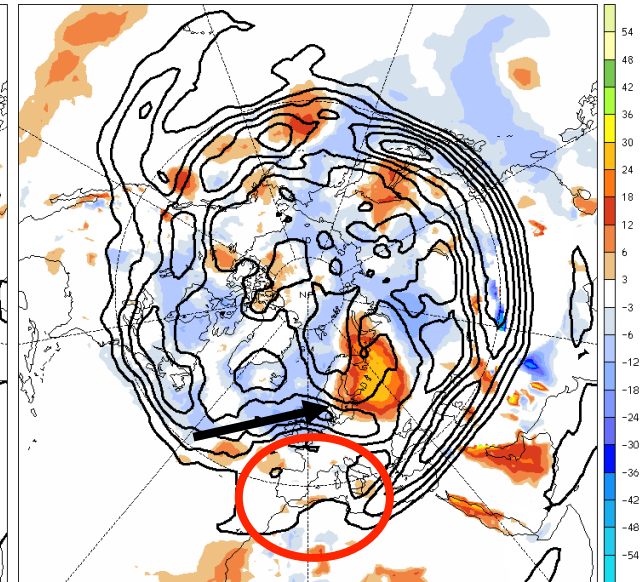
Juni



Juli



Aug



Blockierungen

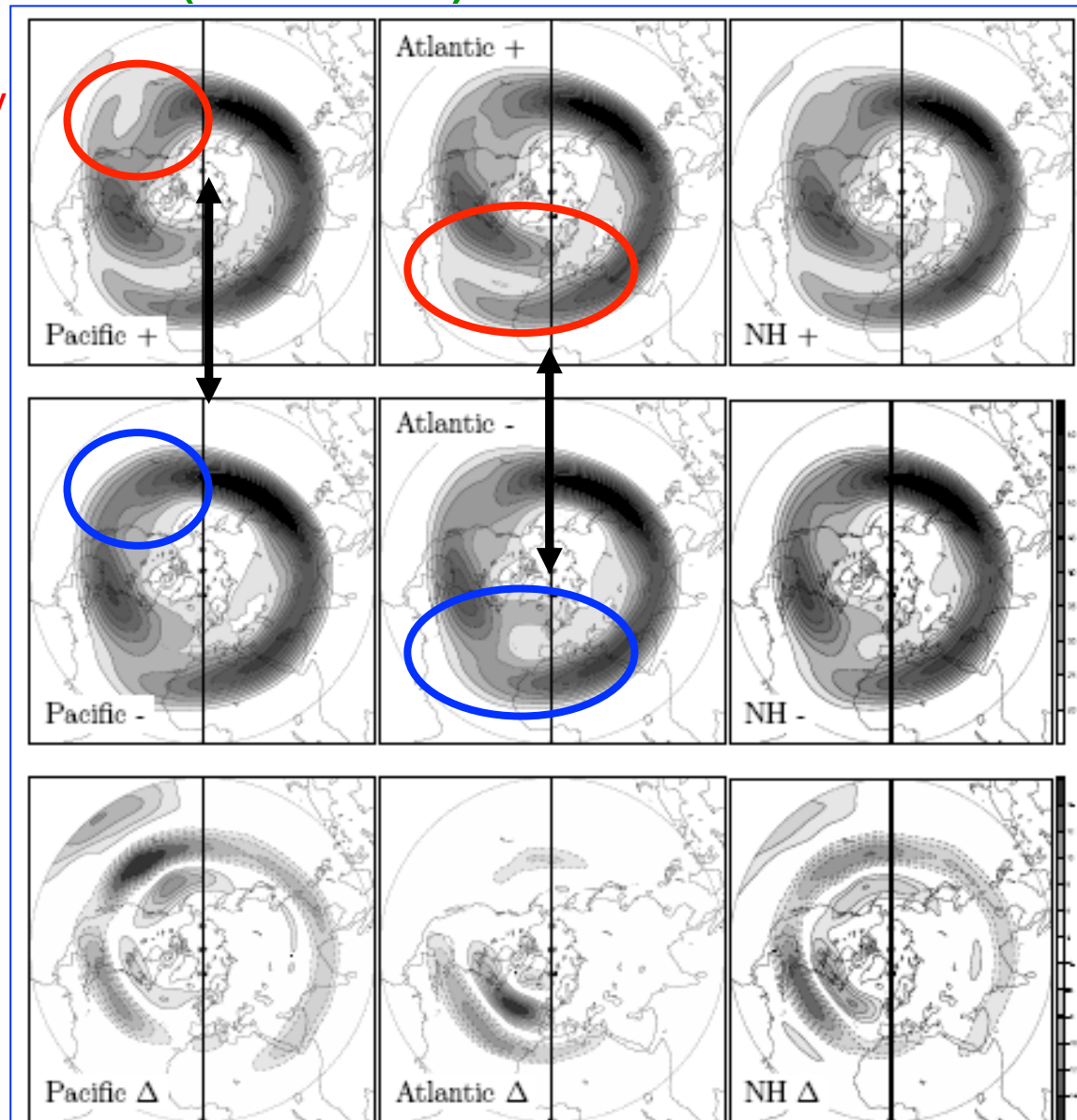
Transient wave breaking shapes double jets (ERA40)

High wave breaking activity
→ Enhanced double jets

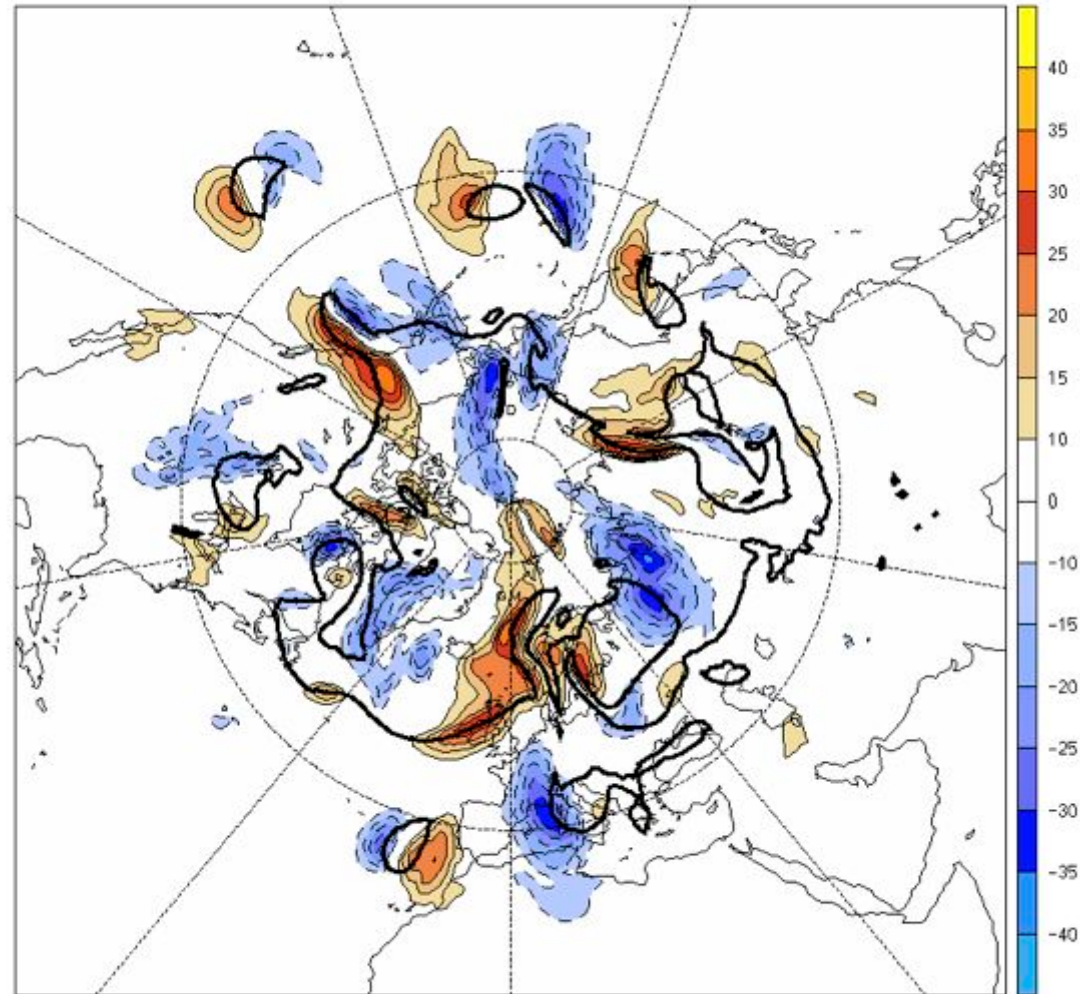
Low wave breaking activity
→ Reduction in double jets

Changes in jet speed

O. Martius, PhD thesis, 2005

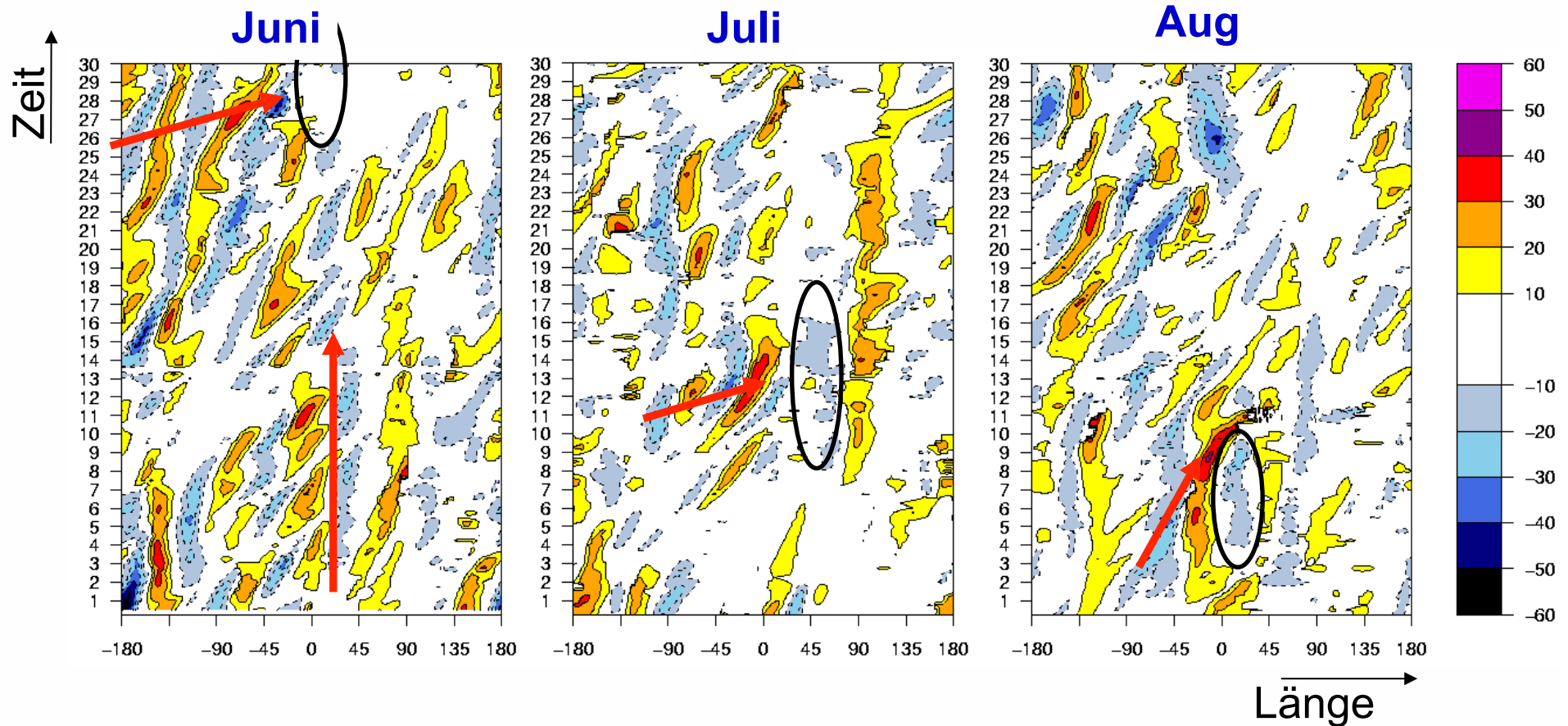


Wellenanalysen im August 2003



O. Martius, PhD thesis, 2005

Transient synoptic-scale waves and blocking

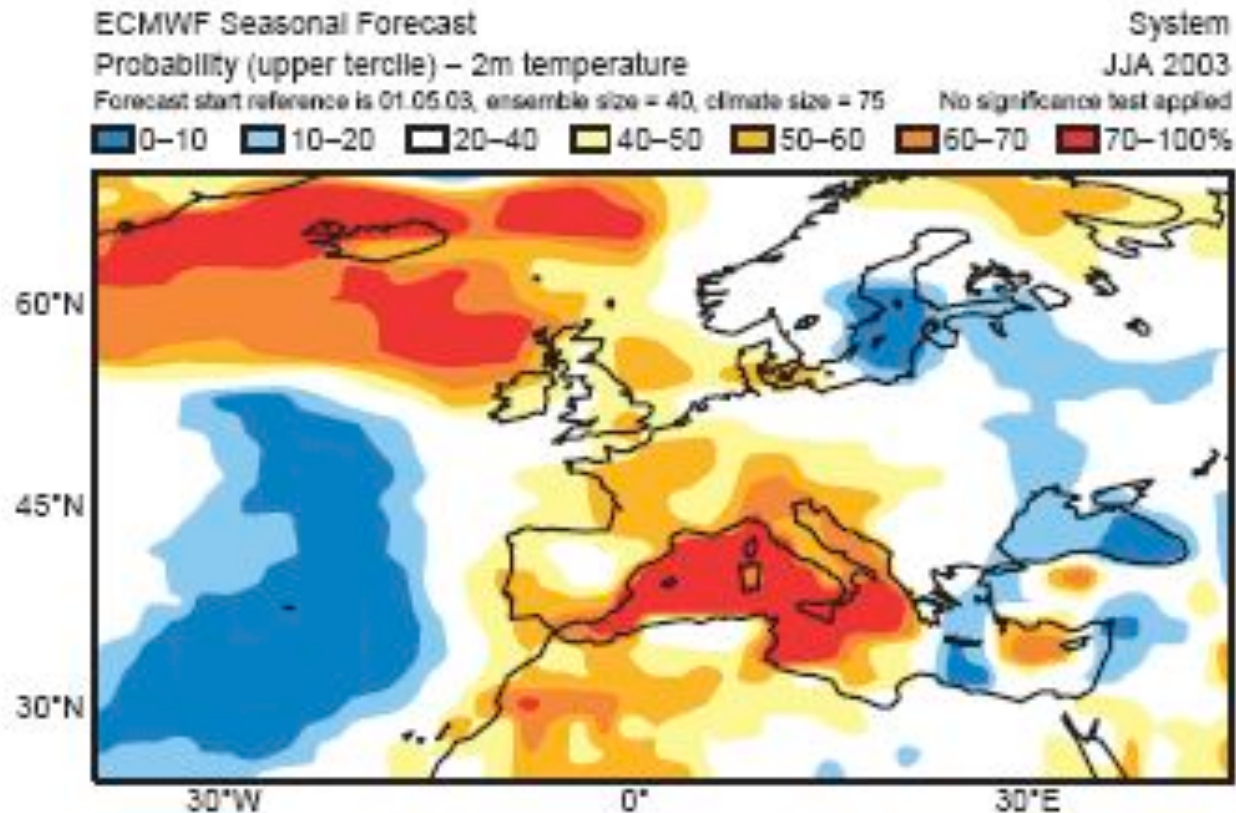


Wellenpropagation und –brechen, Skalenkontraktion
→ Vorhersage ??

Überblick

- ❑ Auswirkungen von Blockierungen
- ❑ Hemisphärische Perspektive
- ❑ Blocking und Rossby-Wellen
- ❑ Vorhersagbarkeit und Klimaänderung

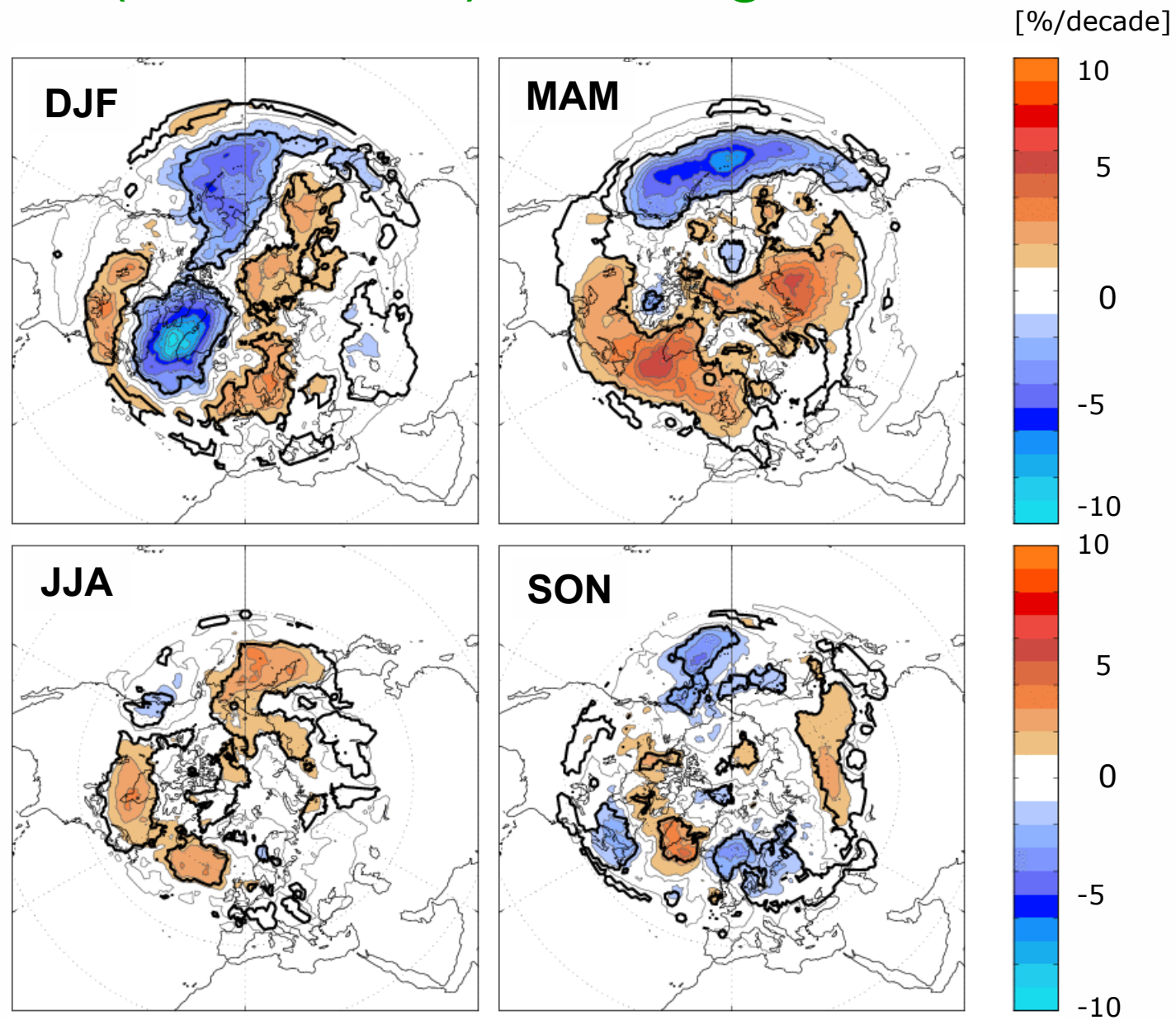
Vorhersagbarkeit und Klimaänderung



Saisonale Prognose vom Mai fuer JJA gut!
Kein Erfolg vom Juni fuer JAS.

ERA40 (1958-2002) blocking linear trend

M. Croci-Maspoli, PhD thesis, 2005

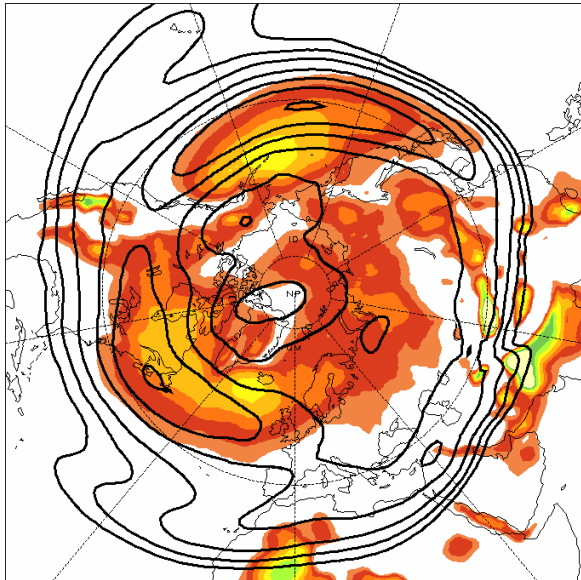


Fazit

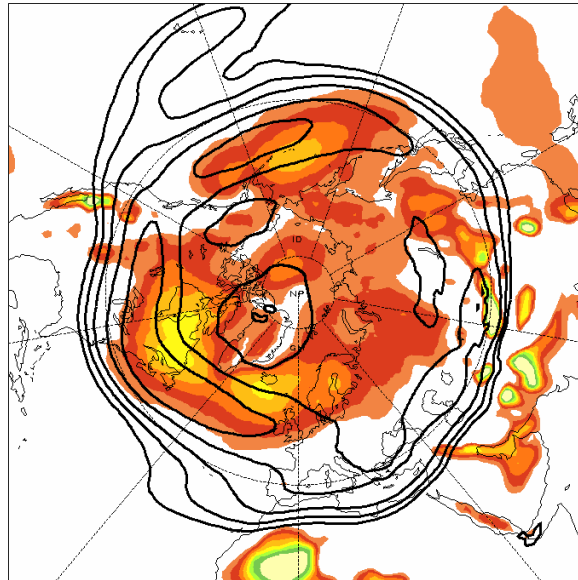
- ❑ gross-räumige dynamische Ursachen für den Sommer 2003 noch nicht abschliessend geklärt
- ❑ Wichtig: nicht-lineare WW von verschiedenen Prozessen der Dynamik u Thermodynamik
- ❑ komplexe Skalen-Interaktion (stationäre planetare vs transiente synoptische Wellen)
- ❑ Trend zu häufigeren Euro-Atlantischen Blockierungen beobachtet (1958-2002)

Cyclone climatology and 250hPa Jets

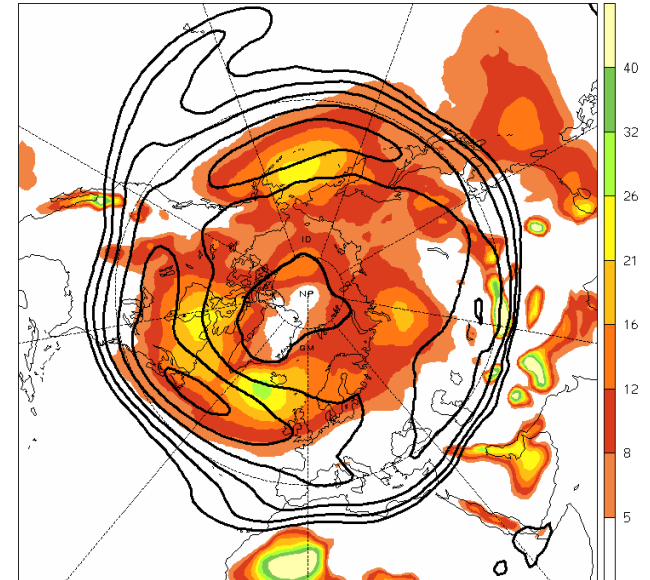
Juni



Juli



Aug

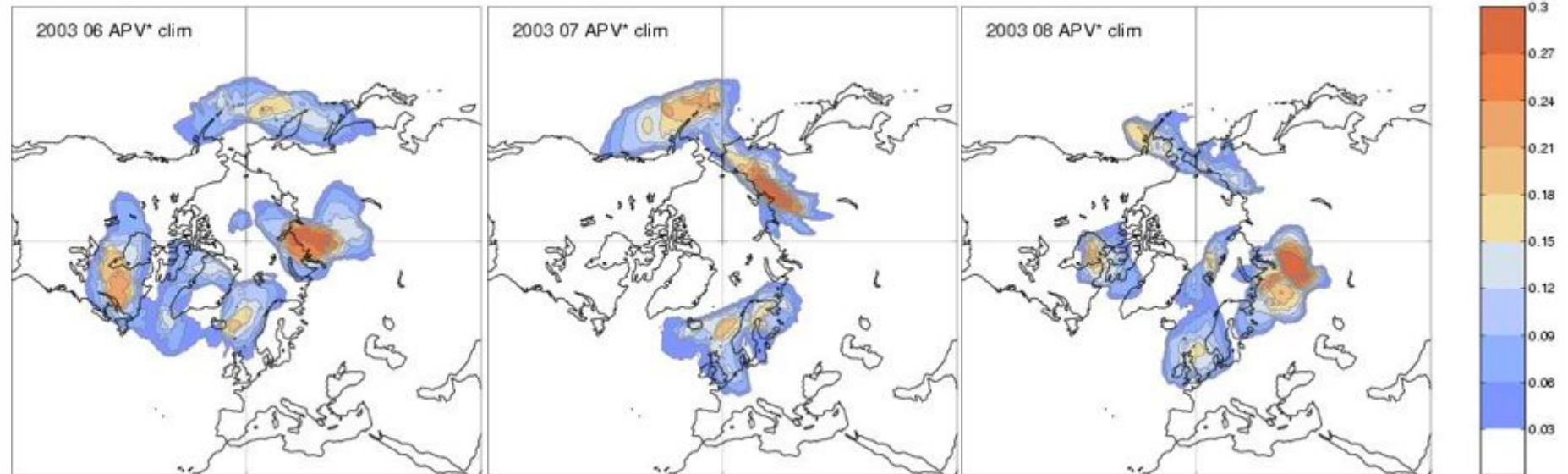


Häufigkeit von Blockierungen (min 5 Tage)

Juni

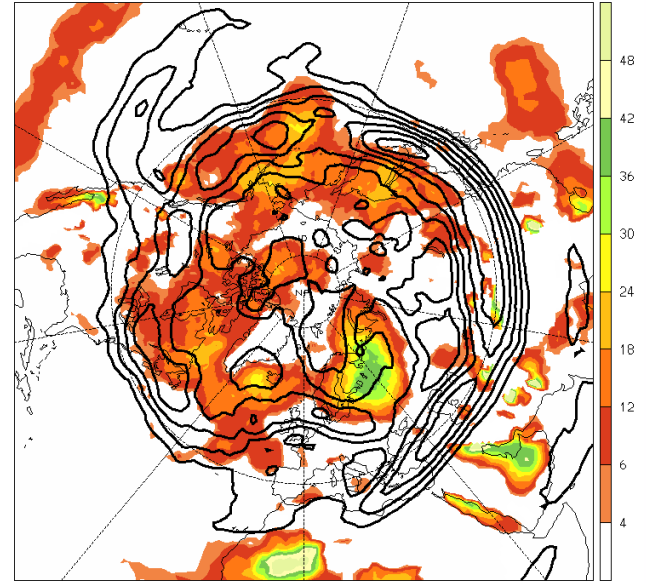
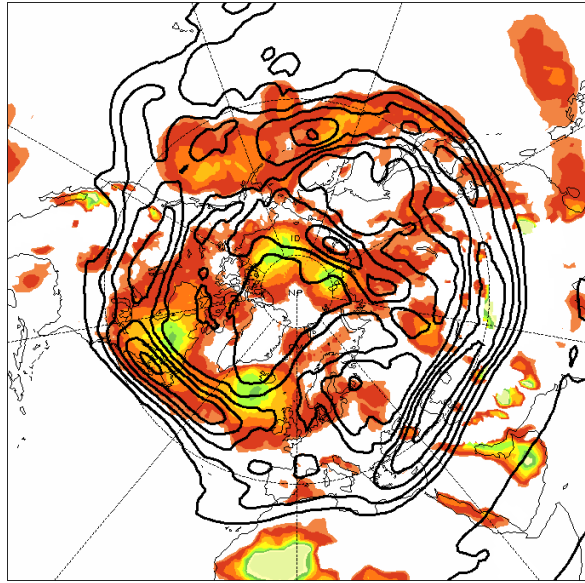
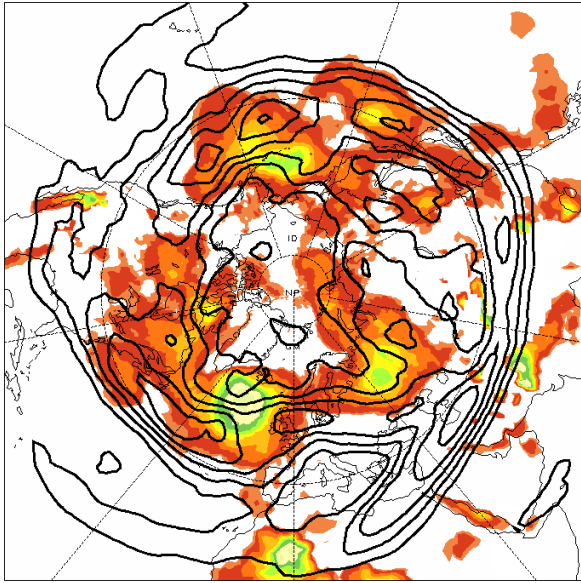
Juli

Aug

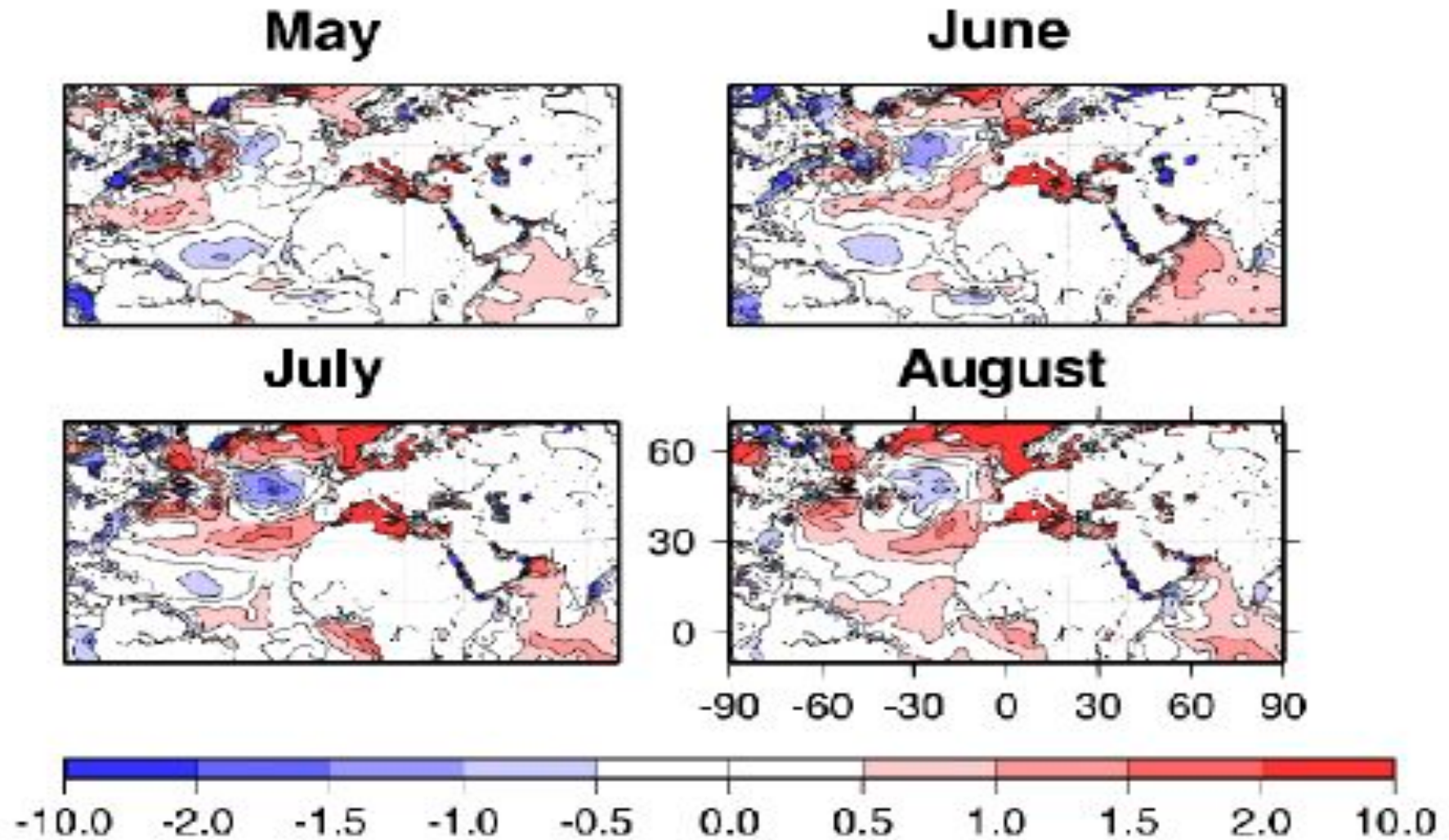


Lang anhaltenden Hochdrucklagen über Skandinavien und Asien/Pazifik
Mitteleuropa: Keine ausgeprägten Blockierungen

→ Transiente, kürzerlebige Hochdrucksysteme scheinen verantwortlich
für den vorhandenen Tropopausenrücken im Monatsmittel



SST anomalies



***Summer 2003 maximum
and minimum daily
temperatures over a 3300
m altitudinal range***

Martine Rebetez

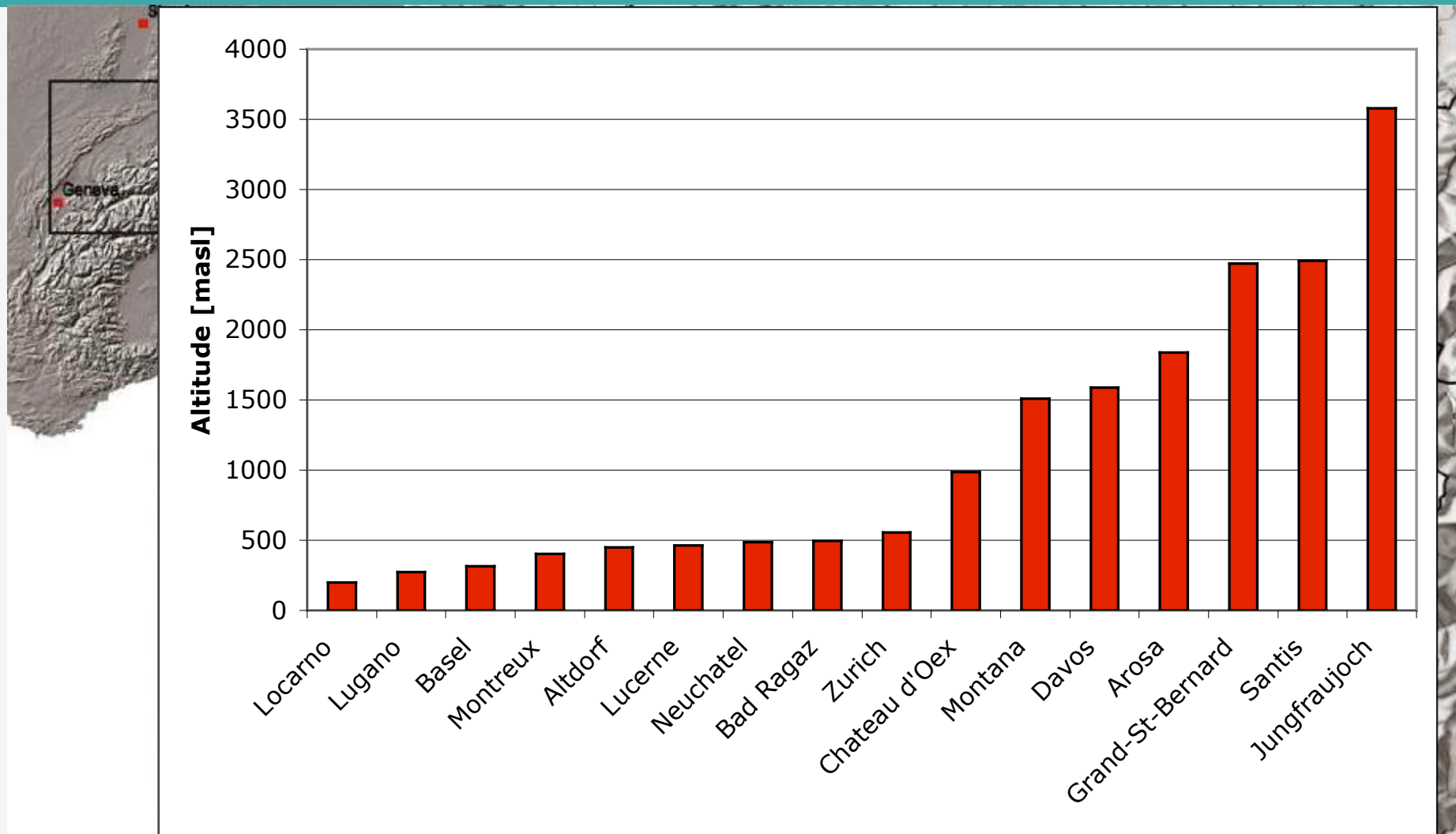


Summer 2003 maximum and minimum daily temperatures over a 3300 m altitudinal range

- Minimum temperature in summer 2003
- Maximum temperature in summer 2003
- Comparison of temperatures in 2003 with other hot summers
- Trends in hot summers
- Conclusions



Location of the meteorological stations

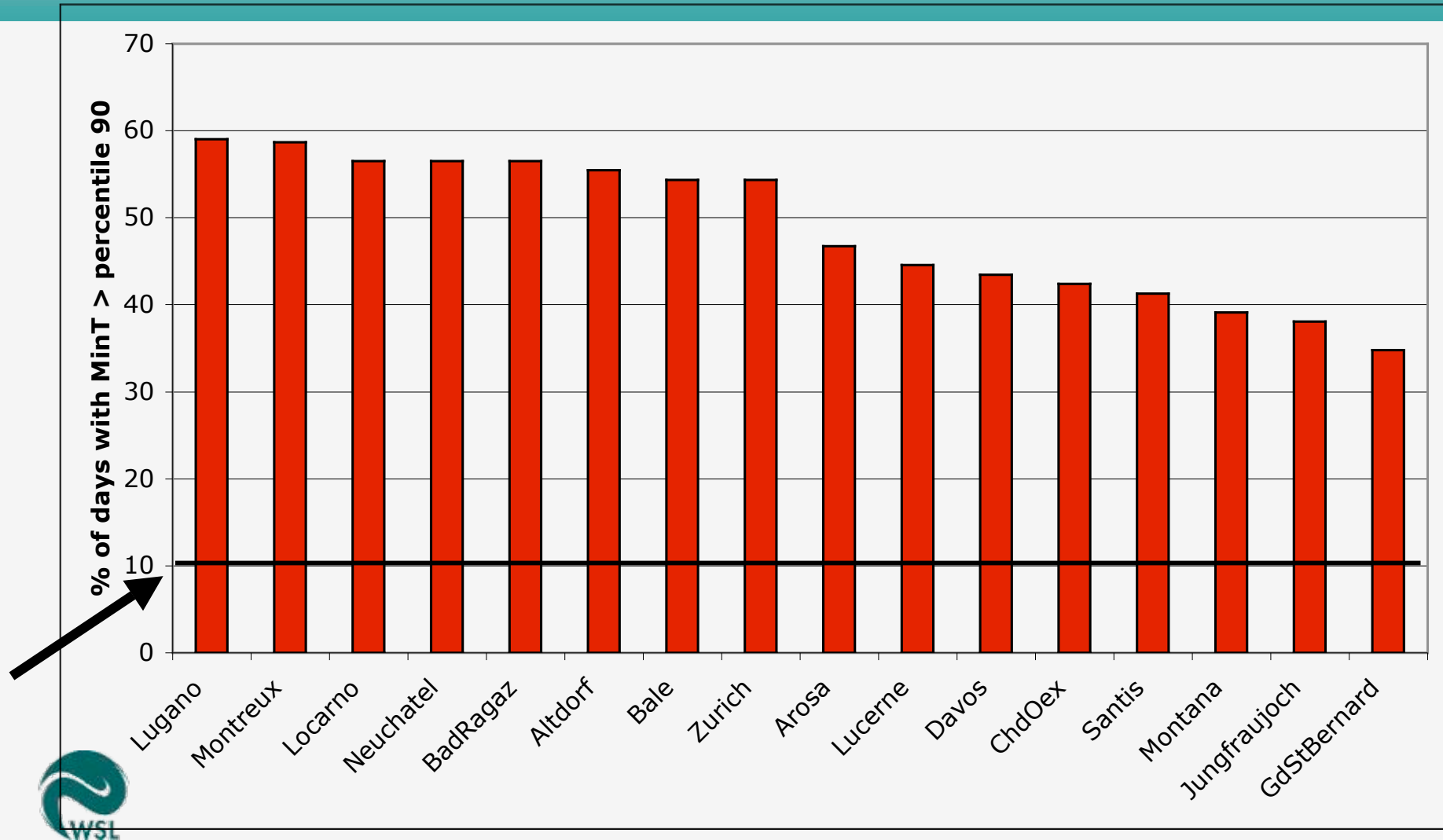


Minimum temperature in summer 2003

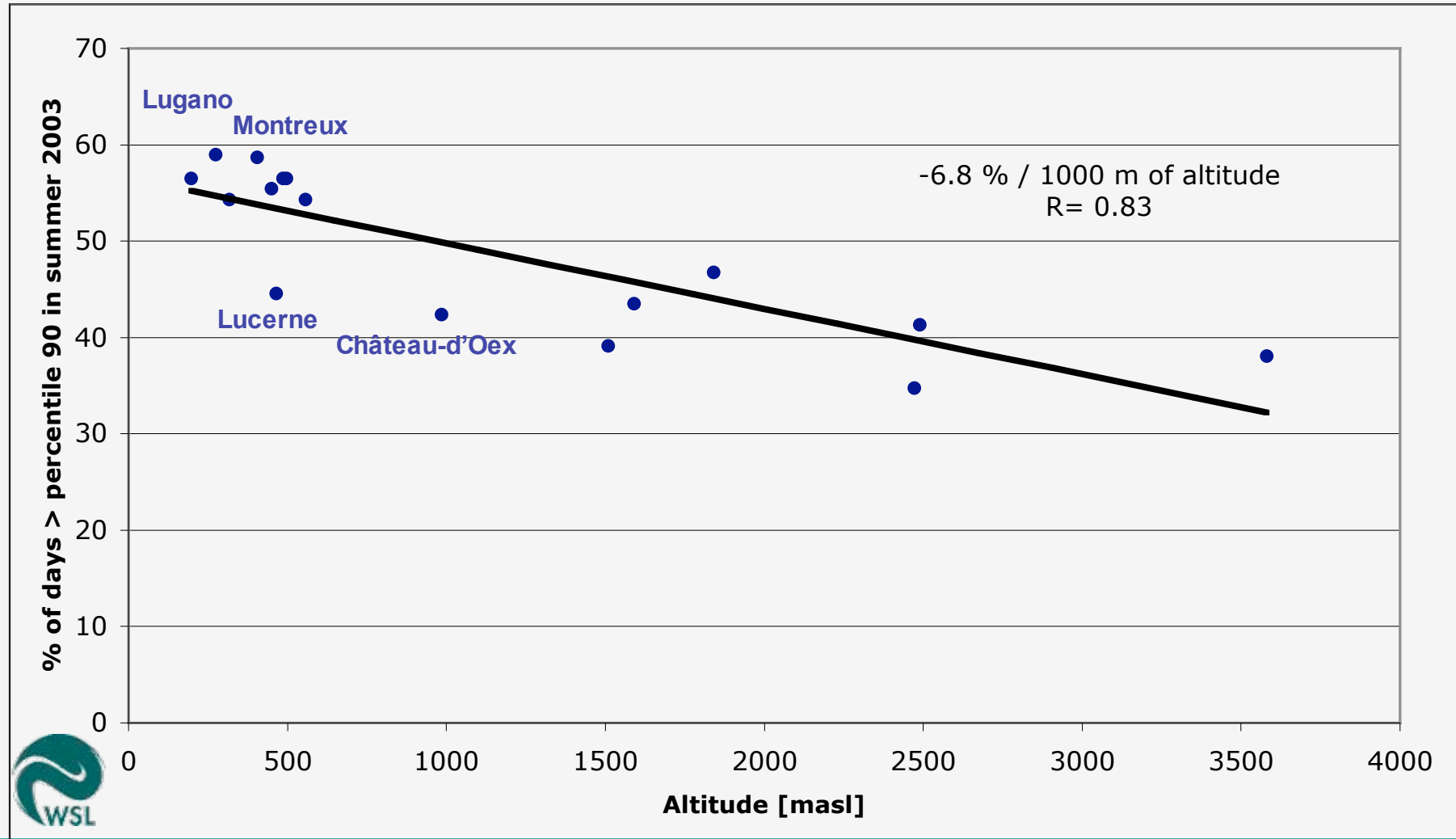
- Percentile thresholds (reference period 1961-90)
- Averages in 2003:
 - Percentile 80: 66% of 2003 days
 - Percentile 90: 49% of 2003 days
 - Percentile 95: 34% of 2003 days



% of days with MinT > percentile 90 in 2003 compared to ref. period 1961-1990



% of days in summer 2003 with minT > percentile 90 (ref. period 1961-90)

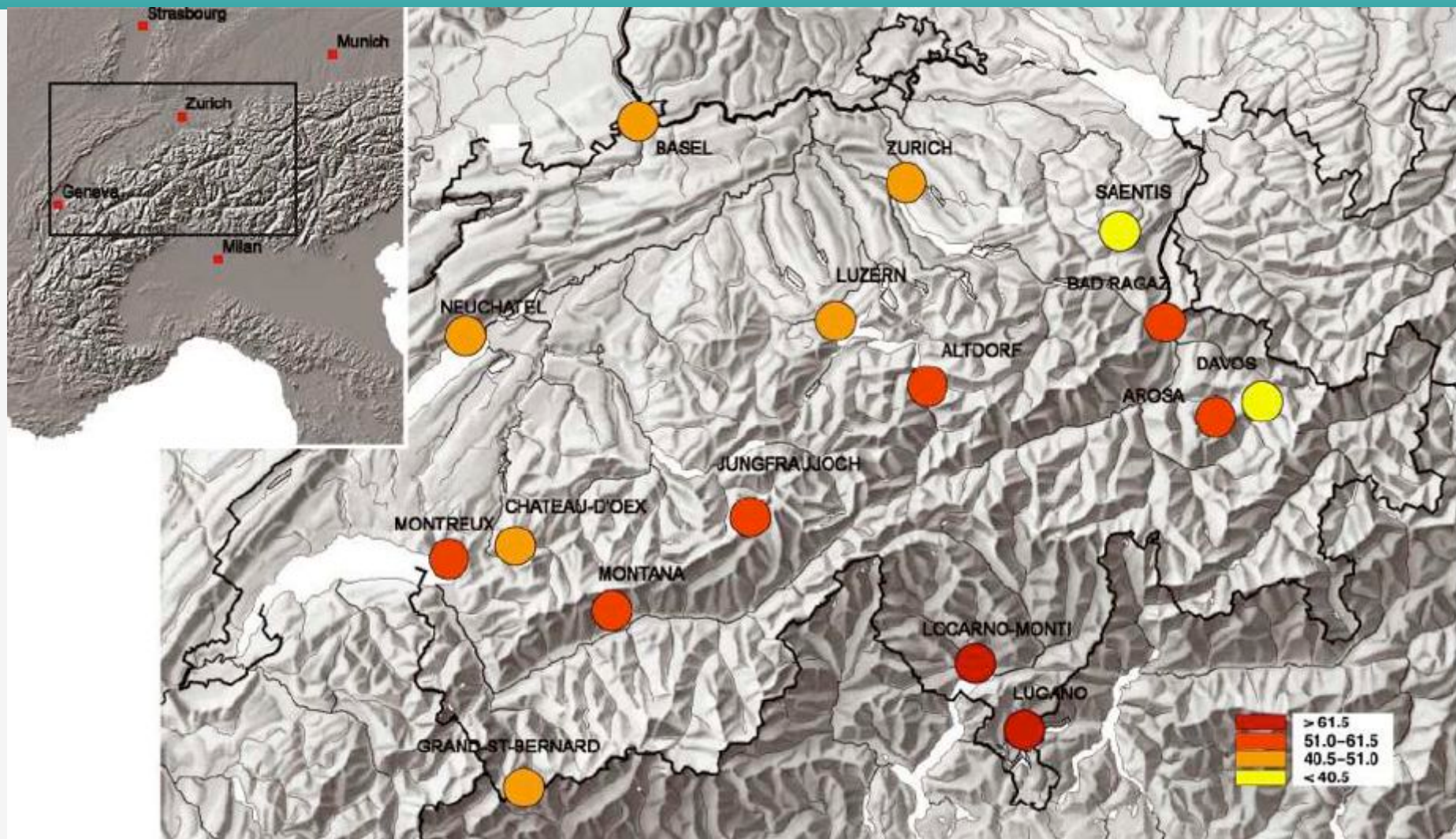


Maximum temperature in summer 2003

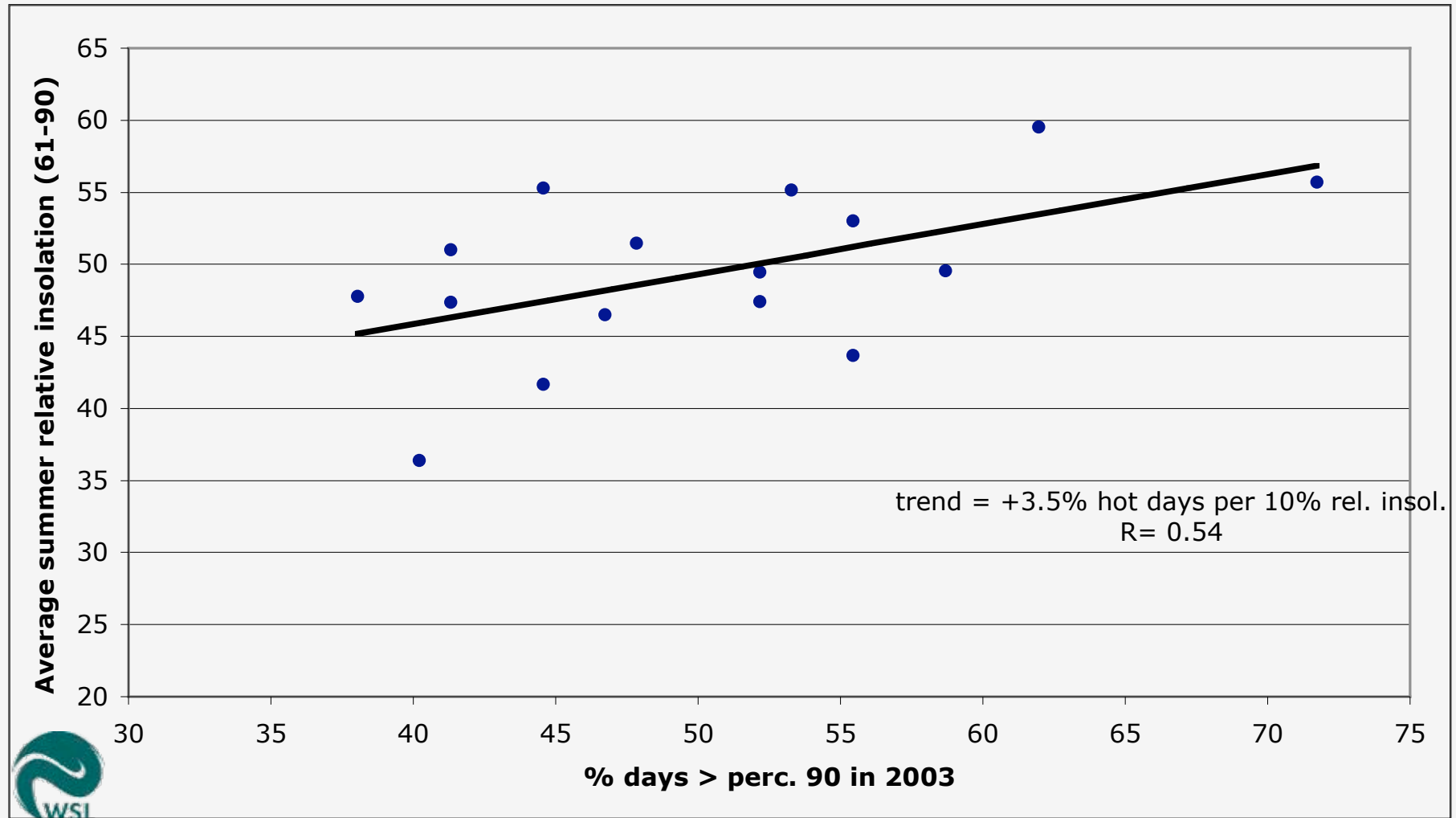
- Percentile thresholds (reference period 1961-90)
- Averages in 2003:
 - Percentile 80: 66% of 2003 days
 - Percentile 90: 50% of 2003 days
 - Percentile 95: 37% of 2003 days



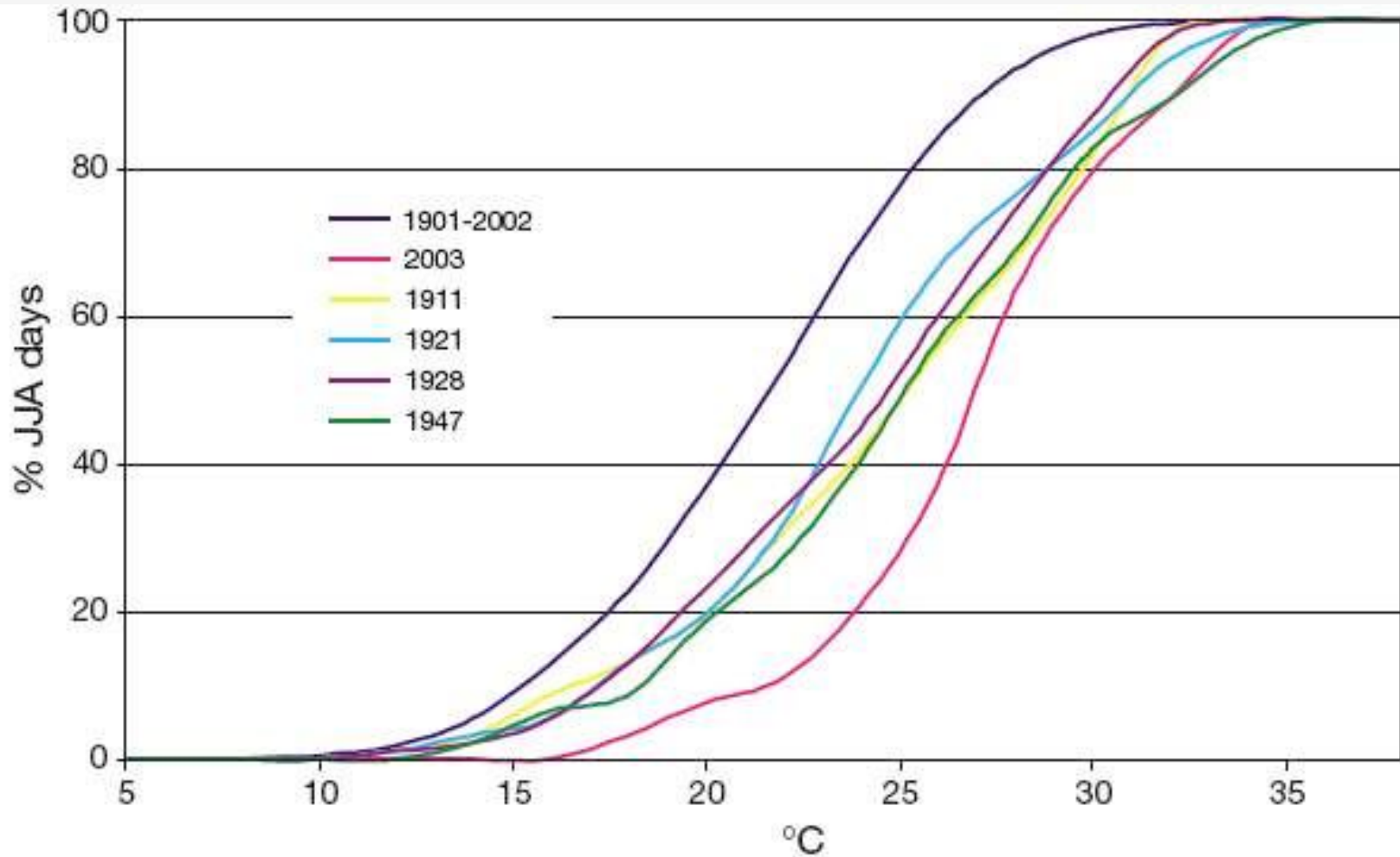
Number of days in summer 2003 with $\text{maxT} > \text{percentile } 90$ (ref. period 1961-90)



Average (61-90) summer insolation and % days > perc. 90 in summer 2003

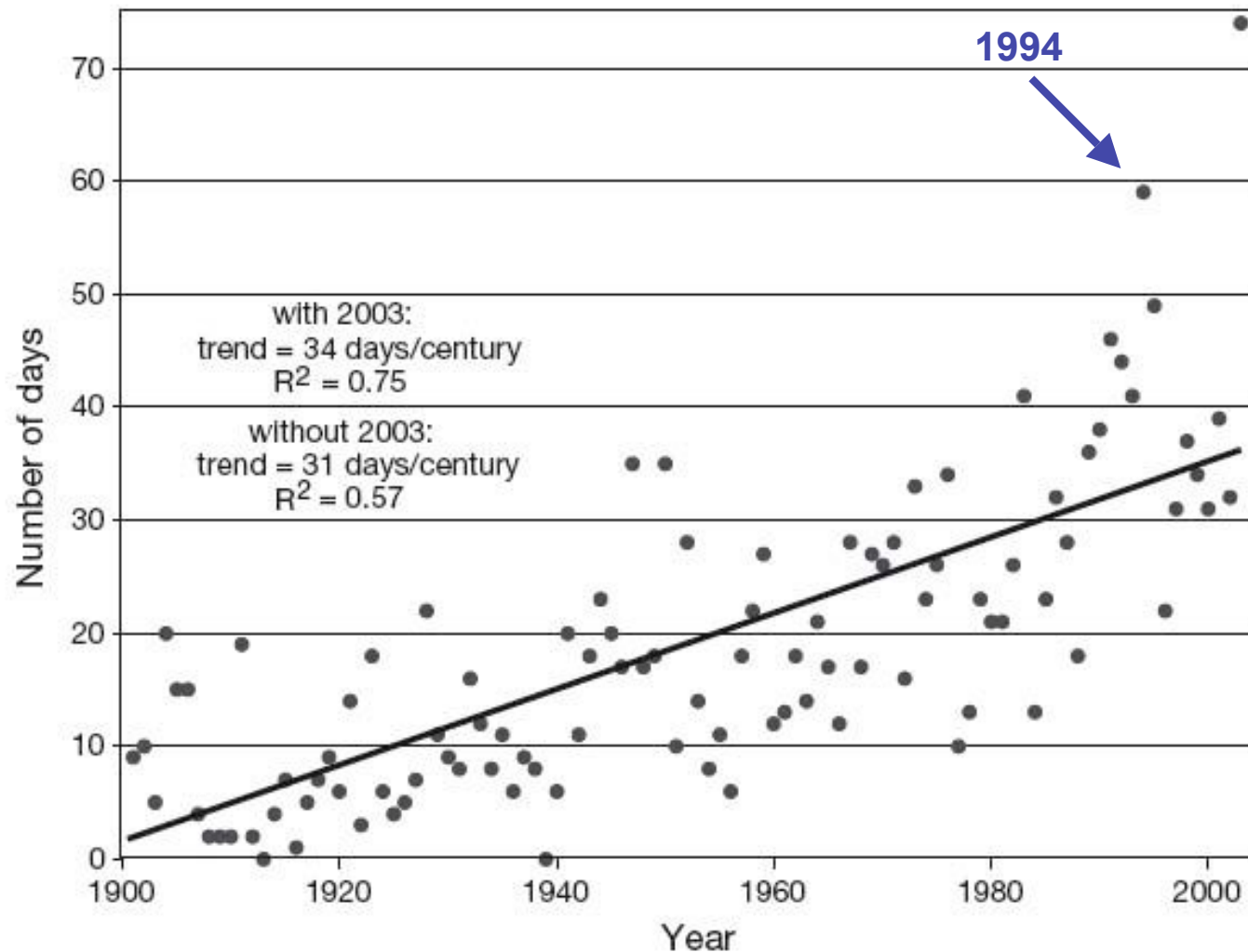


Cumulative frequencies of daily maximum temperatures in summer 2003 at low elevation



Days with minimum temperature above the 80th percentile at low elevation (ref. period 1901-2002)

2003



Conclusions

- Summer 2003 compared to 1961-90:
 - 1 day out of 2 exhibited temperatures higher than percentile 90
 - Less than 4% were below percentile 20
 - Minimum temperatures were particularly warm **at lower elevations**
 - Maximum temperatures were highest **at the sunniest sites**
 - 2003 did not necessarily exhibit daily record highest temperatures
- The number of hot days has increased since the beginning of the 20th century
- The number of hot days was clearly extreme in summer 2003 compared to expected, even in the context of the beginning of the 21st century



A photograph of a dry, rocky riverbed. The riverbed is filled with numerous light-colored, smooth, rounded stones and pebbles of various sizes. In the foreground, a large, weathered piece of driftwood lies horizontally across the riverbed. The right bank is covered with dense, green, leafy vegetation, including tall grasses and shrubs. The left bank is also covered with green vegetation, but it is partially in shadow. The background shows more of the riverbed and dense green trees and bushes. The overall scene suggests a dry, possibly arid or semi-arid environment.

***Rebetez M., 2004,
Clim Res 27: 45-50***

Strahlungsantrieb im Hitzesommer 2003

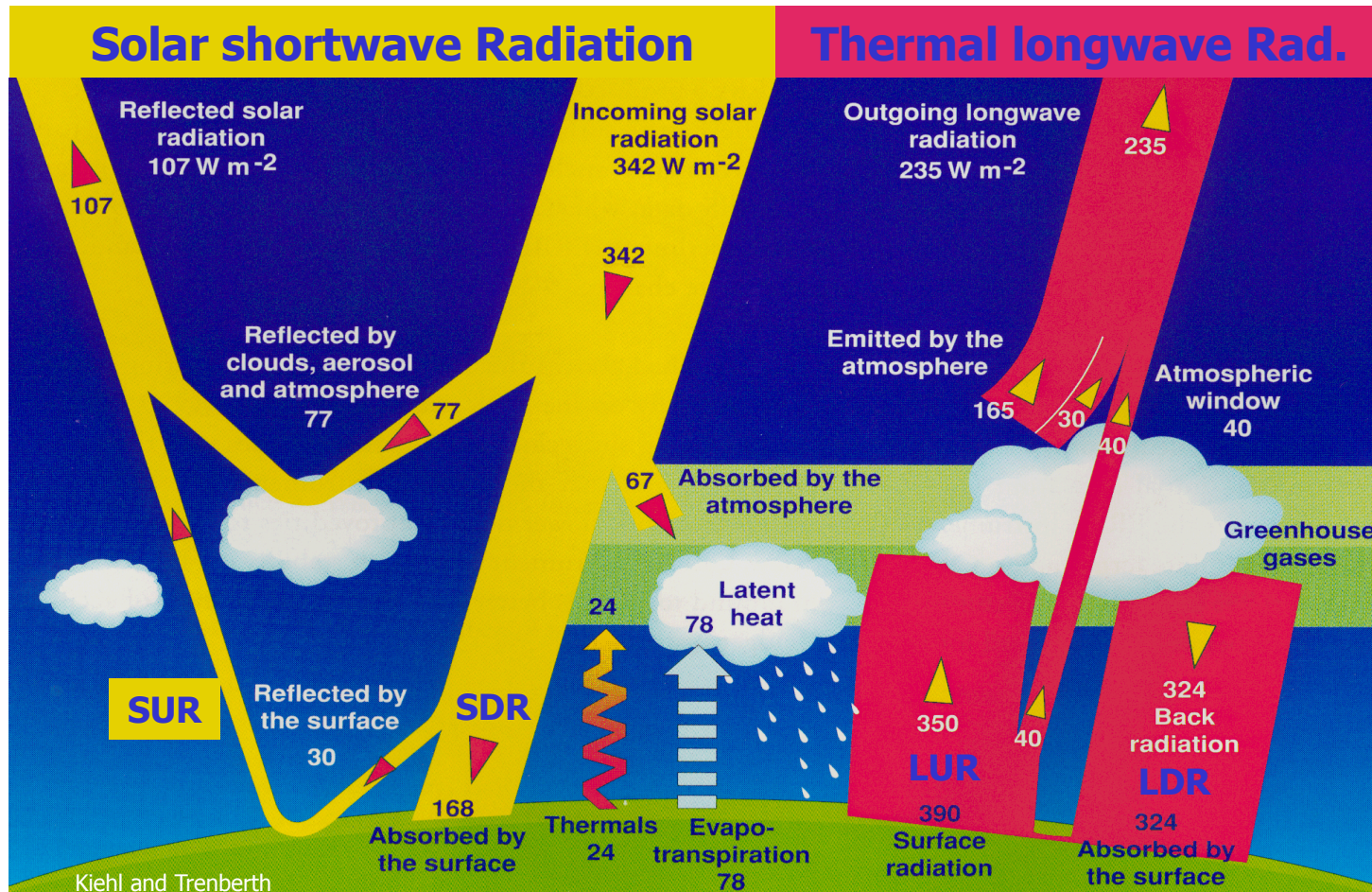
Rolf Philipona

Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos and
World Radiation Center, Davos Dorf, Switzerland

Christoph Marty, Bruno Dürr, Marcel Sutter, Christian Ruckstuhl

Prof. Atsumu Ohmura, IACETH Zürich

Strahlungshaushalt an der Erdoberfläche



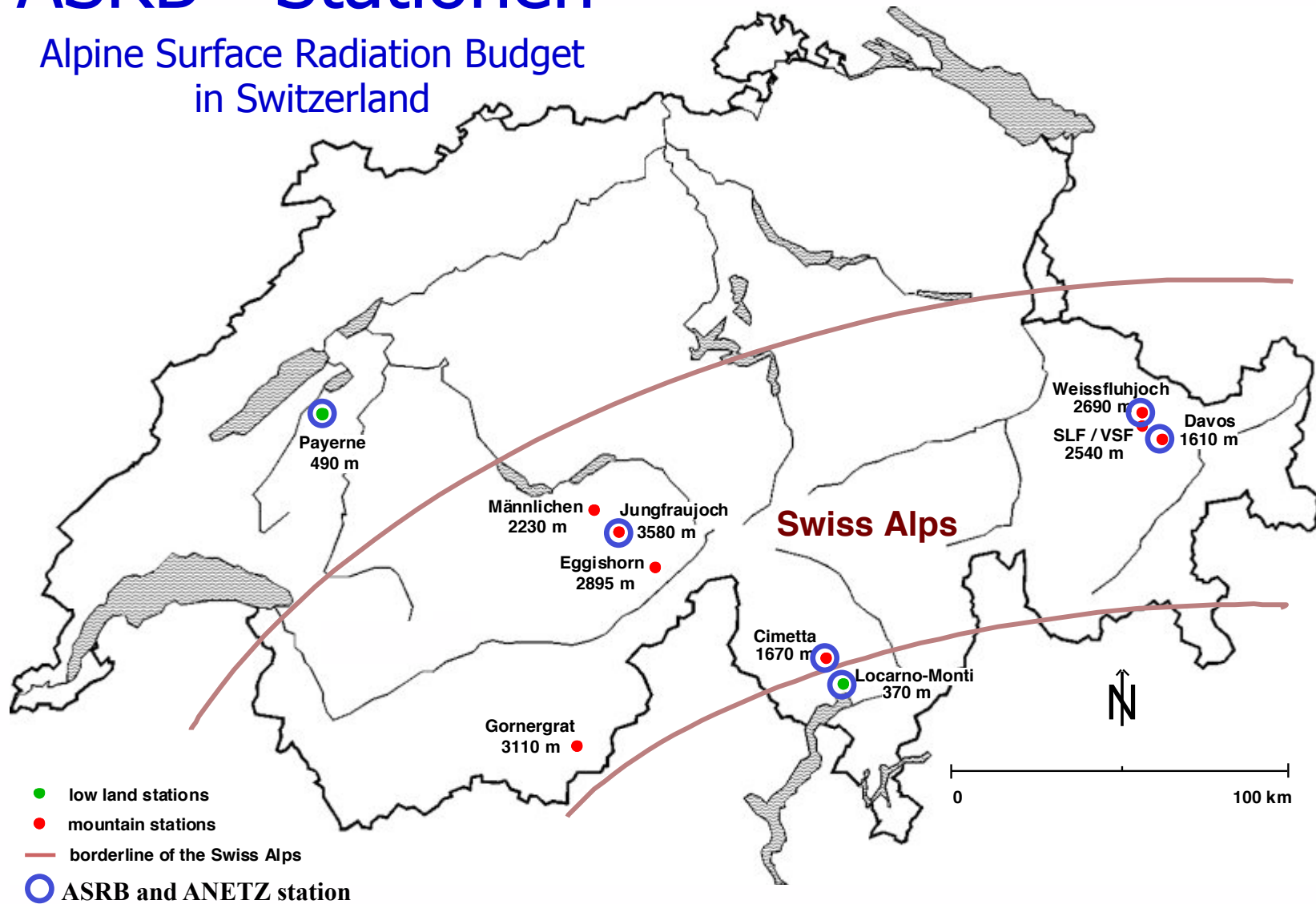
Inhalt und Fazit

- Die kurzweilige Sonnenstrahlung bewirkt heiße Sommer aber nicht direkt den langfristigen Anstieg der Temperatur
- Der Temperaturanstieg von 1.4 °C in den Alpen seit 1980 ist durch den starken Anstieg des Treibhauseffektes bewirkt



ASRB - Stationen

Alpine Surface Radiation Budget
in Switzerland



Strahlungsmessung an 6 ANETZ / ASRB Stationen

MeteoSchweiz mit CM5 an ANETZ
seit 1981



PMOD/WRC mit CM21 an ASRB
seit 1995

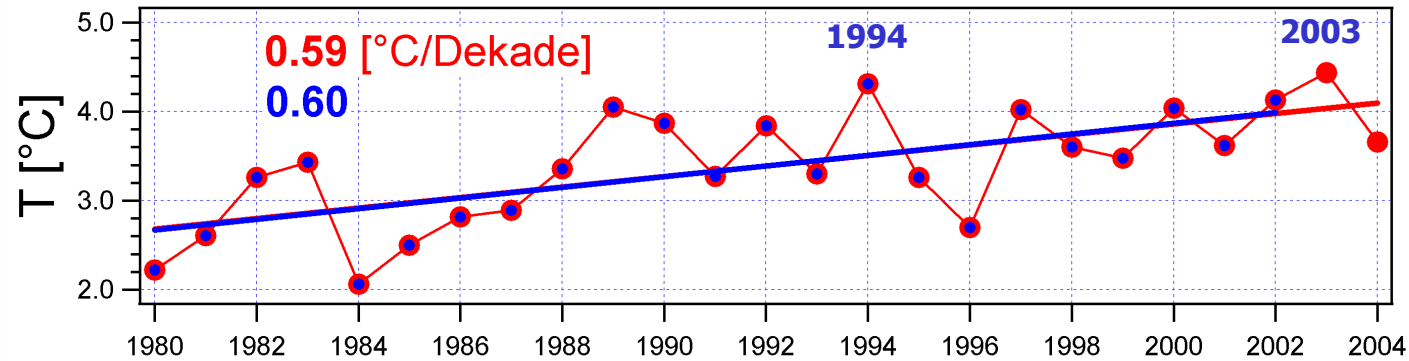


Stationen: Locarno-Monti, Payerne, Davos, Cimetta, Weissfluhjoch und Jungfrauoch

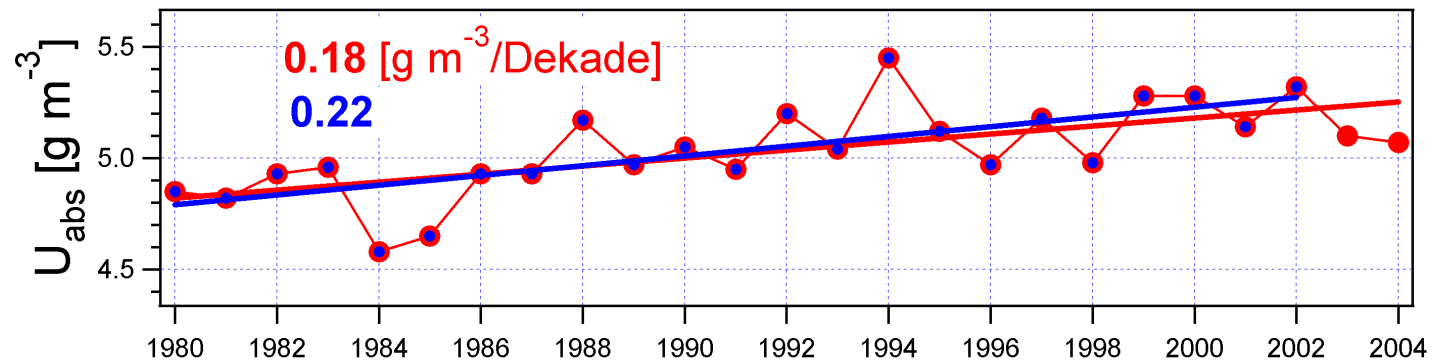
ANETZ – Temperatur, Feuchte und Globalstrahlung

Jahresmittel

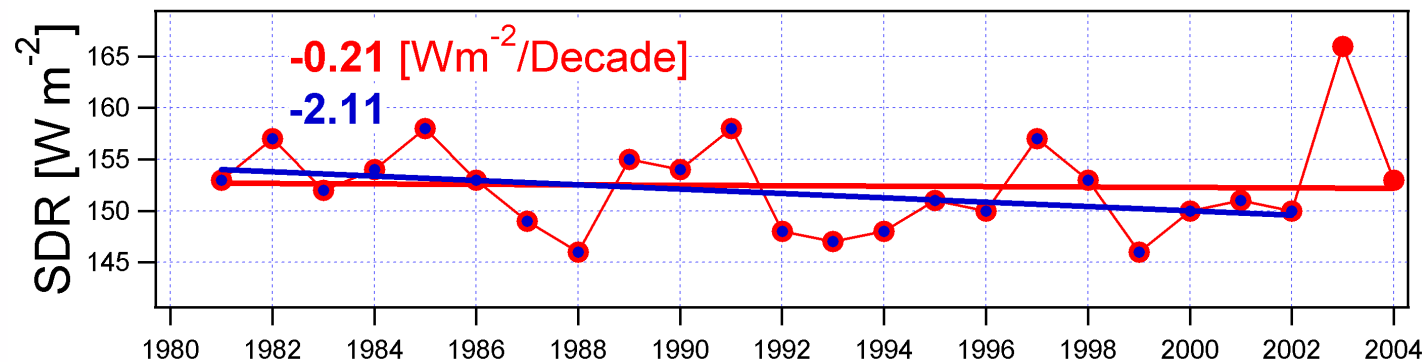
Temperatur



Absolute
Feuchte



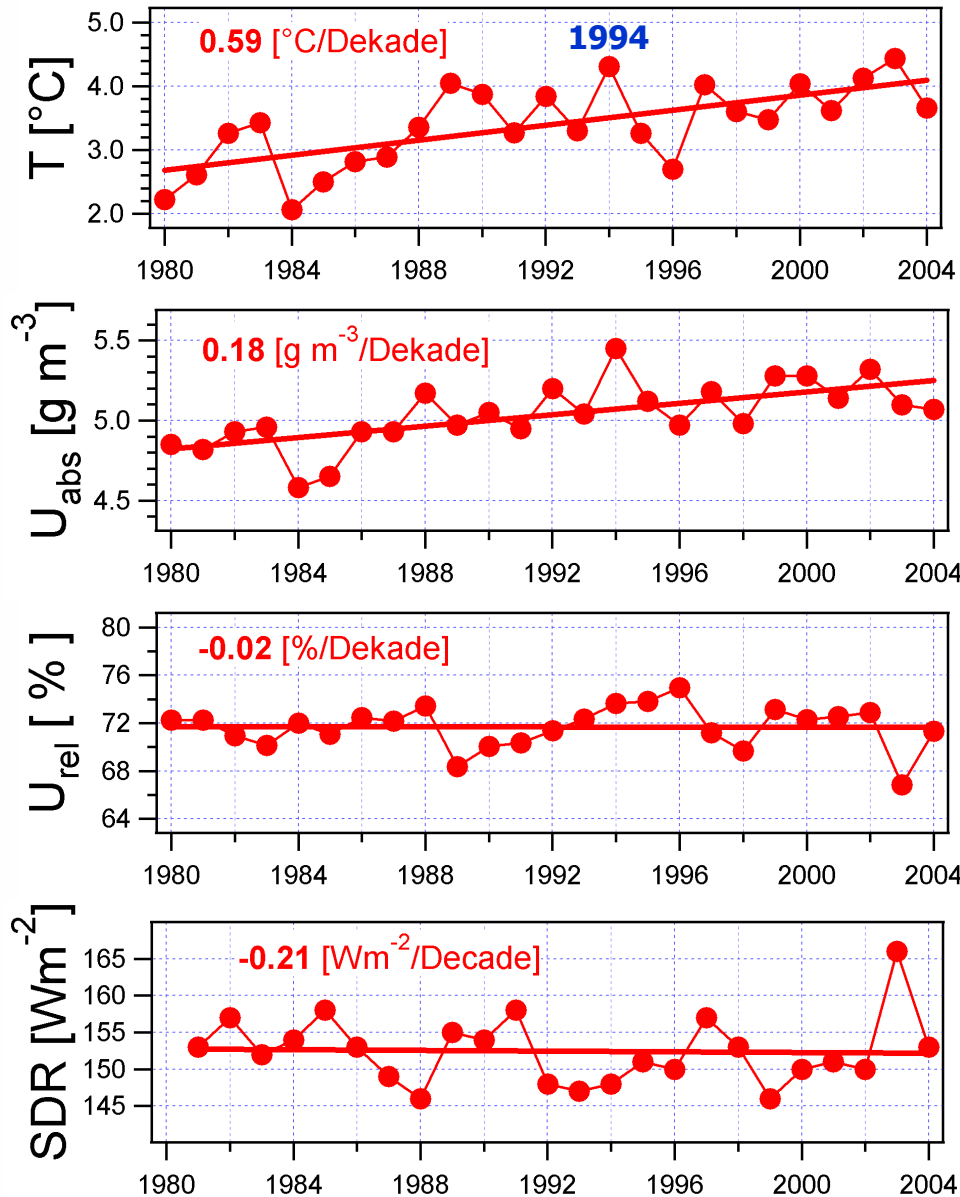
Global-
strahlung



ANETZ – Temperatur, Feuchte und Globalstrahlung

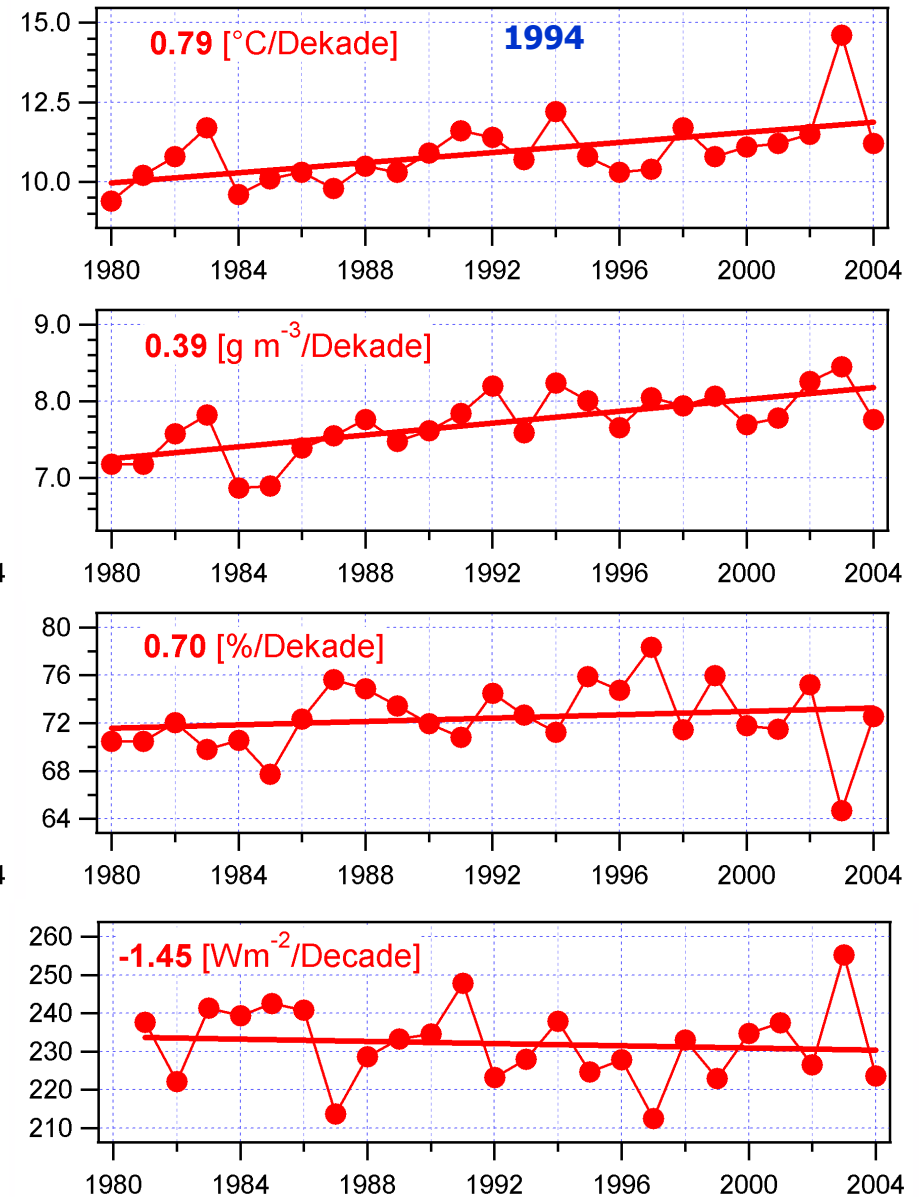
Jahresmittel

2003



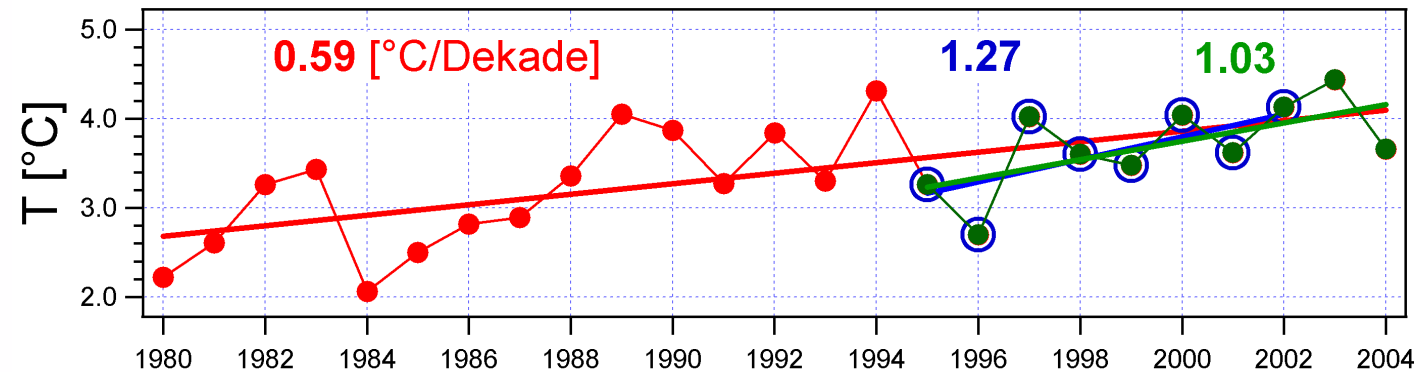
Sommersmittel

2003

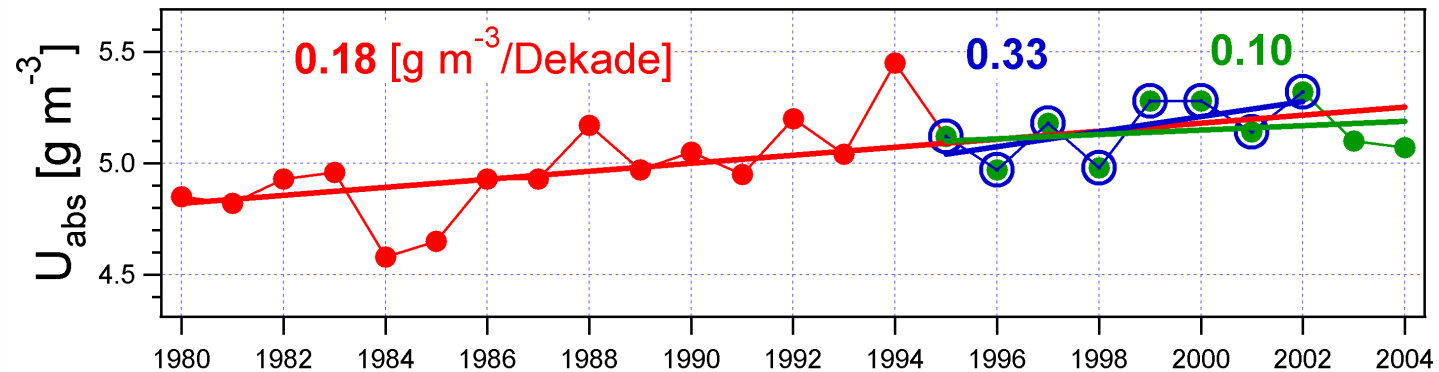


ANETZ – Temperatur, Feuchte und Globalstrahlung

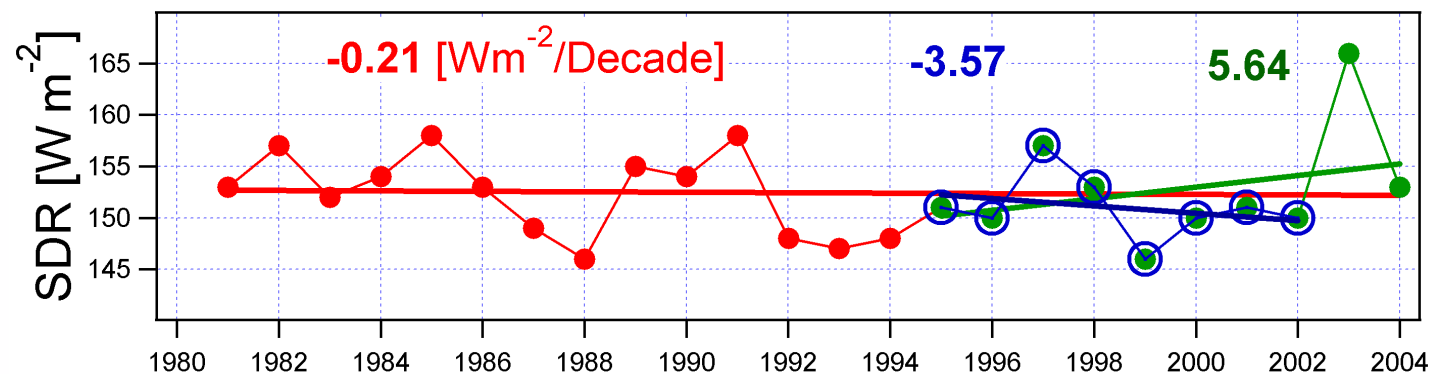
Temperatur



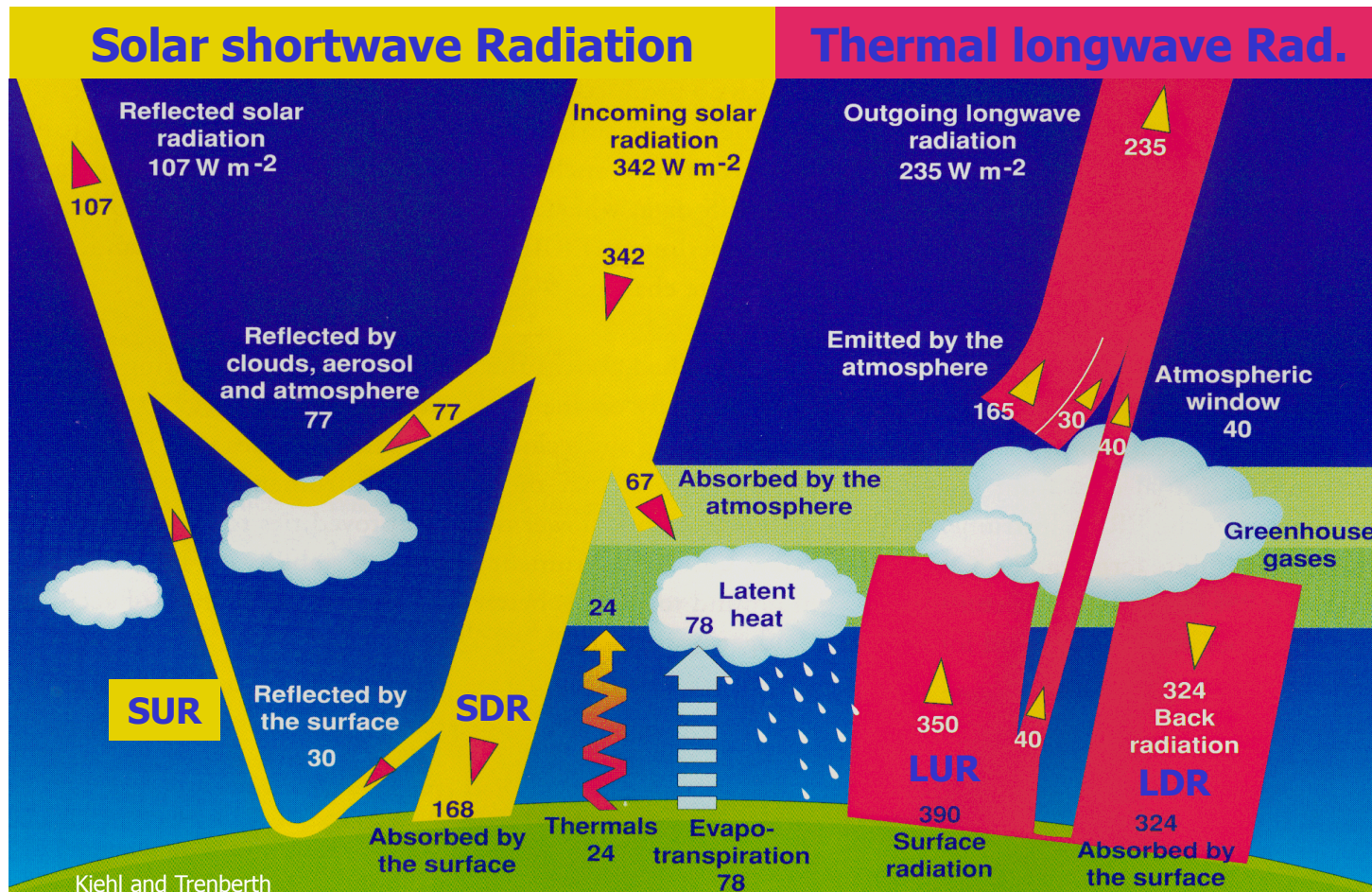
Absolute
Feuchte



Global-
strahlung



Strahlungshaushalt an der Erdoberfläche



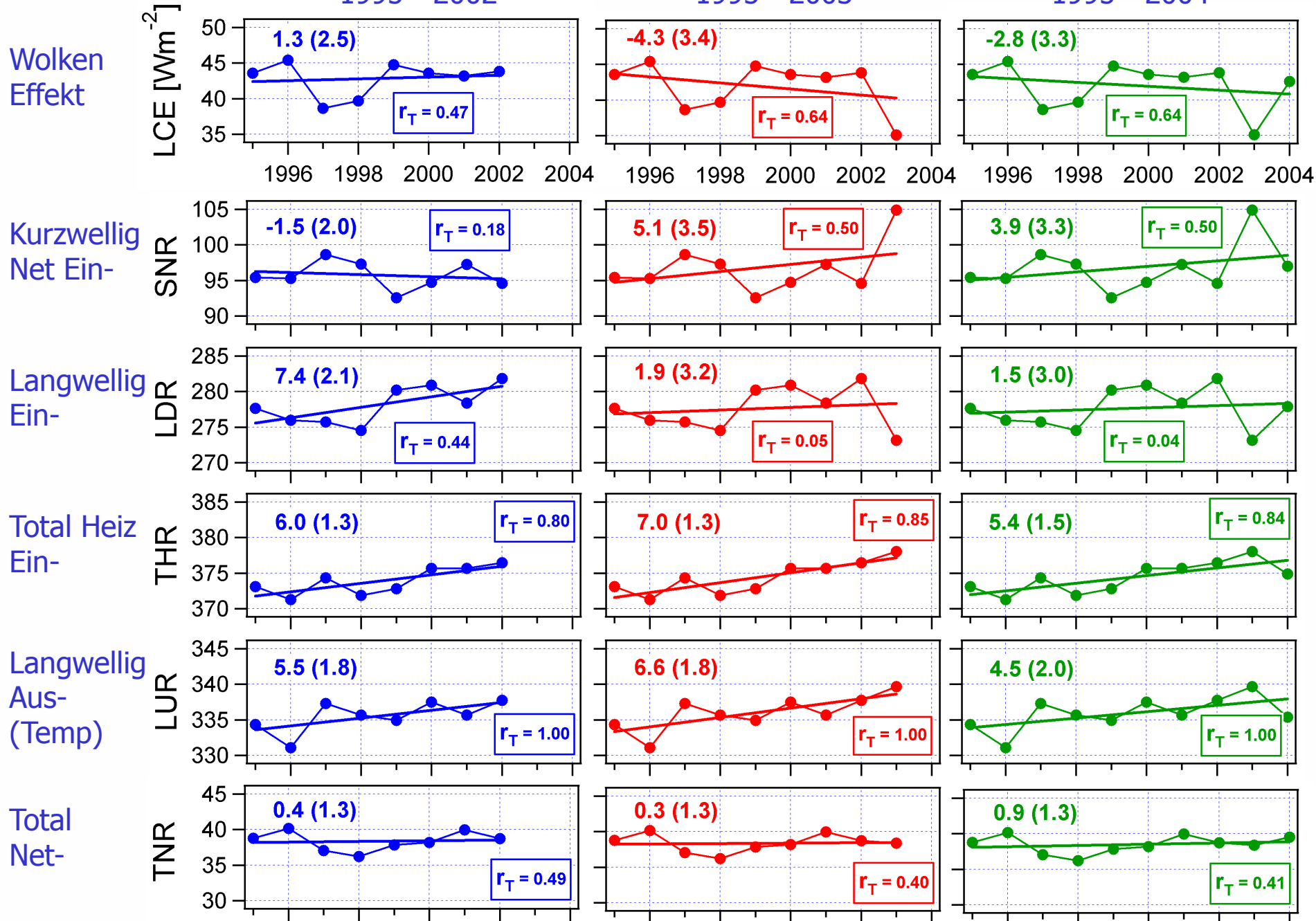
$$\text{SNR} = \text{SDR} - \text{SUR}$$

$$\text{THR} = \text{SNR} + \text{LDR}$$

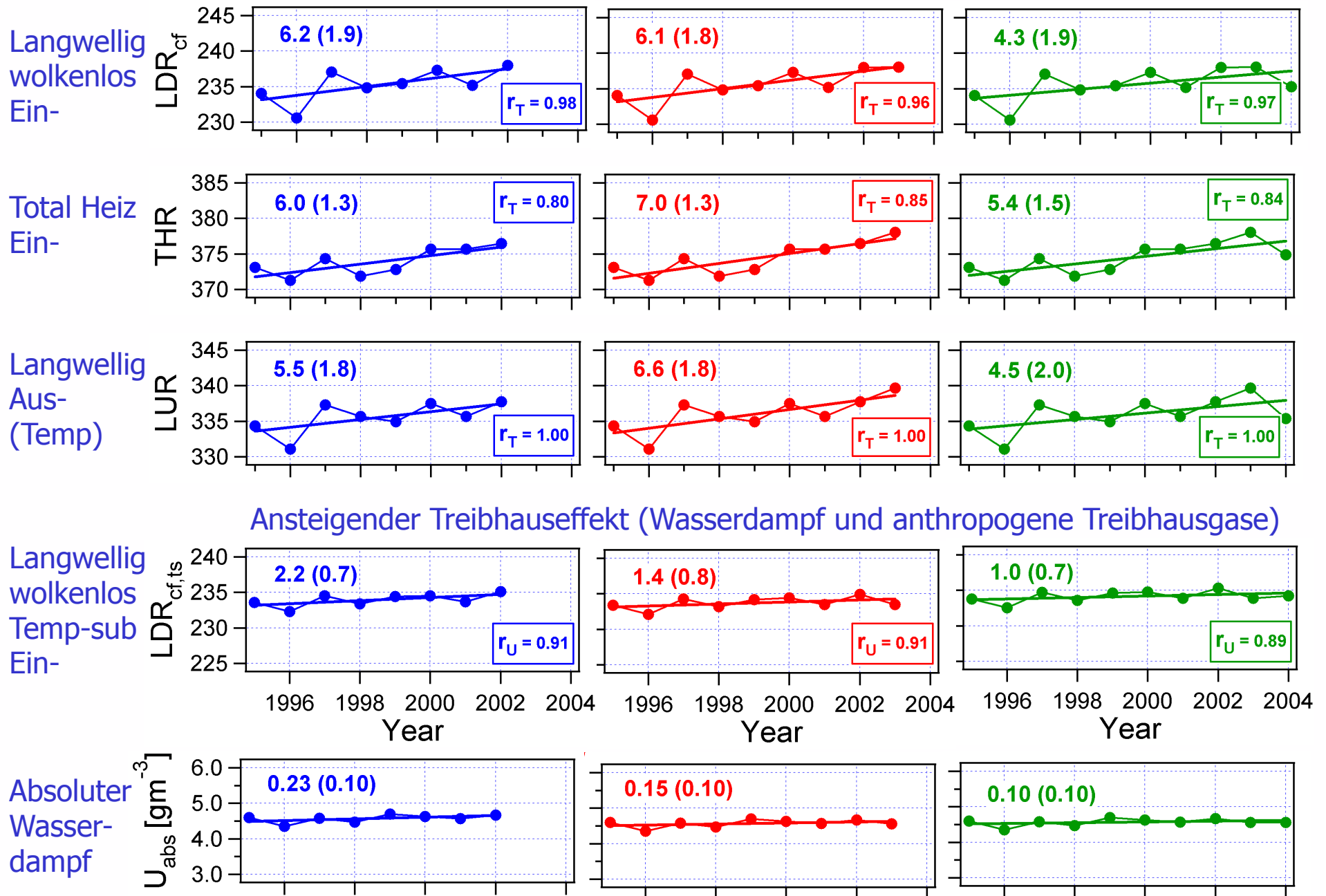
$$\text{LDR} = \text{LDR}_{\text{cf}} + \text{LCE}$$

$$\text{TNR} = \text{THR} - \text{LUR}$$

Strahlungsbilanz



Langwellige Ein-Strahlung und ansteigender Treibhauseffekt



Inhalt und Fazit

- Die kurzweilige Sonnenstrahlung bewirkt heisse Sommer aber nicht direkt den langfristigen Anstieg der Temperatur
- Der Temperaturanstieg von 1.4 °C in den Alpen seit 1980 ist durch den starken Anstieg des Treibhauseffektes bewirkt



Alpine Pflanzen im Hitzesommer 2003

Erika Hiltbrunner
Christian Körner
Botanisches Institut, Universität Basel

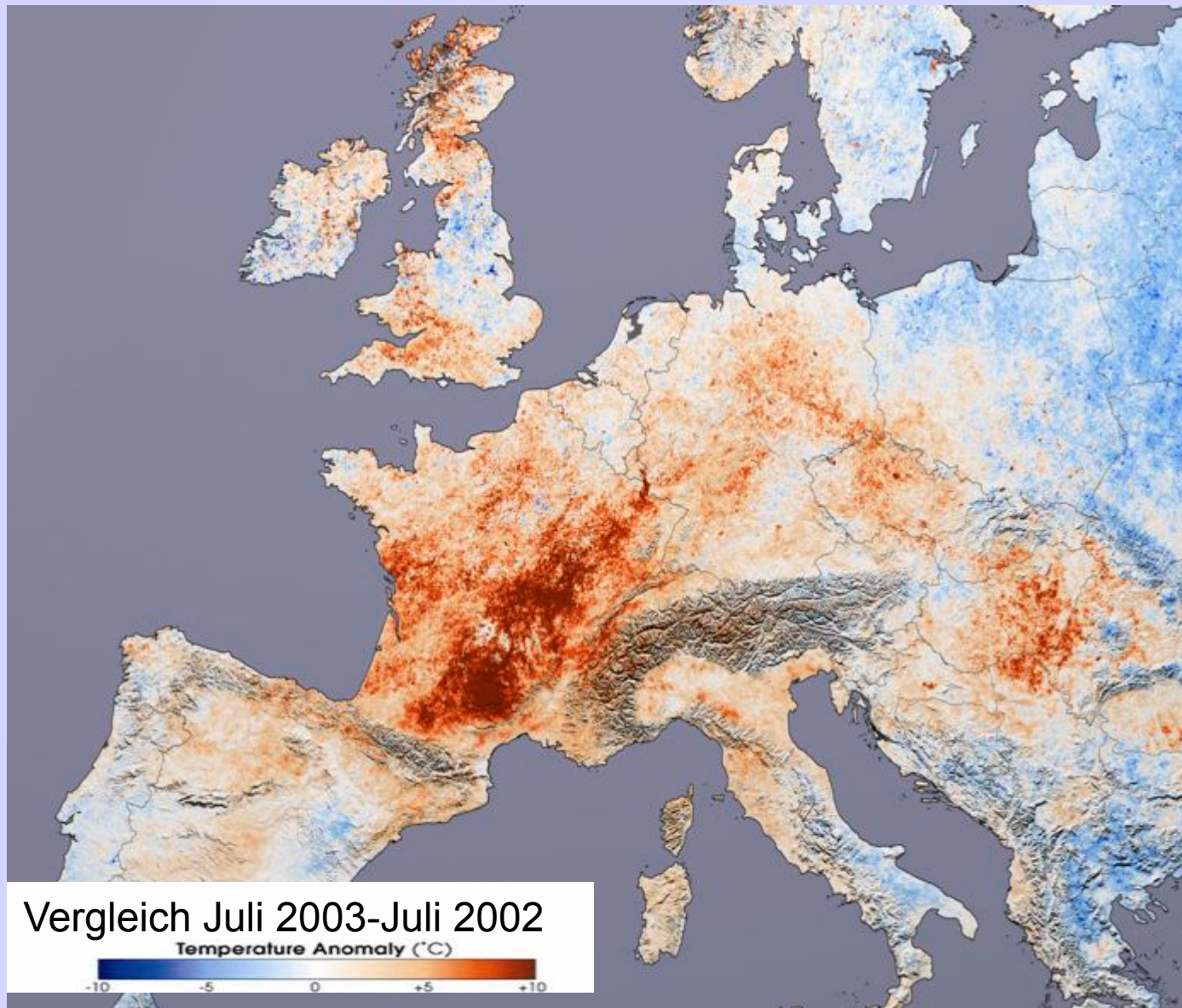


NFP 48 Landschaften und Lebensräume der Alpen
PNR 48 Paysages et habitats de l'arc alpin
NRP 48 Landscapes and Habitats of the Alps

- **Hitzesommer 2003**
- **Leben alpiner Pflanzen**
- **Resultate „Furkaexperiment“**

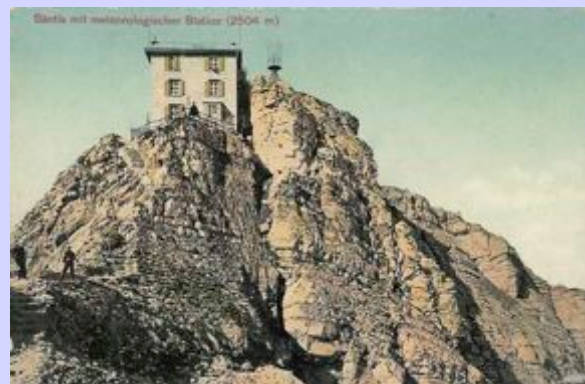
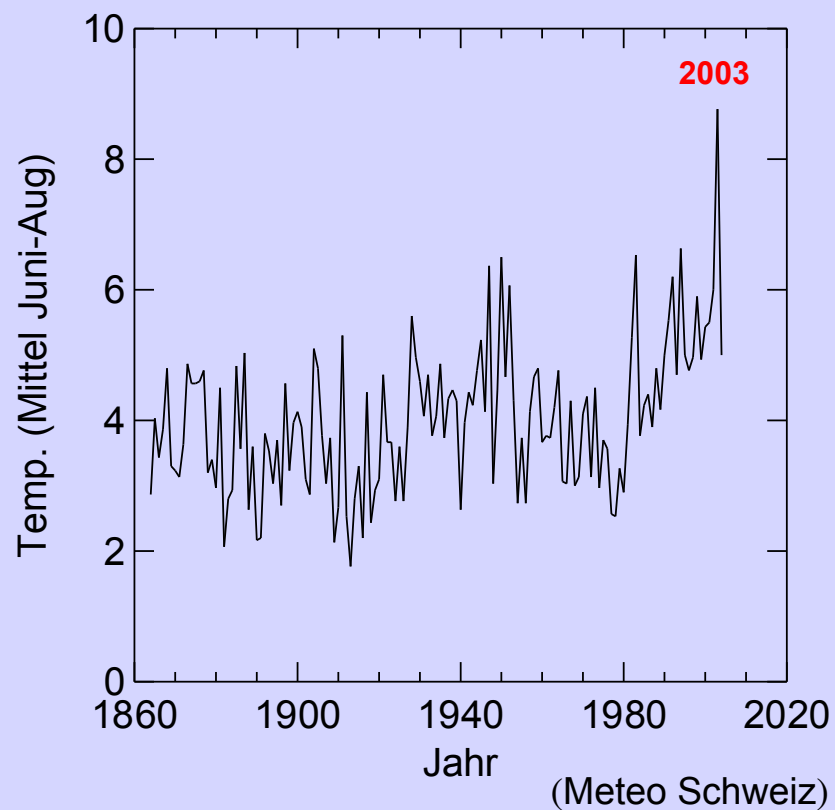


Hitzesommer 2003: wärmster Sommer und vermutlich trockenster Sommer im gesamten Europäischen Alpenraum seit 1500 (Casty *et al.* 2005).



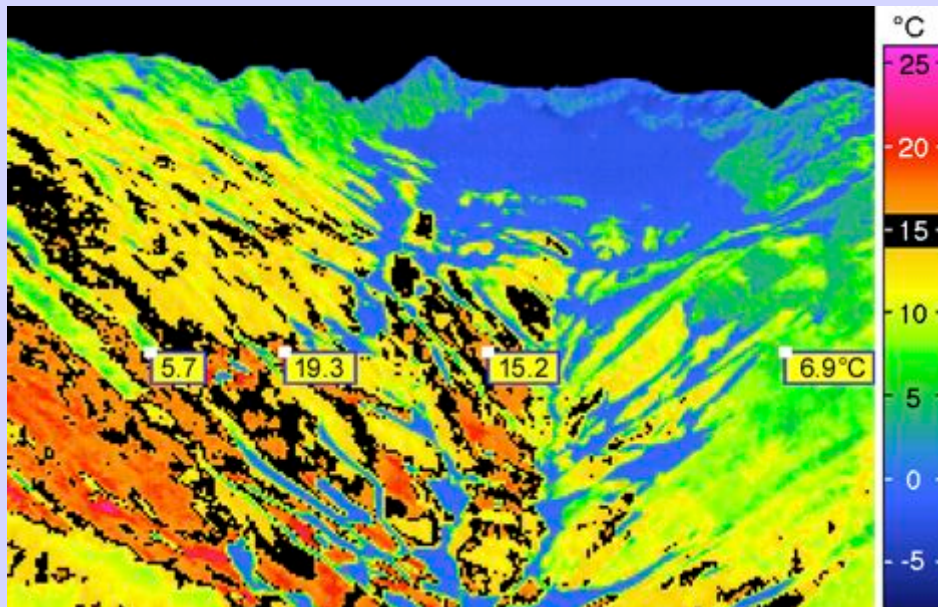
Messstation Säntis (2502 m ü M): längste homogene Messreihe in der alpinen Stufe 1864-2004

Sommermittelwerte (Jun-Aug) 1864-2004



Alpine Pflanzen erfahren andere Temperaturen als in Wetterstationen
gemessen wird

👉 Topographie

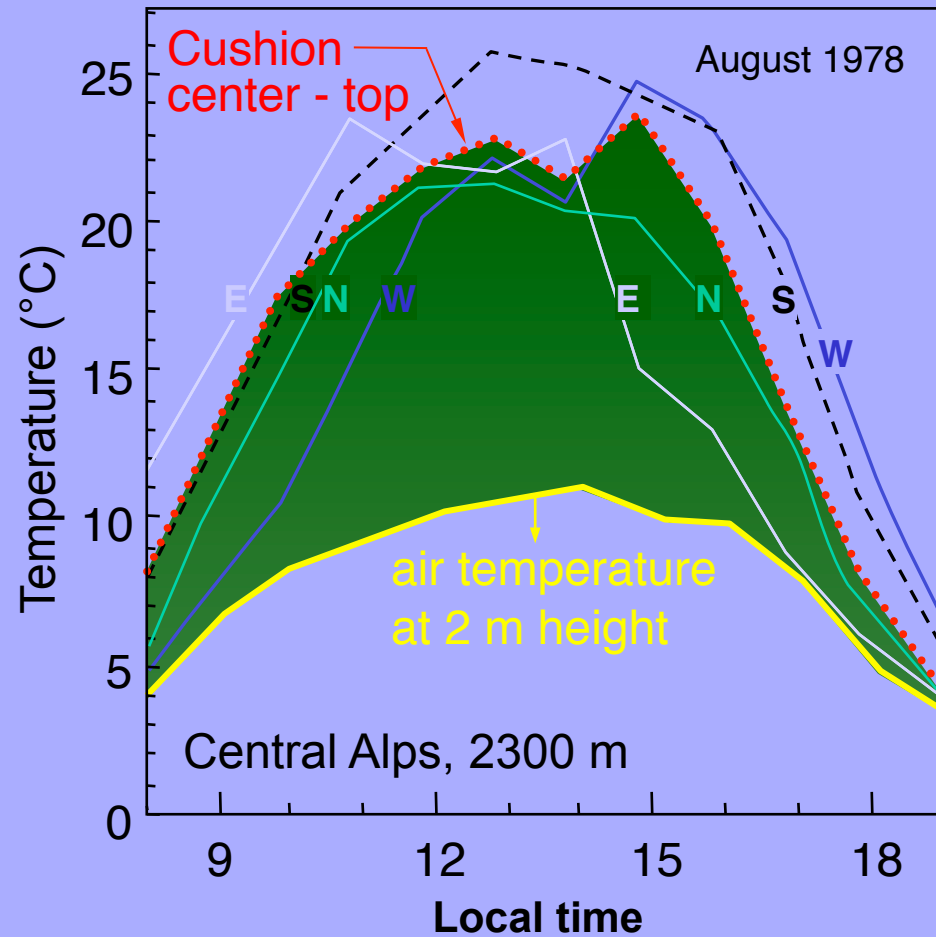


Thermalbild Variocam InfraTec, Schwarze Pixels stellen
Habitate von 14-16° C dar

Wuchsform alpinen Pflanzen

aerodynamisch entkoppelt
Boden als Wärmespeicher

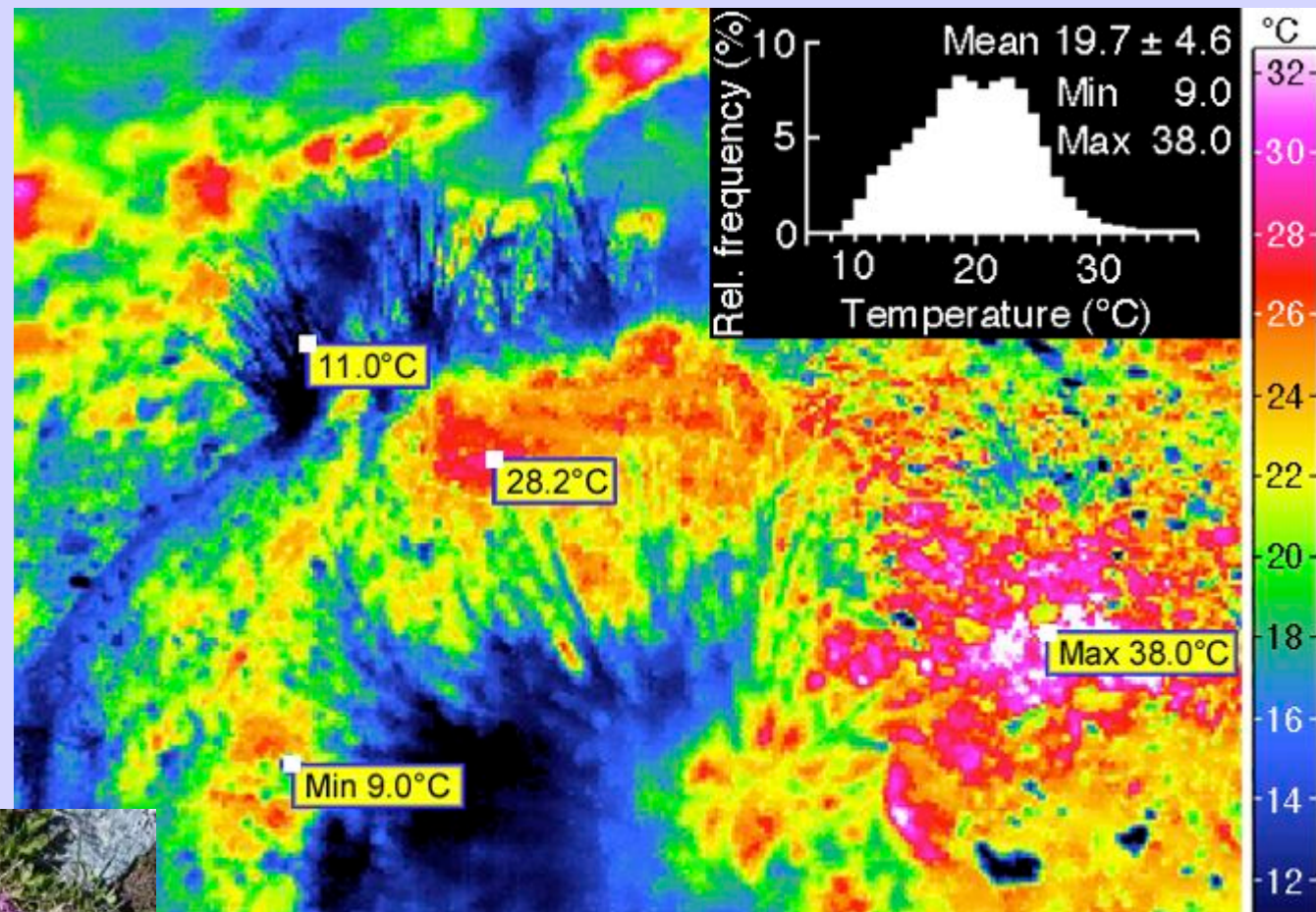
Silene exscapa



Körner und DeMoraes (1979)

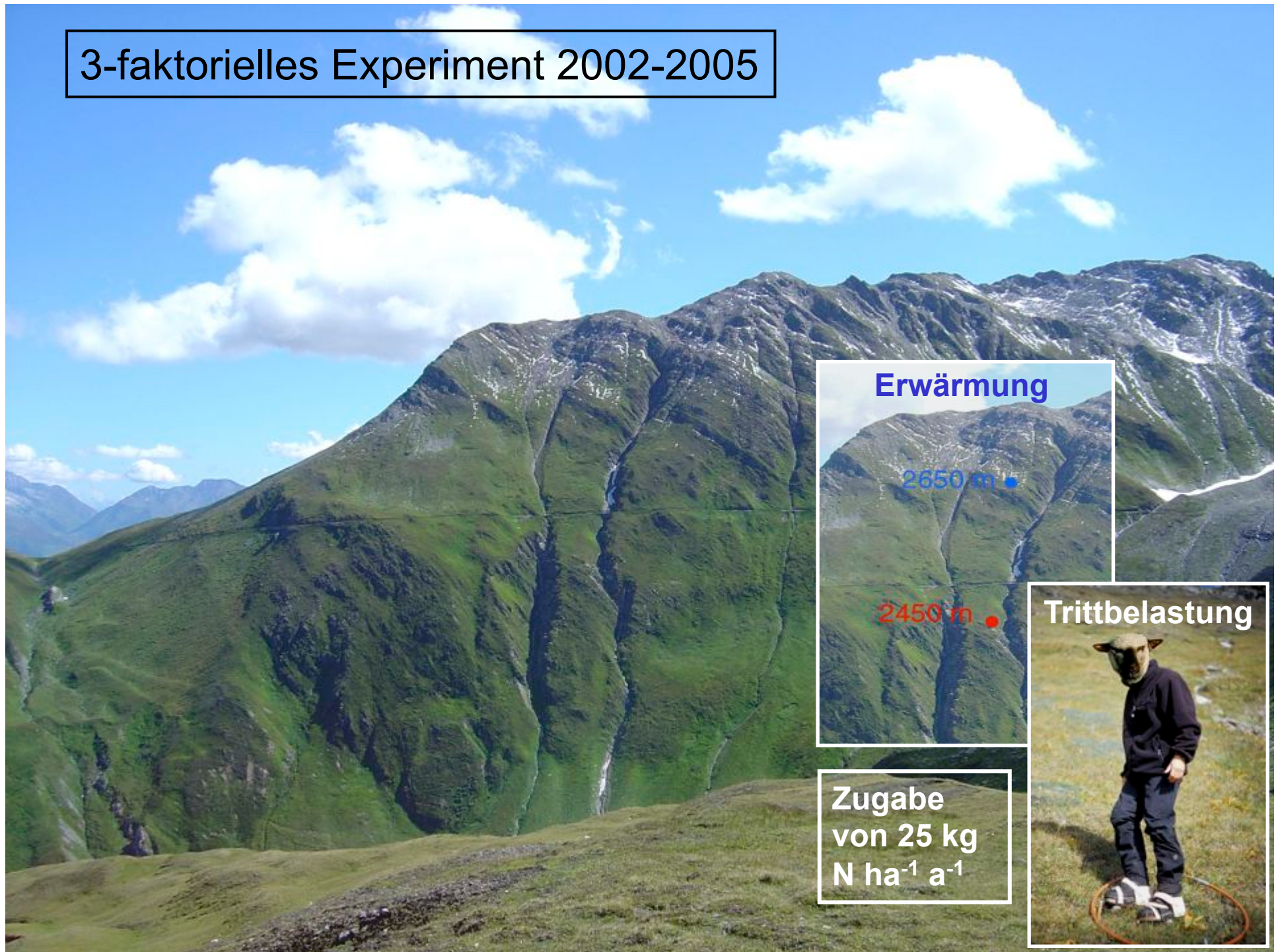


Ch. Körner (2003)
Alpine Plant Life.
Springer, Berlin



Kleinräumige Temperaturdifferenz bis 30 K

3-faktorielles Experiment 2002-2005



Erwärmung

2650 m •

2450 m •

**Zugabe
von 25 kg
 $\text{N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$**

Trittbelastung

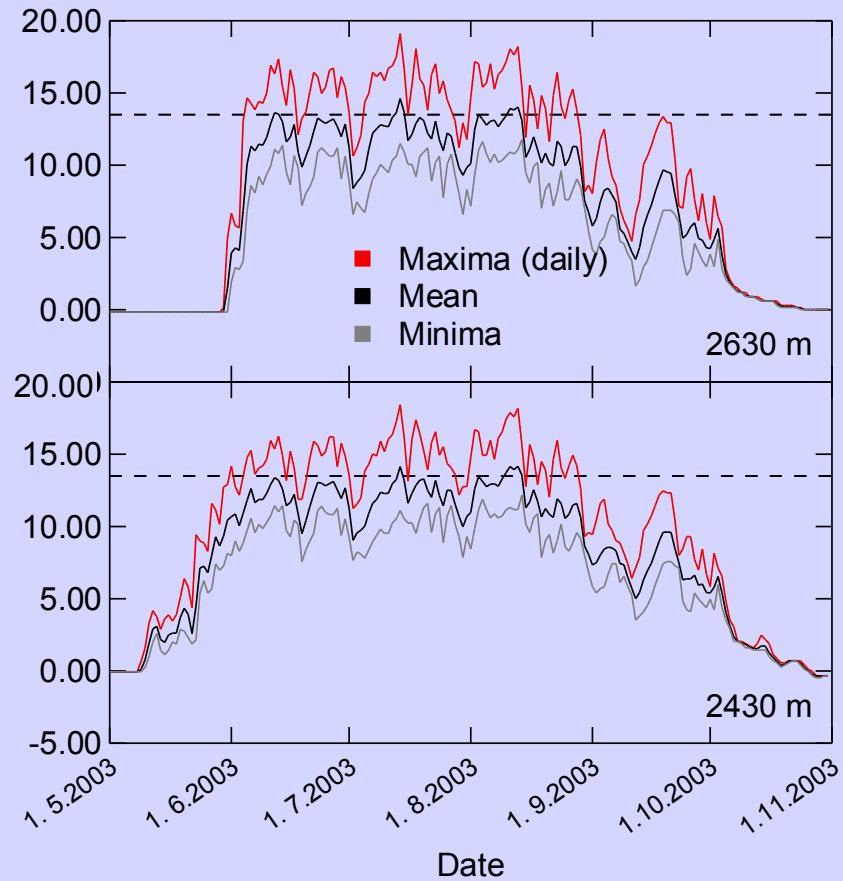


Hitzesommer 2003

- Schneeschmelze rund 1 Monat früher (frühe Bestossung)
- Maximal Bodentemperatur von 19.1°C (+5 K über bisherigen Maximal Temp. 1998-2002)
- Sommerniederschläge nur rund 40% des Vorjahres
- Bodenfeuchte während längeren Perioden $<10\%$, Welkeerscheinungen, frühzeitiges Altern der Pflanzen



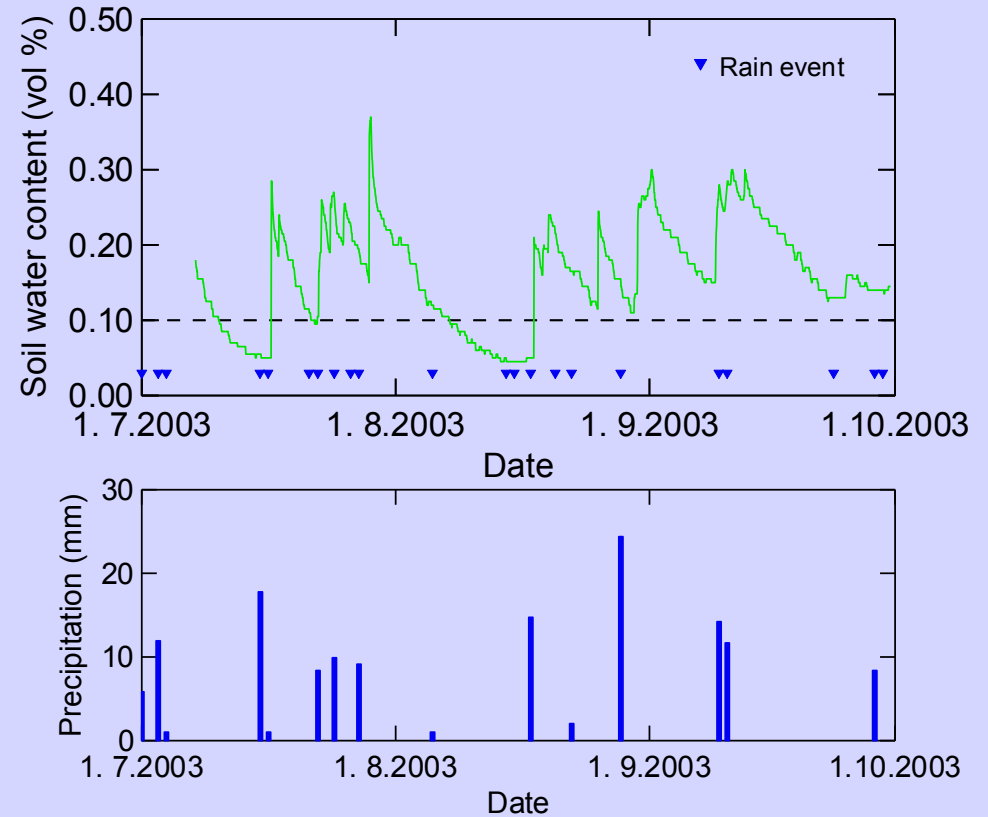
Bodentemperatur (-10 cm)



Vergleichswerte 1998-2002, 2440 m
 8.5° C saisonales Mittel
 13.5° C absolutes Maxima
 -1.4° C absolutes Minima

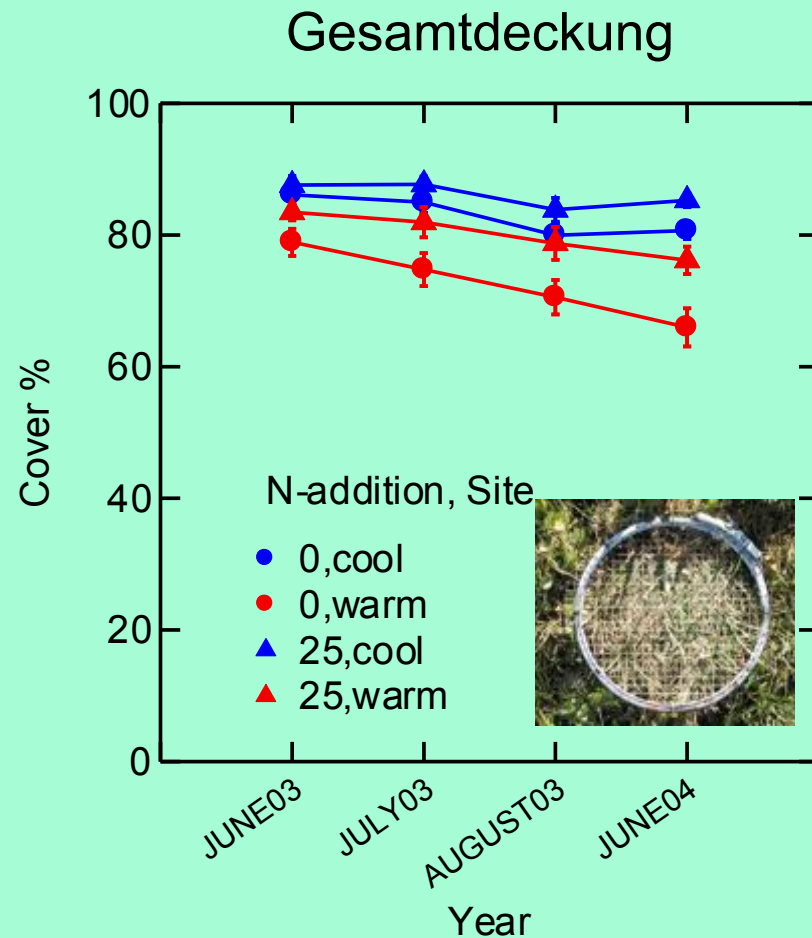
Bodenfeuchte

Soil water content 2003: 0-(-5cm)



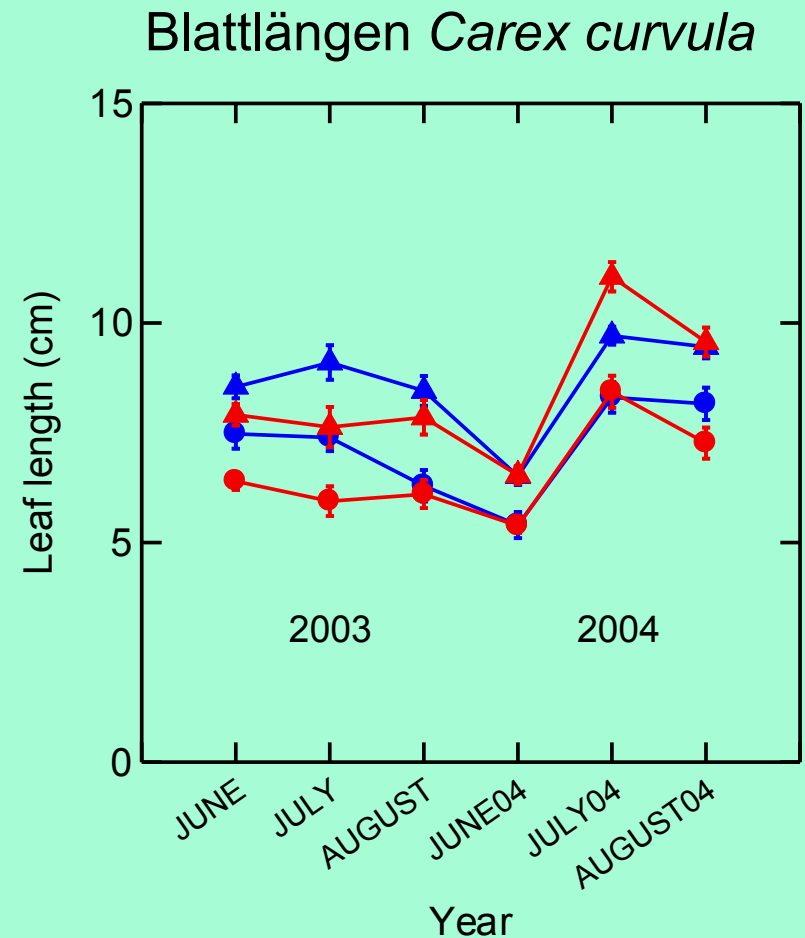
Vergleichswerte 1993-1995, 2470 m
 absolutes Minima von 18 vol%





Deckung 2002 als Kovariable
 Abnahme unter Erwärmung $P < 0.001$
 Zunahme unter N-Gabe $P < 0.001$
 Daten für Trittbelastung ,gepoolt‘

(Repeated measures ANOVA)



Abnahme unter Erwärmung $P < 0.001$
 Zunahme unter N-Gabe $P < 0.01$
 Interaktion N-Gabe und Zeit $P < 0.01$
 Daten für Trittbelastung ,gepoolt‘

Reaktionen der einzelnen Arten auf Erwärmung (2002-2004)

Keine der alpinen Arten zeigte eine (persistente) Zunahme in der Deckung unter Erwärmung

Kurzfristig: *Phleum alpinum* (July 2003, $P < 0.05$),

In 9 Arten deutliche Abnahme in der Deckung

Carex curvula (Segge)

Helictotrichon (Avena) versicolor (Süßgras)

Alchemilla pentaphylla

Gentiana purpurea/punctata

Gnaphalium supinum

Homogyne alpinum

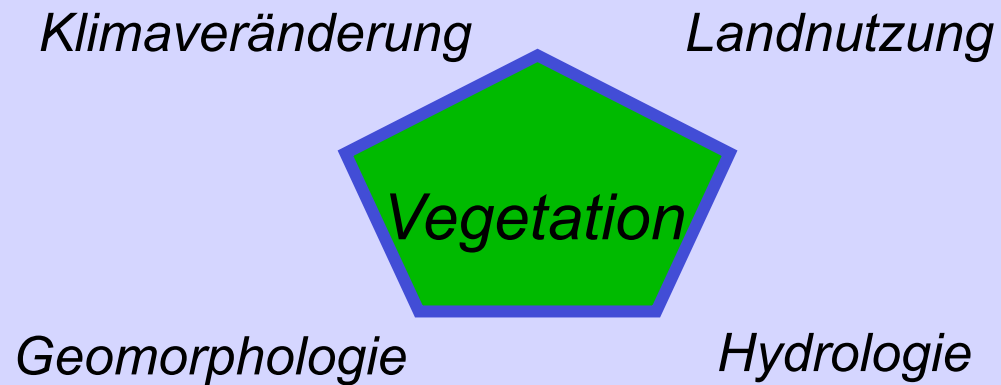
Leontodon helveticus

Ligusticum mutellina/-oides

Soldanella pusilla

Auffällig: ↓ Vertreter von Schneetälchen-Gesellschaften

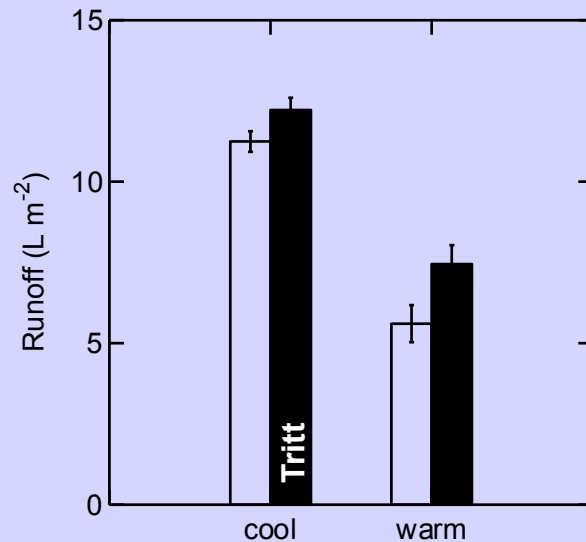
Alpine Böden – Stabilität



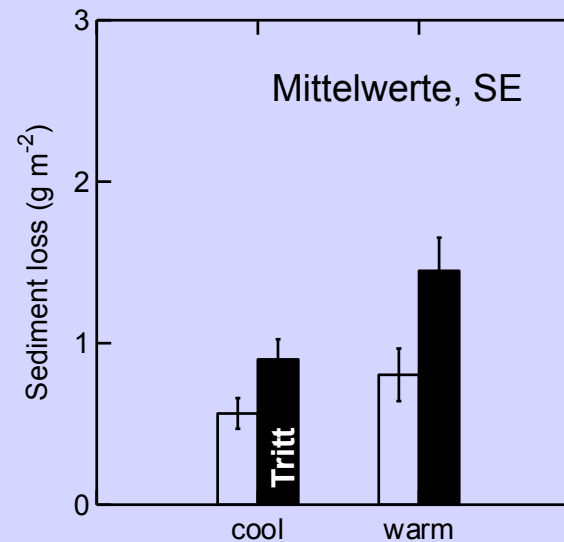
Zunahme des mittleren
Gebietsabflusses in
höheren Gebirgslagen
IPCC, 2001



Oberflächenabfluss



Sedimentabtrag



- Abfluss↓ unter Erwärmung $P < 0.001$
 ↑ unter Tritt $P < 0.001$

Multiples Reg.modell $R^2 = 0.8112$, $n = 79$, $P < 0.001$

- Sedimentabtrag ↑ unter Erwärmung $P < 0.01$
 ↑ unter Tritt $P < 0.05$

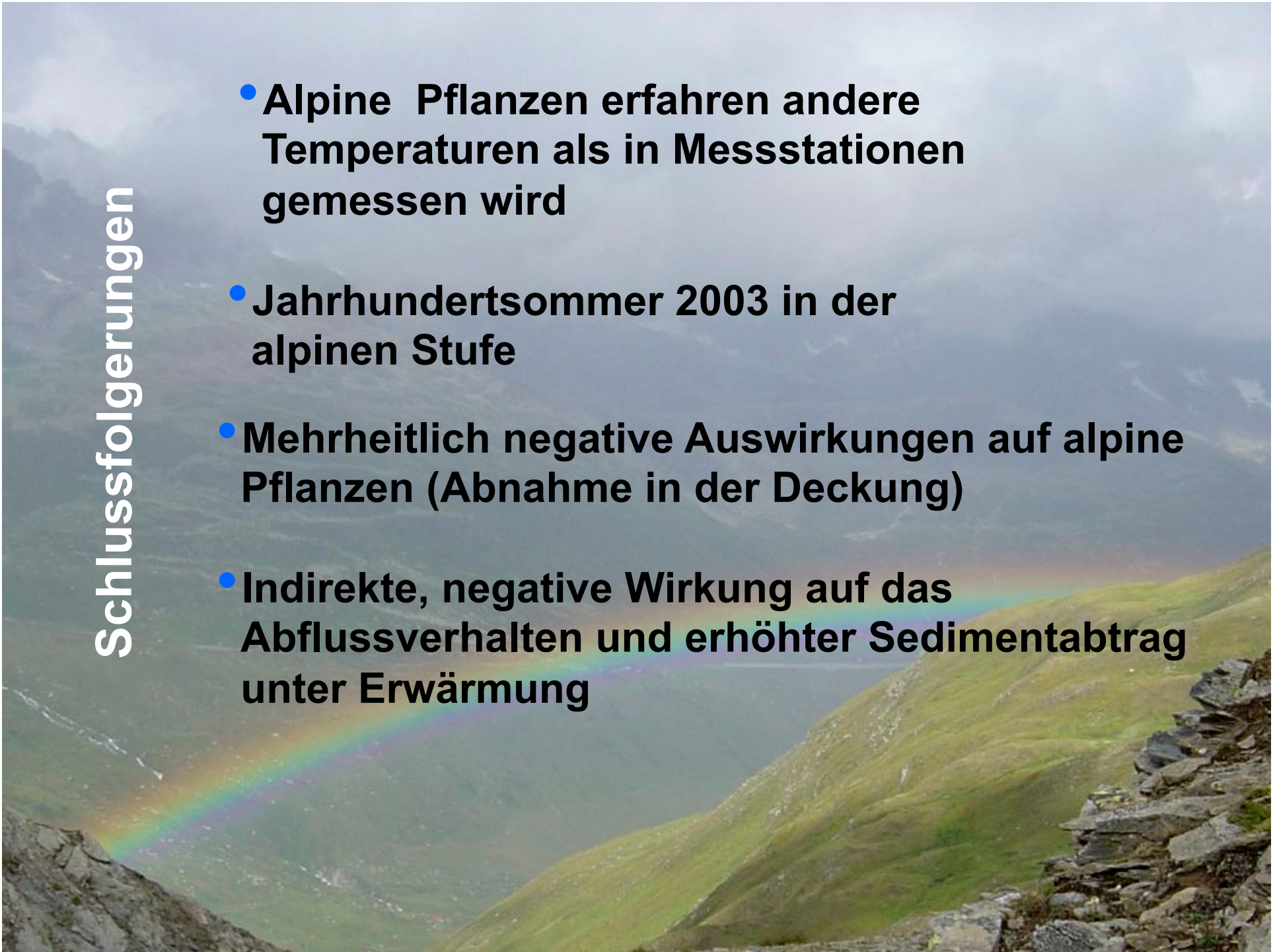
Multiples Reg.modell $R^2 = 0.2897$, $n = 77$, $P < 0.01$

Regensimulator
Regenereignis 16 mm



Schlussfolgerungen

- Alpine Pflanzen erfahren andere Temperaturen als in Messstationen gemessen wird
- Jahrhundertsommer 2003 in der alpinen Stufe
- Mehrheitlich negative Auswirkungen auf alpine Pflanzen (Abnahme in der Deckung)
- Indirekte, negative Wirkung auf das Abflussverhalten und erhöhter Sedimentabtrag unter Erwärmung



Hitzesommer 2003

Unkraut-Monitoring im Hinterrheintal

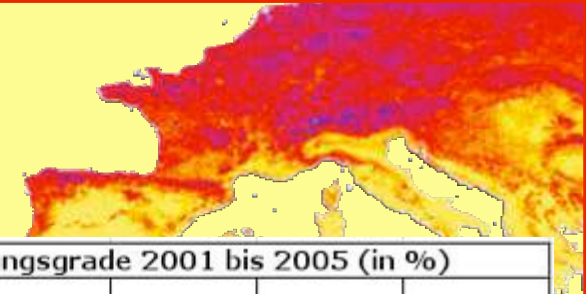
(Andeer, ca. 1000 m ü.M.)

2001 – 2005

Conradin A. Burga

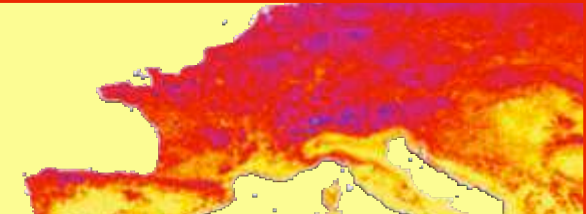
Geographisches Institut der Universität Zürich

Botanische Taxa



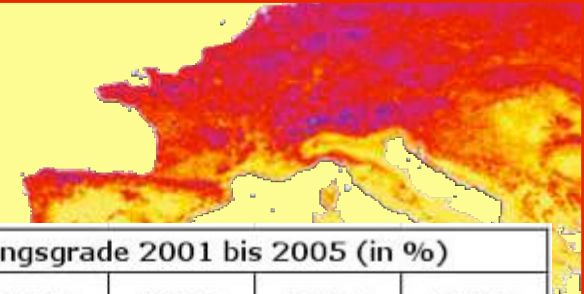
a) Gräser und Kräuter	Blütezeit/ Höhenst.	ökolog. Gr./ Lebensf.	F-/T- Zahl	Deckungsgrade 2001 bis 2005 (in %)				
				2001	2002	2003	2004	2005
<i>Poa annua</i> / <i>P. supina</i>	I-XII/coll-sa	U/u	3/3	5-25	5-25	5-25	5-25	5-25
<i>Festuca rubra</i> s. latiss.	VI-IX/collalp	F/h	3/x	r	r	5-10	r	r
<i>Taraxacum officinale</i> s. latiss.	IV-VI/coll-sa	U/h	3/4	5-25	5-25	20-30	5-25	5-25
<i>Plantago major</i> ssp. major	VI-X/coll-sa	U/h	3/3	5-10	5-10	10-15	5-10	5-10
<i>Conyza canadensis</i>	VII-IX/coll	P,N/u	2/4	0-1	0-1	15-25	1-5	1-5
<i>Arenaria serpyllifolia</i> sstr.	/coll-mont	U/u	1/4	r	r	15-25	10-20	0-1
<i>Cardamine hirsuta</i>	III-V/collmo	U/u	3/4	0	r	15-25	5-15	1-5
<i>Trifolium repens</i>	V-IX/coll-sa	F/h	3w/3	10-15	10-15	15-25	15-25	1-5
<i>Medicago lupulina</i>	V-IX/collmo	F/u	2/4	1-5	1-5	5-10	5-10	1-5
<i>Erigeron acer</i> ssp. acer	VI-IX/collmo	P/h	2/4	r	r	1-5	1-5	r
<i>Matricaria discoidea</i>	V-IX/coll-sa	U,N/t	3/4	r	r	1-5	0-1	r
<i>Stellaria media</i> agg.	I-XII/coll-sa	U/u	3/3	0	r	r	1-5	r
<i>Polygonum aviculare</i> sstr.	VI-X/collmo	U/t	3/4	r	r	1-5	r	0
<i>Malva neglecta</i>	VI-IX	U/u	2/3	r	r	r	r	r
<i>Fragaria vesca</i>	IV-VI/coll-sa	W/h	3/3	r	r	1-5	1-5	r
<i>Cirsium arvense</i>	VII-IX/collm	U/g	3/4	r	r	1-5	r	r
<i>Sonchus oleraceus</i>	VI-X/collmo	U/u	3/4	r	r	1-2	1-2	r
<i>Epilobium montanum</i> /E. collinum	VI-VIII/cosa	U/h	3/3	1-5	1-5	3-10	3-5	1-5

Botanische Taxa



a) Gräser und Kräuter	Blütezeit/ Höhenst.	ökolog. Gr./ Lebensf.	F-/T- Zahl	Deckungsgrade 2001 bis 2005 (in %)				
				2001	2002	2003	2004	2005
Sagina procumbens	V-IX/coll-sa	U/c	3w/3	r	r	1-5	1-2	r
Cerastium fontanum s.l.	IV-X/coll-mo	U/c	3/3	r	r	r	1-5	r
Plantago media	V-VII/coll-sa	T/h	2/3	r	r	1-5	1-5	r
Geum urbanum	V-VIII/collsa	W/h	3/4	r	r	1-3	r	r
Ranunculus repens	V-IX/coll-sa	U/h	4w/3	r	r	r	r	r
Galium mollugo agg.	VI-X/coll-sa	W/h	3/3	0	0	1-5	r	r
Chelidonium majus	IV-IX/collmo	U/h	3/4	0	0	1-5	0-1	r
Aethusa cynapium	VI-X/collmo	U/u	3/3	0	0	1-2	r	0
Aquilegia spec.	V-VII/coll-sa	W/h	3/3	0	0	1-2	r	r
Urtica urens	VI-IX/collmo	U/t	2/3	r	r	1-2	r	r
Borago officinalis	V-VIII/collm	U,N/t	2/5	0	0	r	r	r
Asparagus tenuifolius	V/ coll-mont	W/g	1/5	0	0	r	r	0
Verbascum thapsus s.l.	VI-IX/coll-sa	U/u	2/4	r	r	r	r	r
Galeopsis tetrahit	VI-X/coll-sa	U/t	3/3	0	0	0	0	r
Chenopodium album	VII-IXcoll-sa	U/t	2/3	0	0	0	0	r
Valerianella locusta	IV-V/coll-mo	U/u	3/4	0	0	0	0	r
Geranium robertianum s.l.	V-X coll-mo	U/u	3/3	r	r	r	r	r
Eupatorium cannabinum	VII-IX/collm	S/h	4w/4	0	0	0	1-3	0

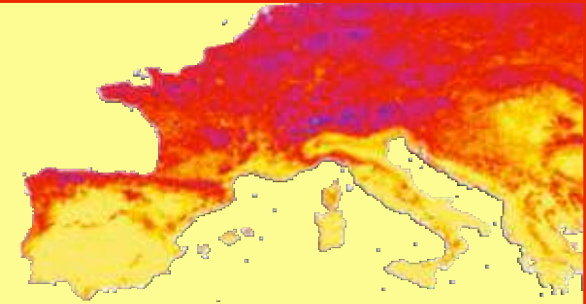
Botanische Taxa



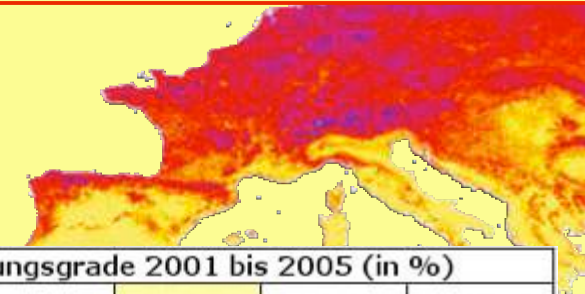
b) Holzpflanzen	Blütezeit/Höhenst.	ökolog. Gr./Lebensf.	F-/T-Zahl	Deckungsgrade 2001 bis 2005 (in %)				
				2001	2002	2003	2004	2005
Betula pendula	IV-V/coll-sa	W/p	x/3	0	0	r	r	r
Sorbus aucuparia	V-VI/coll-sa	W/p	3/3	0	0	r	r	r
Sambucus nigra	V-VI/coll-mo	W/(p)n	4/4	0	r	1-2	r	r
Rubus idaeus	V/VII/coll-sa	W/n	3/3	0	0	r	r	r
Prunus padus s.l.	IV-VI/collmo	W/p	4w/4	0	0	r	r	0
Ribes rubrum	IV-V/collmo	K/n	4/3	0	0	r	r	r
Berberis vulgaris	V-VI/coll-sa	W/n	2/3	0	0	r	r	0
Salix purpurea s.l.	III-V/coll-mo	P/p	3w/4	0	0	r	r	0
Salix caprea	III-V/coll-sa	W/p	3w/3	0	0	r	r	0
Parthenocissus tricuspidata	VI-VIII/coll	K/p	3/4	0	0	r	r	0
Picea abies	V/mont-sa	W/I	3/2	0	0	r	r	r
Thuja occidentalis	IV/coll	K/I	3w/4	0	0	r	r	0

c) Farnpflanzen, Moose	Blütezeit/Höhenst.	ökolog. Gr./Lebensf.	F-/T-Zahl	Deckungsgrade 2001 bis 2005 (in %)				
				2001	2002	2003	2004	2005
Athyrium filix-femina	VII-IX/collsa	W/h	3/3	0	0	r	r	0
Marchantia alpestris	/mont-alpin	U/H	7/2	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5

Aufnahmequadrate

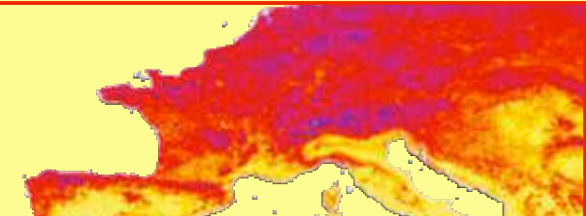


Botanische Taxa



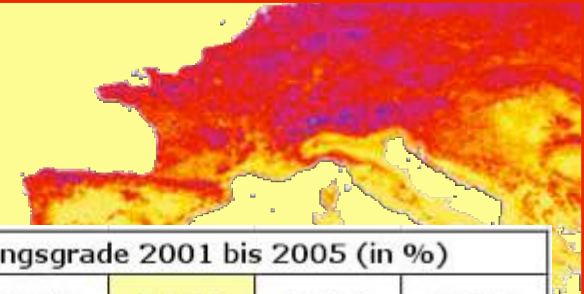
a) Gräser und Kräuter	Blütezeit/ Höhenst.	ökolog. Gr./ Lebensf.	F-/T- Zahl	Deckungsgrade 2001 bis 2005 (in %)				
				2001	2002	2003	2004	2005
<i>Poa annua/ P. supina</i>	I-XII/coll-sa	U/u	3/3	5-25	5-25	5-25	5-25	5-25
<i>Festuca rubra s. latiss.</i>	VI-IX/collalp	F/h	3/x	r	r	5-10	r	r
<i>Taraxacum officinale s. latiss.</i>	IV-VI/coll-sa	U/h	3/4	5-25	5-25	20-30	5-25	5-25
<i>Plantago major ssp. major</i>	VI-X/coll-sa	U/h	3/3	5-10	5-10	10-15	5-10	5-10
<i>Conyza canadensis</i>	VII-IX/coll	P,N/u	2/4	0-1	0-1	15-25	1-5	1-5
<i>Arenaria serpyllifolia sstr.</i>	/coll-mont	U/u	1/4	r	r	15-25	10-20	0-1
<i>Cardamine hirsuta</i>	III-V/collmo	U/u	3/4	0	r	15-25	5-15	1-5
<i>Trifolium repens</i>	V-IX/coll-sa	F/h	3w/3	10-15	10-15	15-25	15-25	1-5
<i>Medicago lupulina</i>	V-IX/collmo	F/u	2/4	1-5	1-5	5-10	5-10	1-5
<i>Erigeron acer ssp. acer</i>	VI-IX/collmo	P/h	2/4	r	r	1-5	1-5	r
<i>Matricaria discoidea</i>	V-IX/coll-sa	U,N/t	3/4	r	r	1-5	0-1	r
<i>Stellaria media agg.</i>	I-XII/coll-sa	U/u	3/3	0	r	r	1-5	r
<i>Polygonum aviculare sstr.</i>	VI-X/collmo	U/t	3/4	r	r	1-5	r	0
<i>Malva neglecta</i>	VI-IX	U/u	2/3	r	r	r	r	r
<i>Fragaria vesca</i>	IV-VI/coll-sa	W/h	3/3	r	r	1-5	1-5	r
<i>Cirsium arvense</i>	VII-IX/collm	U/g	3/4	r	r	1-5	r	r
<i>Sonchus oleraceus</i>	VI-X/collmo	U/u	3/4	r	r	1-2	1-2	r
<i>Epilobium montanum/E. collinum</i>	VI-VIII/cosa	U/h	3/3	1-5	1-5	3-10	3-5	1-5

Botanische Taxa



a) Gräser und Kräuter	Blütezeit/ Höhenst.	ökolog. Gr./ Lebensf.	F-/T- Zahl	Deckungsgrade 2001 bis 2005 (in %)				
				2001	2002	2003	2004	2005
<i>Sagina procumbens</i>	V-IX/coll-sa	U/c	3w/3	r	r	1-5	1-2	r
<i>Cerastium fontanum</i> s.l.	IV-X/coll-mo	U/c	3/3	r	r	r	1-5	r
<i>Plantago media</i>	V-VII/coll-sa	T/h	2/3	r	r	1-5	1-5	r
<i>Geum urbanum</i>	V-VIII/collsa	W/h	3/4	r	r	1-3	r	r
<i>Ranunculus repens</i>	V-IX/coll-sa	U/h	4w/3	r	r	r	r	r
<i>Galium mollugo</i> agg.	VI-X/coll-sa	W/h	3/3	0	0	1-5	r	r
<i>Chelidonium majus</i>	IV-IX/collmo	U/h	3/4	0	0	1-5	0-1	r
<i>Aethusa cynapium</i>	VI-X/collmo	U/u	3/3	0	0	1-2	r	0
<i>Aquilegia spec.</i>	V-VII/coll-sa	W/h	3/3	0	0	1-2	r	r
<i>Urtica urens</i>	VI-IX/collmo	U/t	2/3	r	r	1-2	r	r
<i>Borago officinalis</i>	V-VIII/collm	U,N/t	2/5	0	0	r	r	r
<i>Asparagus tenuifolius</i>	V/ coll-mont	W/g	1/5	0	0	r	r	0
<i>Verbascum thapsus</i> s.l.	VI-IX/coll-sa	U/u	2/4	r	r	r	r	r
<i>Galeopsis tetrahit</i>	VI-X/coll-sa	U/t	3/3	0	0	0	0	r
<i>Chenopodium album</i>	VII-IXcoll-sa	U/t	2/3	0	0	0	0	r
<i>Valerianella locusta</i>	IV-V/coll-mo	U/u	3/4	0	0	0	0	r
<i>Geranium robertianum</i> s.l.	V-X coll-mo	U/u	3/3	r	r	r	r	r
<i>Eupatorium cannabinum</i>	VII-IX/collm	S/h	4w/4	0	0	0	1-3	0

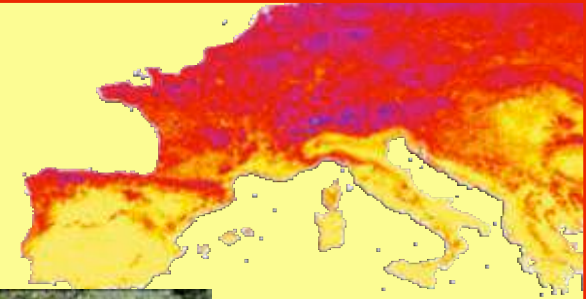
Botanische Taxa



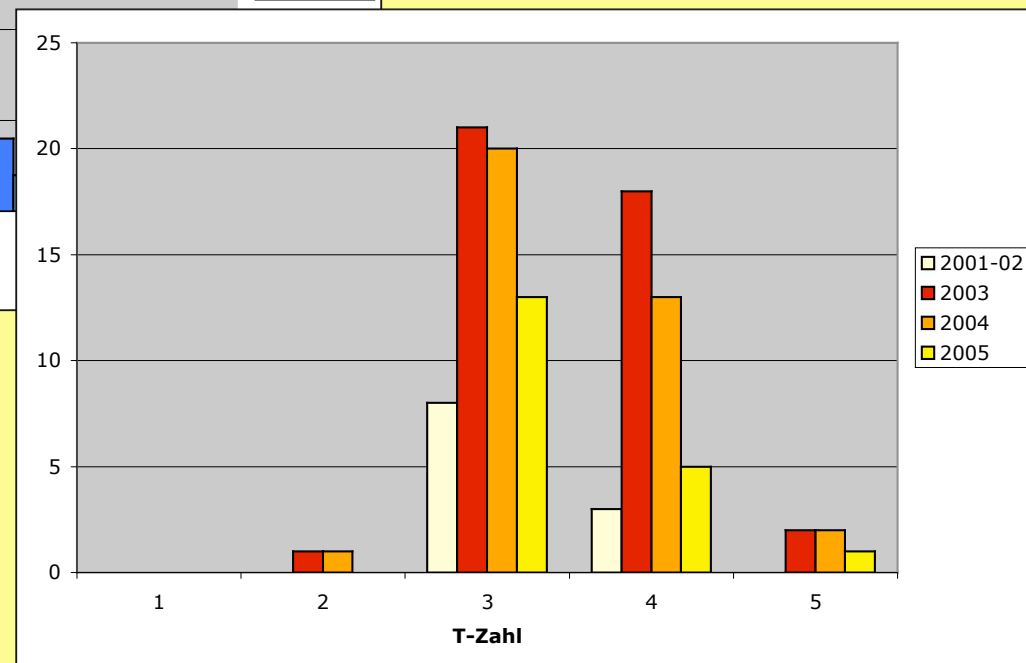
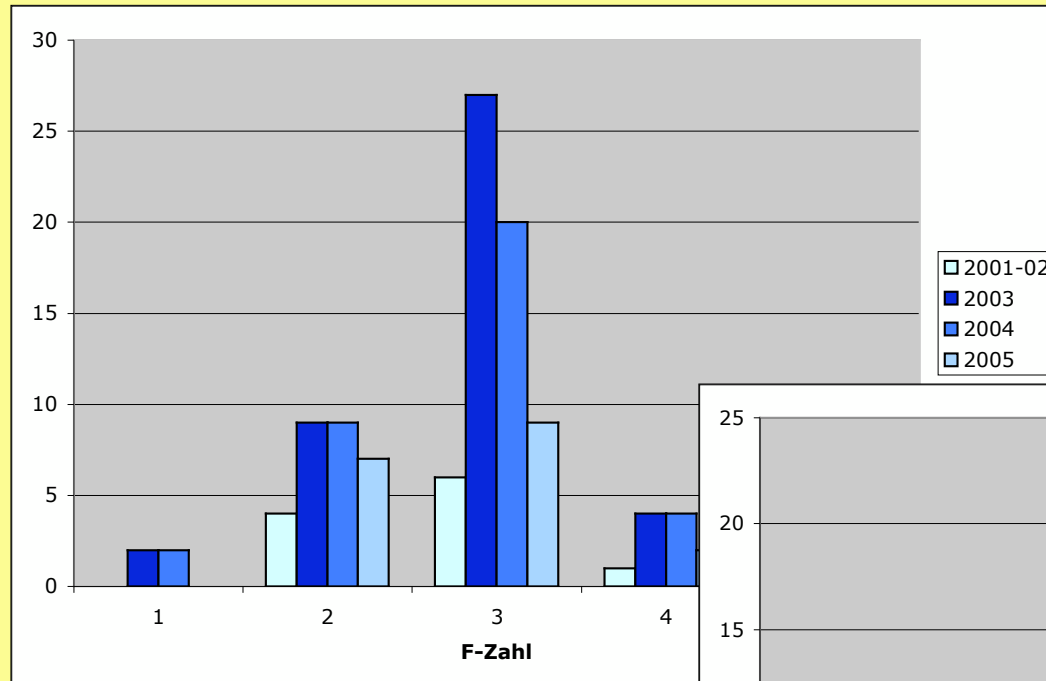
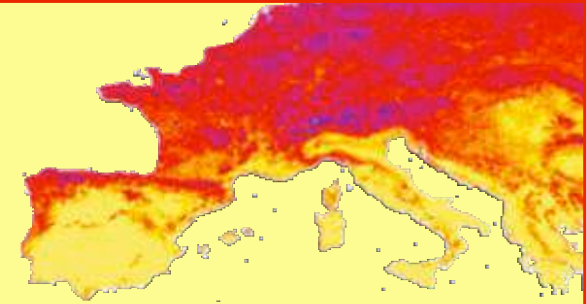
b) Holzpflanzen	Blütezeit/Höhenst.	ökolog. Gr./Lebensf.	F-/T-Zahl	Deckungsgrade 2001 bis 2005 (in %)				
				2001	2002	2003	2004	2005
Betula pendula	IV-V/coll-sa	W/p	x/3	0	0	r	r	r
Sorbus aucuparia	V-VI/coll-sa	W/p	3/3	0	0	r	r	r
Sambucus nigra	V-VI/coll-mo	W/(p)n	4/4	0	r	1-2	r	r
Rubus idaeus	V-VII/coll-sa	W/n	3/3	0	0	r	r	r
Prunus padus s.l.	IV-VI/collmo	W/p	4w/4	0	0	r	r	0
Ribes rubrum	IV-V/collmo	K/n	4/3	0	0	r	r	r
Berberis vulgaris	V-VI/coll-sa	W/n	2/3	0	0	r	r	0
Salix purpurea s.l.	III-V/coll-mo	P/p	3w/4	0	0	r	r	0
Salix caprea	III-V/coll-sa	W/p	3w/3	0	0	r	r	0
Parthenocissus tricuspidata	VI-VIII/coll	K/p	3/4	0	0	r	r	0
Picea abies	V/mont-sa	W/I	3/2	0	0	r	r	r
Thuja occidentalis	IV/coll	K/I	3w/4	0	0	r	r	0

c) Farnpflanzen, Moose	Blütezeit/Höhenst.	ökolog. Gr./Lebensf.	F-/T-Zahl	Deckungsgrade 2001 bis 2005 (in %)				
				2001	2002	2003	2004	2005
Athyrium filix-femina	VII-IX/collsa	W/h	3/3	0	0	r	r	0
Marchantia alpestris	/mont-alpin	U/H	7/2	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5

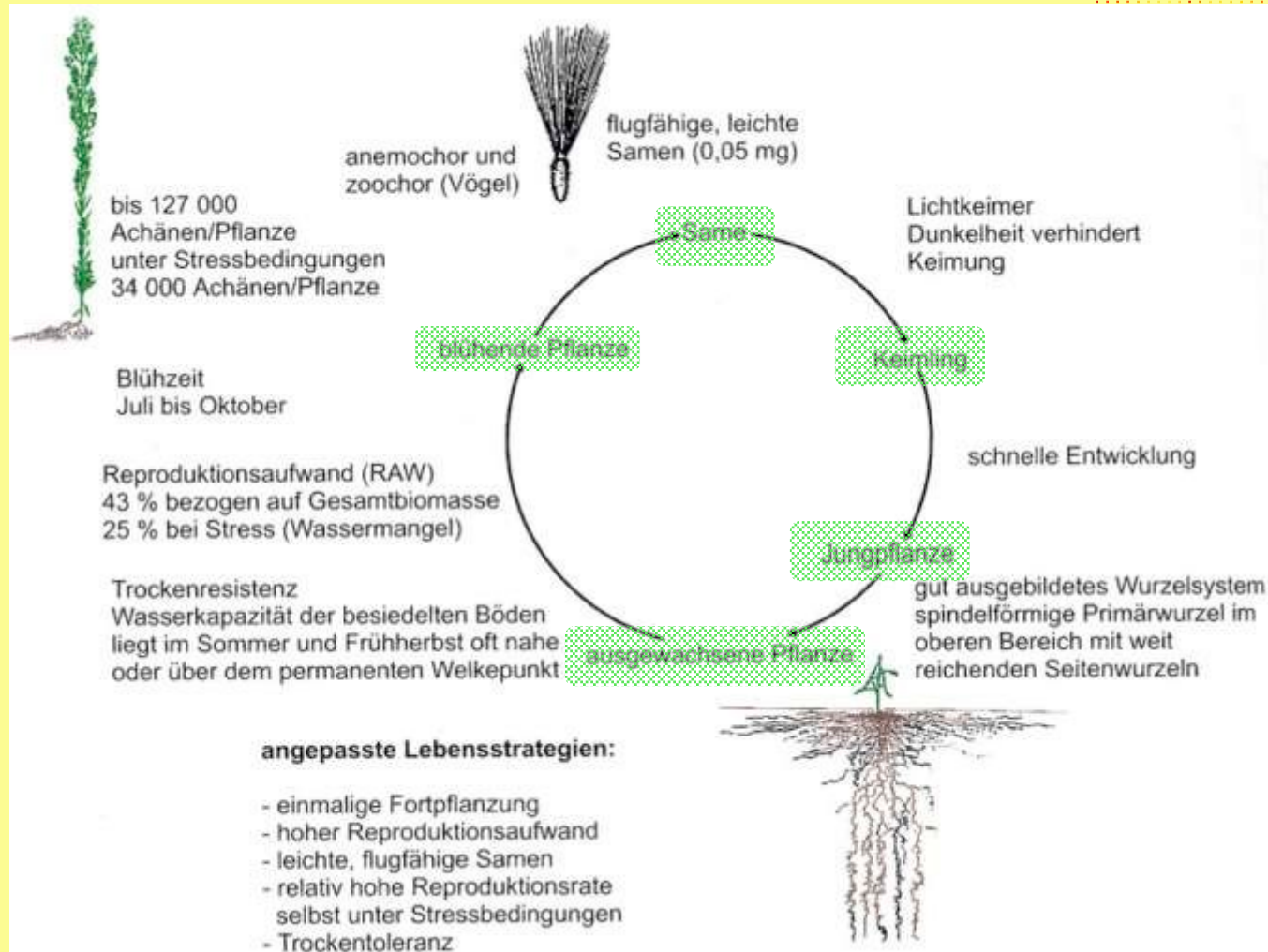
Asparagus tenuifolius aus den
Eichen- und Kastanienwäldern
des Misox' und Tessins



F- und T- Zahl



Lebenszyklus der einjährigen Pflanze Kanadisches Berufkraut (*Conyza canadensis*)



Quelle: Wenzel & Gerhardt (1993)

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit

Diagnosis of drought and ozone effects on the foliage of mature beech trees during the summer of 2003

**Pierre Vollenweider¹, Marc Laverrière¹, Gustav Schneider¹, Beat Rihm²,
Terry Menard¹, Marcus Schaub¹, Madeleine S. Günthardt-Goerg¹**

¹Swiss Federal Research Institute for Forest, Snow and
Landscape Research, 8903 Birmensdorf



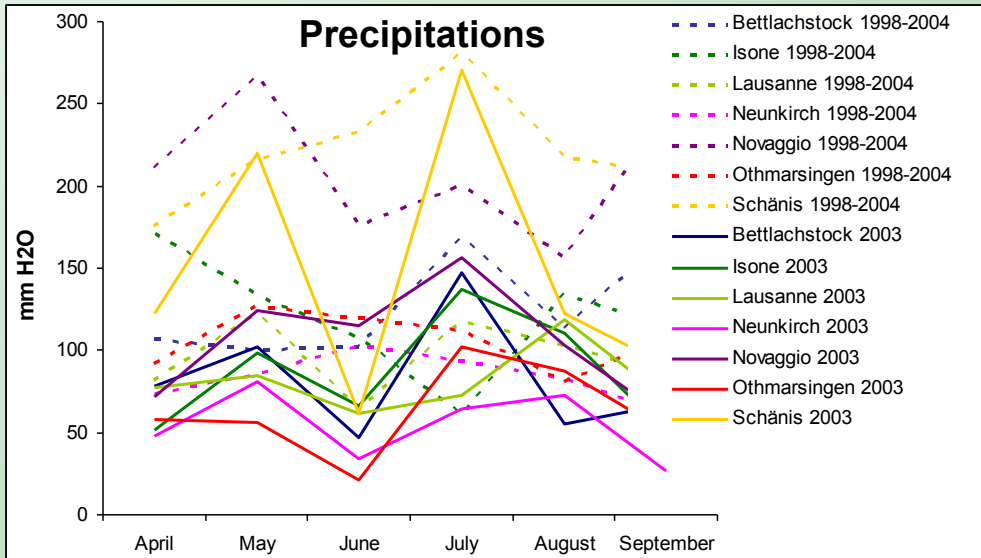
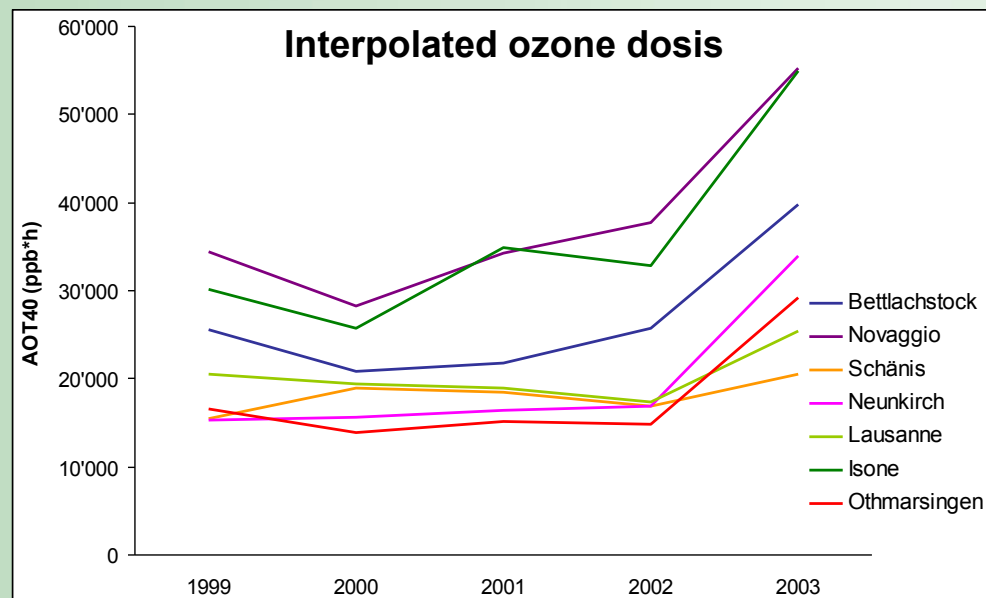
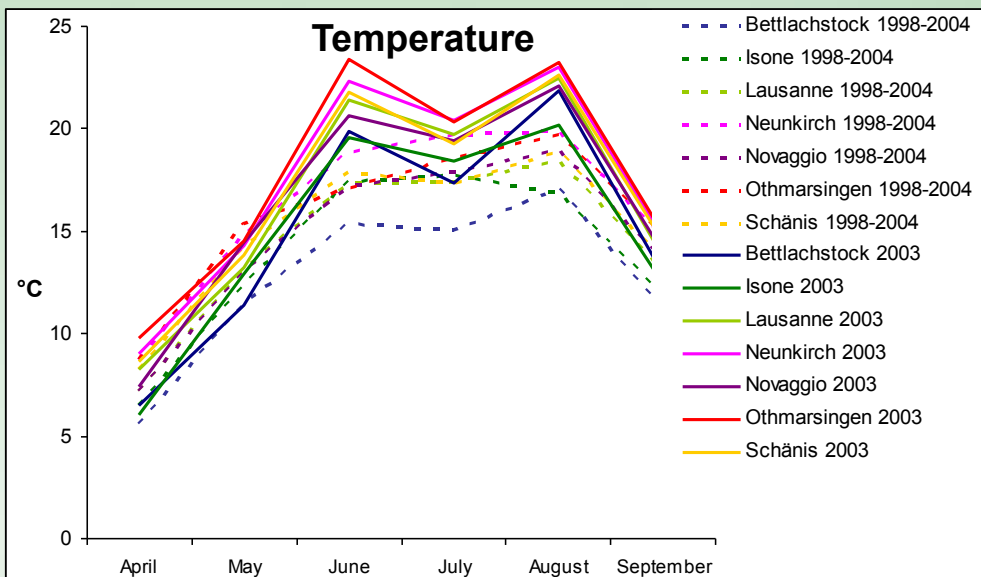
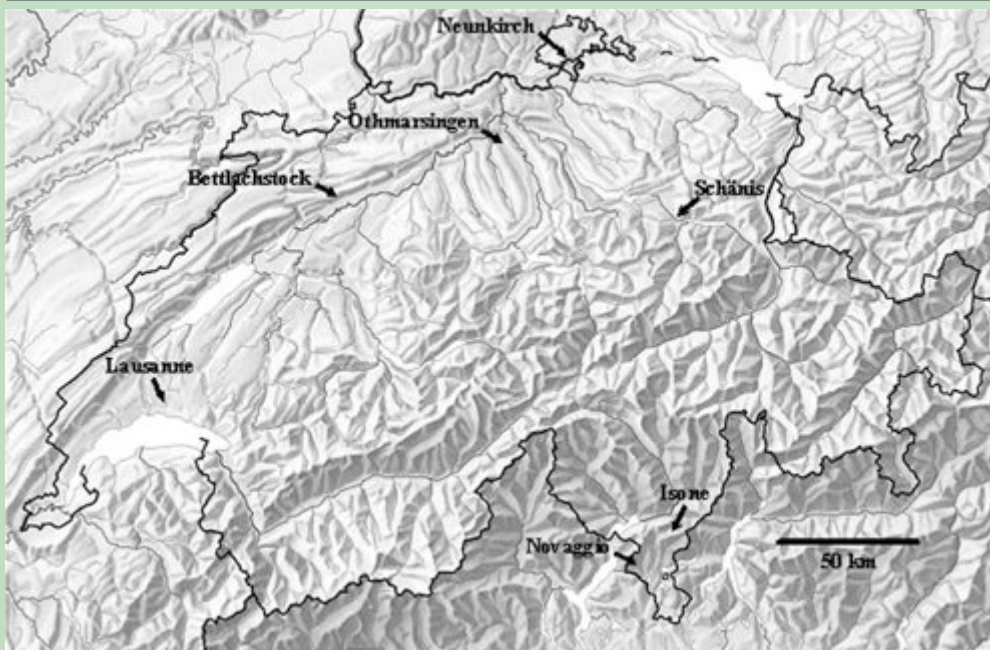
²Meteotest, 3012 Bern



Plan

- **Climatic conditions and ozone pollution in the Swiss LWF/level II plots**
- **Diagnosis of heat and drought symptoms**
- **Diagnosis of ozone symptoms**
- **Stress and defense reactions in the leaves**
- **Concluding remarks**

Climatic conditions and ozone pollution in the Swiss LWF/level II plots



Diagnosis of heat and drought symptoms

Spruce



Salquenen (VS), 28.08.03



beech



Diagnosis of ozone symptoms

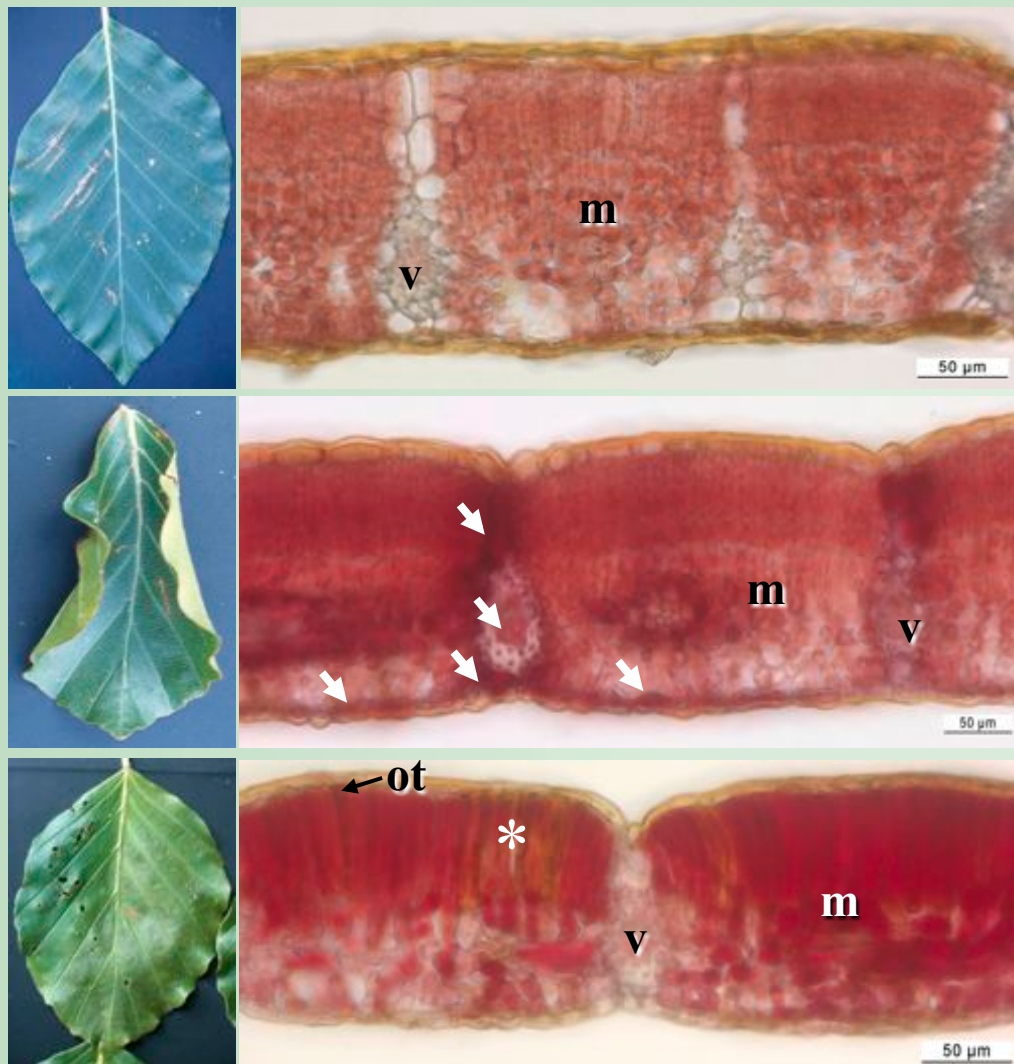
Isona (TI), 13.09.03

beech

Spruce



Stress and defense reactions in the leaves of beech



Concluding remarks

☛ Climatic conditions and ozone pollution:

- The vegetation season (April-September) in 2003 was exceptionally hot, dry and polluted with ozone in the seven LWF/level II plots under investigation:
 - the mean TEMPERATURE exceeded the 1998-2004 average by 1.7 degrees
 - the total PRECIPITATIONS were 44 % lower than the 1998-2004 averages
 - the OZONE DOSIS was 1.5 times higher on average than between 1999-2003.

☛ drought and ozone symptoms in beech:

- Leaf curling indicating DROUGHT STRESS was frequent
 - Stress reactions were increased along the water pathway inside the leaves
- Gradients of bronzing indicating OZONE STRESS were found at all sites
 - the better light exposed layers in the assimilating tissues showed an increased oxidative stress and hypersensitive stress reactions

☛ BEECH CROWNS SHOWED DISTINGUISHABLE STRESS REACTIONS TO THE ELEVATED DROUGHT AND OZONE CONDITIONS ☛



Der Einfluss von Trockenheit, i.spez. des Hitzesommers 2003, auf die grossflächigen Absterbeprozesse in den Walliser Waldföhrenwäldern

**Matthias Dobbertin, Elizabeth Graf-Pannatier und
Andreas Rigling**

Swiss Federal Institute for Forest Snow and Landscape Research WSL, Birmensdorf,
Switzerland

Walddynamik
PROGRAMM





Warum ist das Wallis besonders?



- Trockenster Standort der Schweiz
- Häufige Trockenperioden wie 2003
- Am meisten heisse Tage in der Schweiz
- 2003 extrem trocken und 2004 sehr trocken
- In Trockenjahren wird die Niederschlagsgrenze für Wald erreicht
- Im Wallis werden schon seit Jahren hohe Absterberaten von Föhren beobachtet
- Diese könnten langfristig die Waldfunktionen beeinträchtigen.



Niederschlag im Wallis



	1961-90	2003	2004	1998	1921
Ackersand:	521 mm	300 mm	457 mm	387 mm	
Grächen:	523 mm	360 mm	570 mm	490 mm	333 mm
Zermatt:	611 mm	305 mm	457 mm	483 mm	493 mm
Visp:	599 mm	345 mm	528 mm	398 mm	305 mm
Siders:	664 mm	408 mm	566 mm	479 mm	245 mm
Sion:	598 mm	427 mm	477 mm	486 mm	264 mm
Fey:	542 mm	378 mm	395 mm	450 mm	
	100 %	50-72 %	73-109 %	66-93 %	37-81 %
Durchschnitt:	580 mm	360 mm	493 mm	453 mm	328 mm

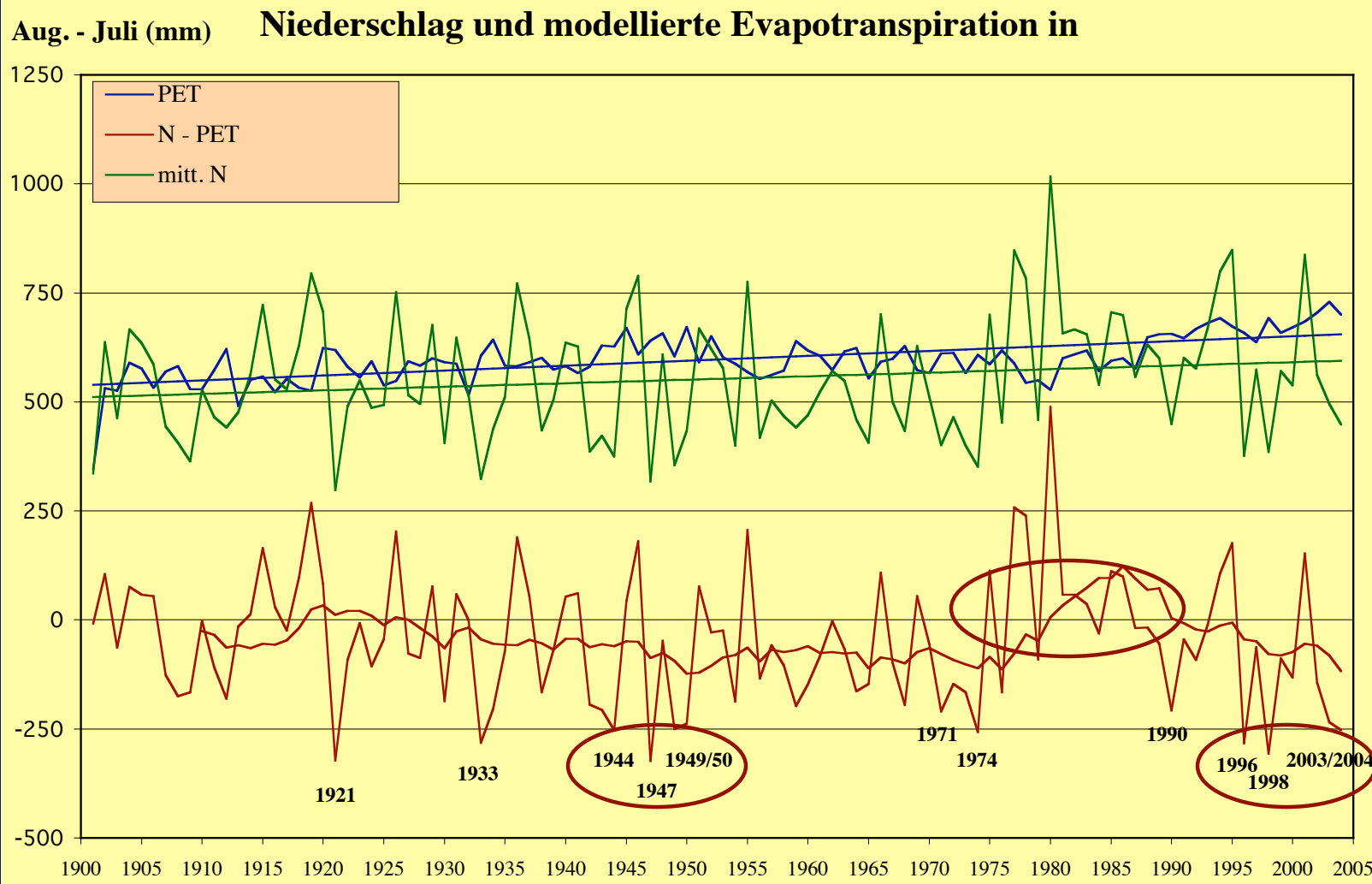


Niederschlag und Verdunstung in Visp



Niederschlag leicht angestiegen, potentielle Verdunstung angestiegen, Trockenheit Ende 40er, Mitte 70er und seit 1996.

(MeteoSwiss station Visp)





Untersuchungsgebiete



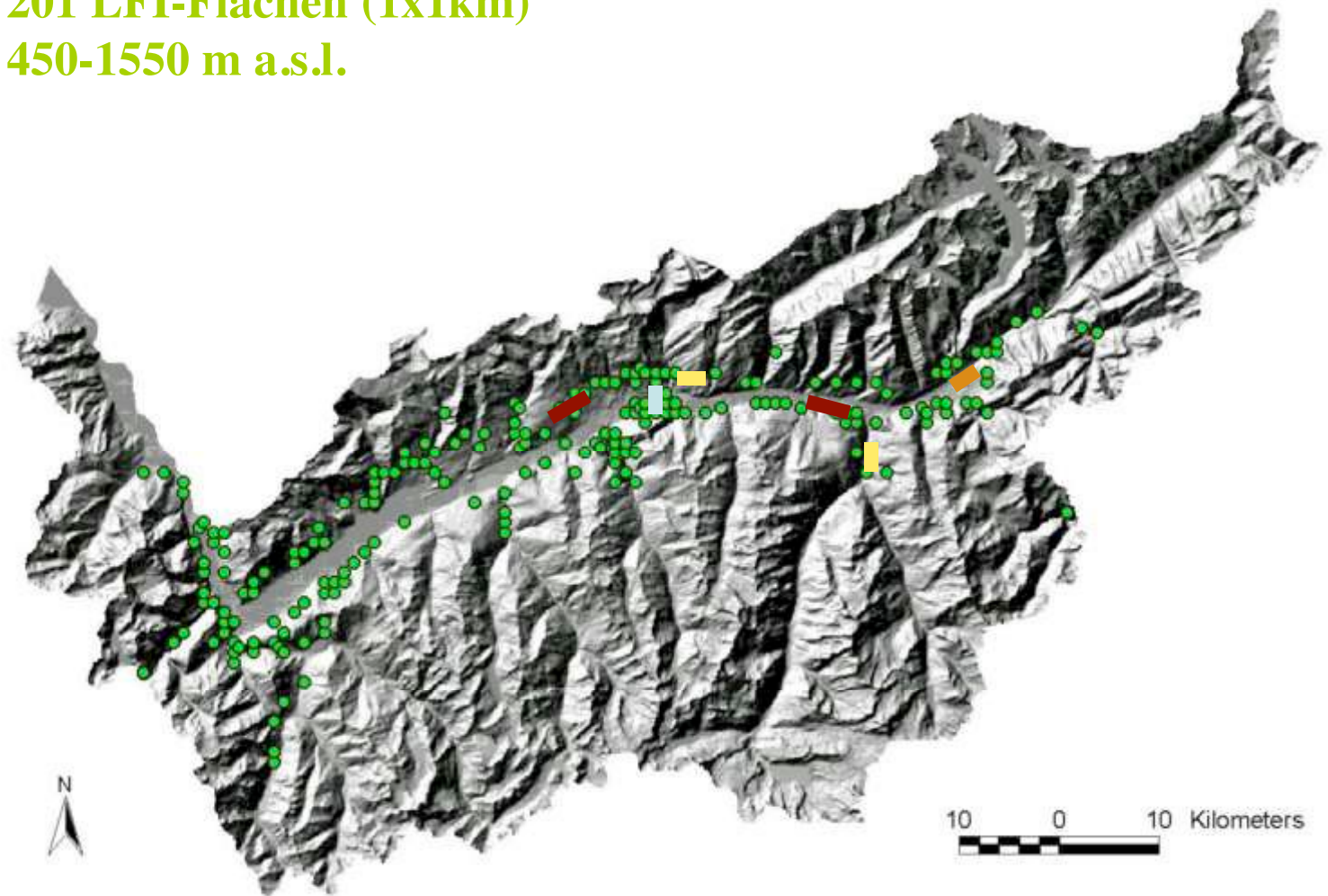
**Langfristige Wald
Forschungs-
Flächen**

**Pathologie-
Versuchsfläche**

**Bewässerungs-
fläche**

**Bewirtschaftungs-
versuchsfläche**

**201 LFI-Flächen (1x1km)
450-1550 m a.s.l.**





Mortalität im Jahr 2003



- Sanasilva jährlich (1985-2000): 0.3%
- Wallis-Föhren, Sanasilva 0.3%
- Sanasilva 2003-2004: 0.8%

- Visp (Juli 2003 - Juli 2004): 26.4%
- Salgesch (Mai 2003 - Mai 2004): 4.5%
- Stalden (Mai 2003 - Mai 2004): 4.2%
- Pfynwald (März 2003 - März 2004): 1.5%
- Lens (Juli 2002 - Juli 2004*): 2.7%
- Brig (Nov. 2002 - März 2004): 0.5%

Mortalität und Sommertrockenstress



März 1996

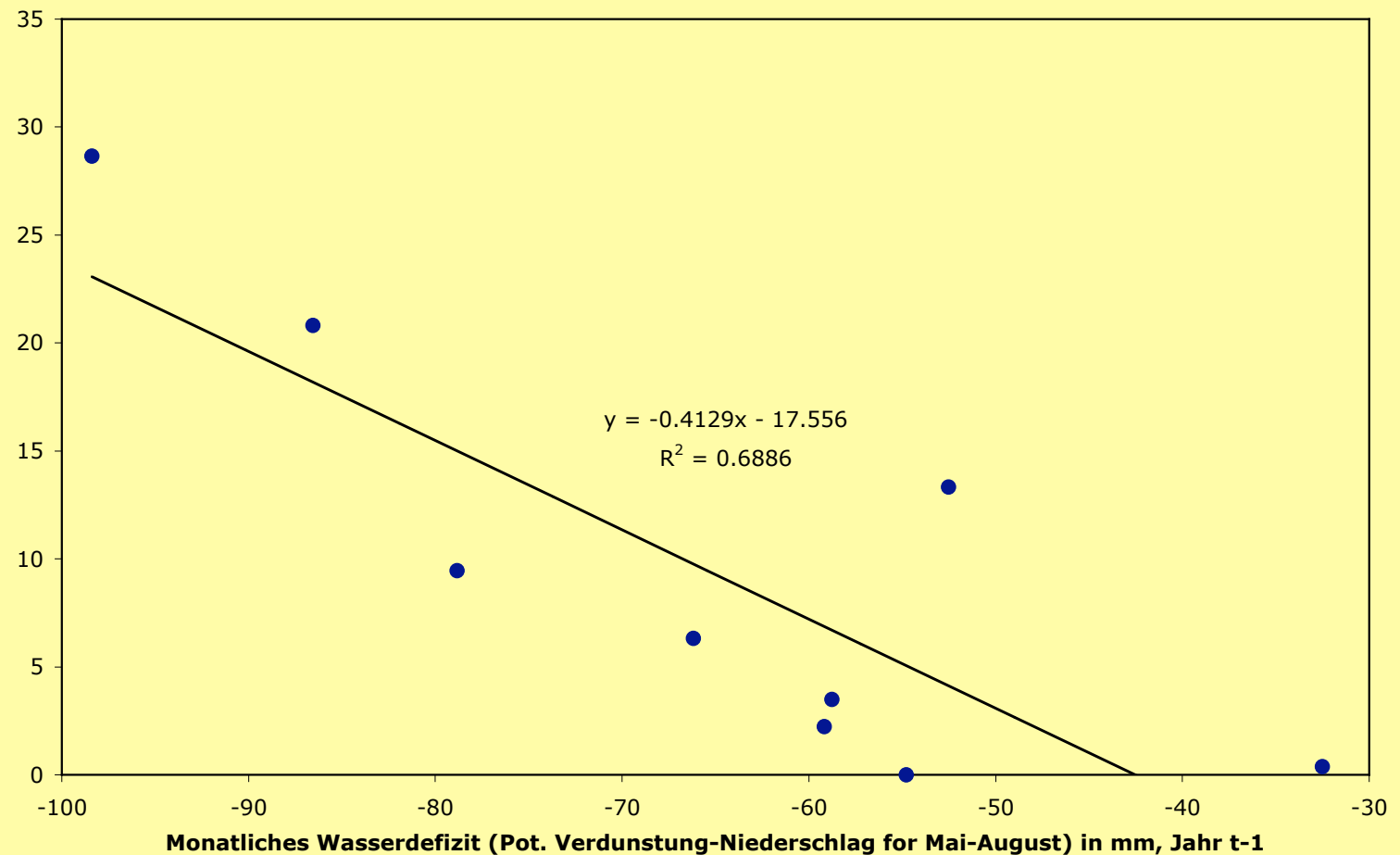
**LWF-Fläche Visp:
seit 1996 60% Föhren
abgestorben, aber nur
15% der Laubbäume**



März 2004

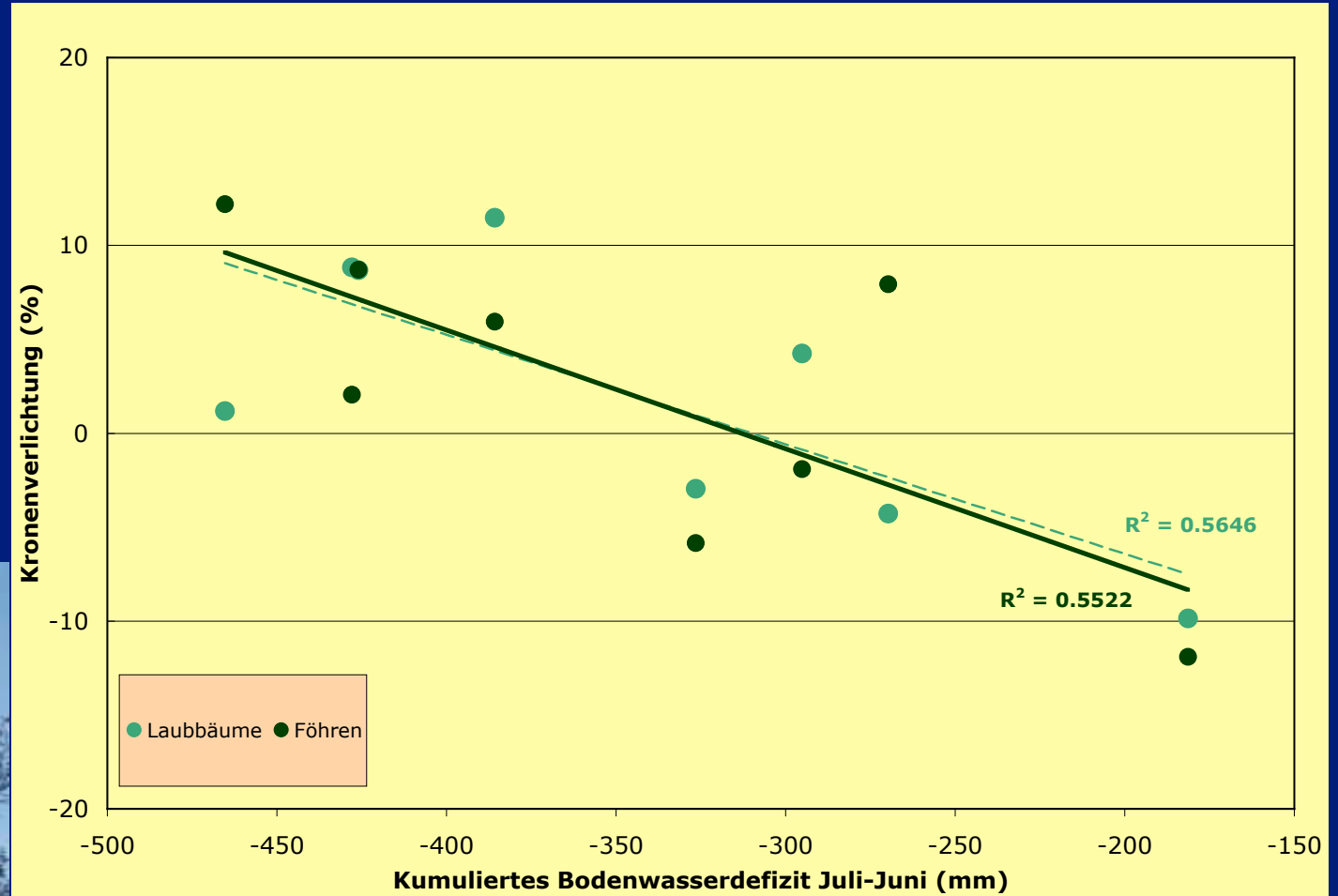
Föhre Mortalität %,
Jahr t

LWF-Fläche Visp (1996-2004)





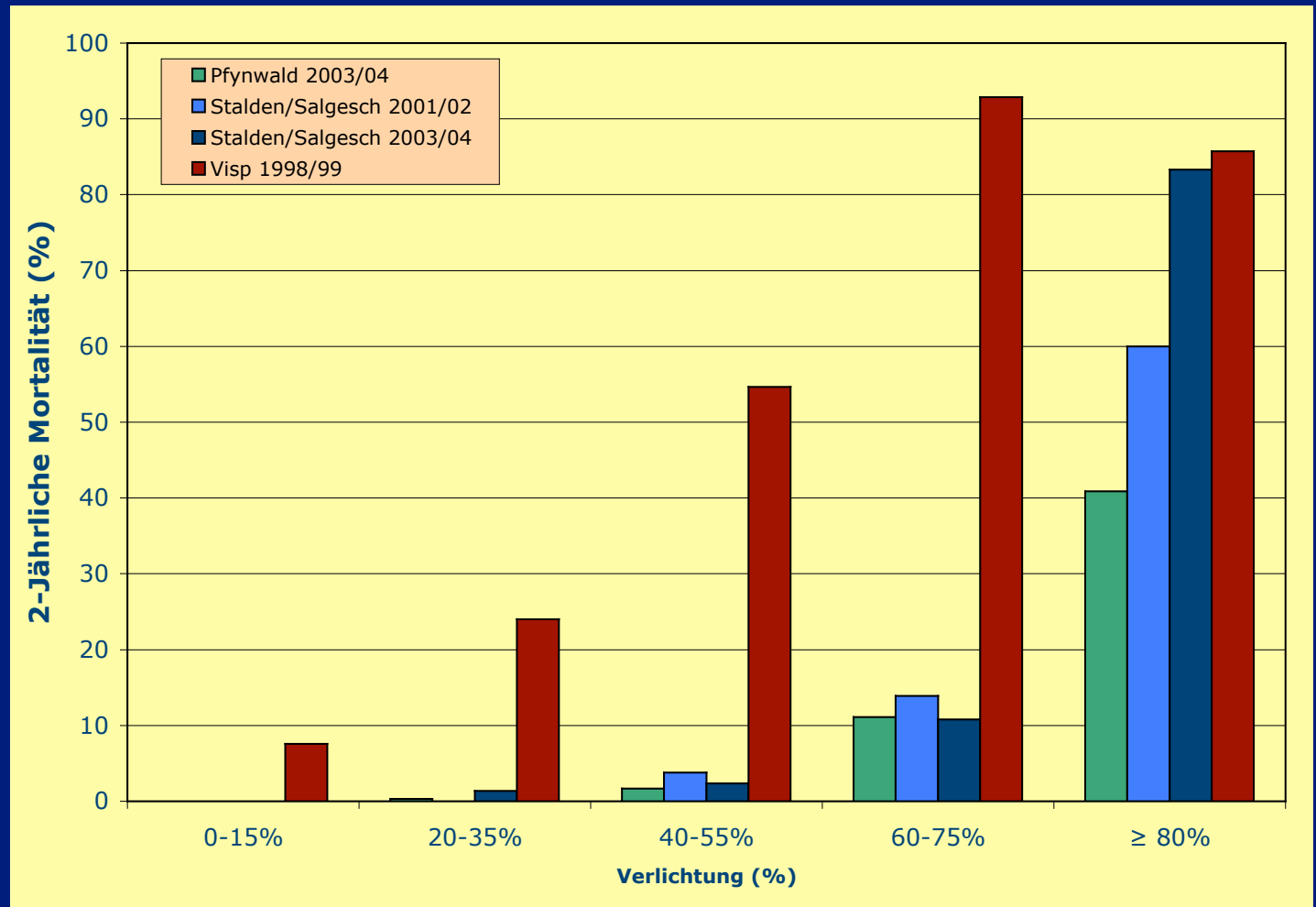
Kronenverlichtung und Wasserdefizit





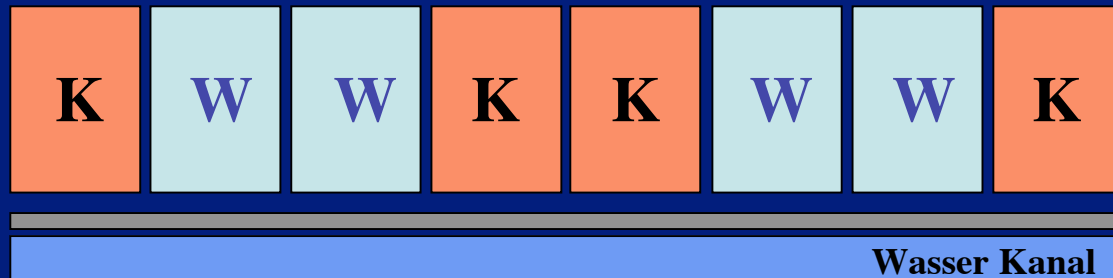
Kronenverlichtung und Absterben

**Die Wahrscheinlichkeit des Absterbens steigt exponentiell mit der Kronenverlichtung
=> Das Benadelung der Föhren ist ein guter Indikator ihres Überlebens.**





Bewässerungsexperiment seit 2003



8 Flächen (je 40x25 m) in
4 Blöcke je 1x bewässert und
unbewässert (60-100 Bäume)
Bewässert Apr-Okt, nachts
Seit Juni 2003

+4.3* **+2.1** **-1.1** **+3.3*** **+3.0*** **-1.1** **-0.8** **+4.8***



Mortalität

Kontrolle:	11 Bäume	3.7 %
Bewässert:	6 Bäume	2.1 %

Verlichtung

Kontrolle:	+ 4.0 %
Bewässert:	- 0.4 %



Zusammenfassung



- In Jahr 2003 sind im Wallis zwischen 2 bis 30 mal mehr Föhren abgestorben als andere Bäume in der Schweiz
- Heisse, trockene Sommer führen zu erhöhtem Absterben der Föhren
- Trockenperioden führen zu vorzeitigem Nadelabwurf, was die künftige Photosyntheseleistung beeinträchtigt
- Eichen und Mehlbeeren verlieren zwar auch Blätter bei Trockenheit, sind aber entweder besser angepasst oder haben weniger sekundäre Schädlinge
- => Nehmen trockene, heisse Sommer zu, wird das Föhrensterben sich fortsetzen und eine weitere Baumartenverschiebung in den Tieflagen erfolgen!!!



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit

Dank auch an den Kanton Wallis, und das BUWAL für die finanzielle Unterstützung und die bei Feldaufnahmen und dem Bewässerungsprojekt beteiligten Kollegen:

H. Ammann, H. Blauenstein, P. Bleuler, R. Cereghetti, W. Landolt, C. Matter, A. Potzinger, R. Siegentaler, R. Siegrist, T. Wohlgemuth