



Klimawandel und Folgen

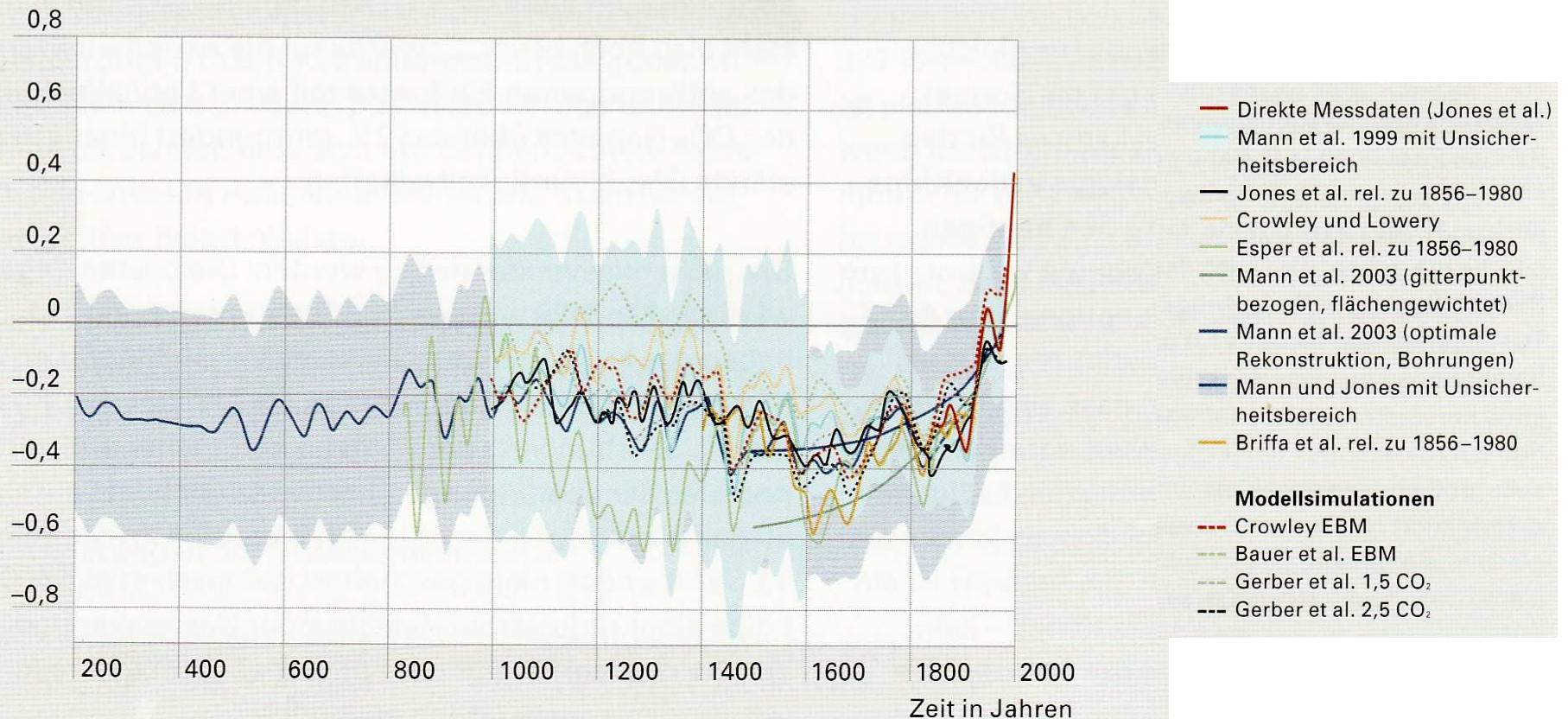
Universität für Bodenkultur, Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt
Institut für Meteorologie

Helga Kromp-Kolb



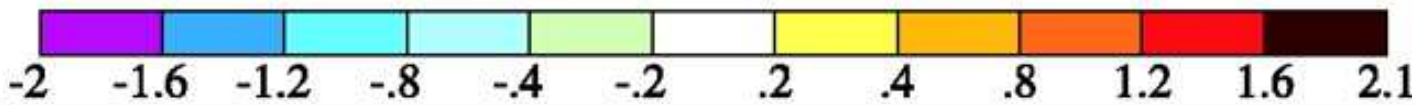
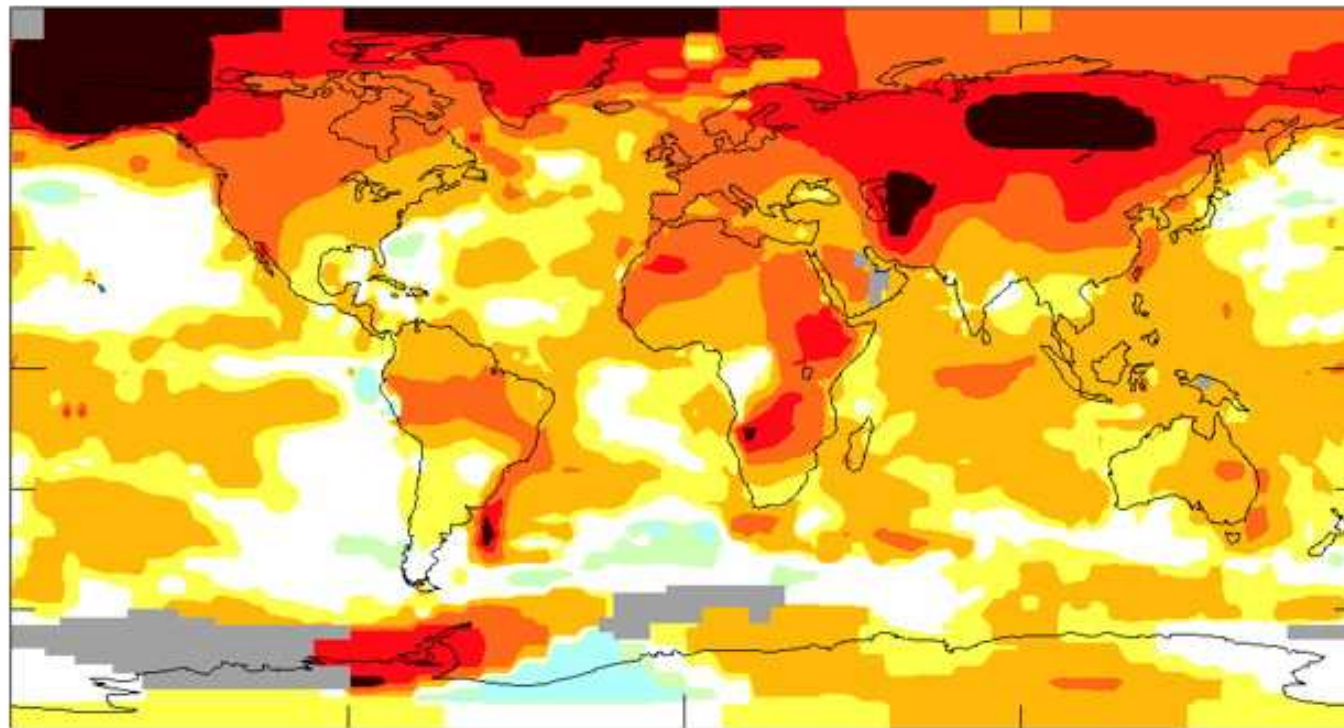


Temperaturverlauf 200-2000



Quelle: Mann et al. (2003, EOS Forum, Vol. 84. No. 27)

Temperaturänderung 2001/05 gegenüber 1951/80

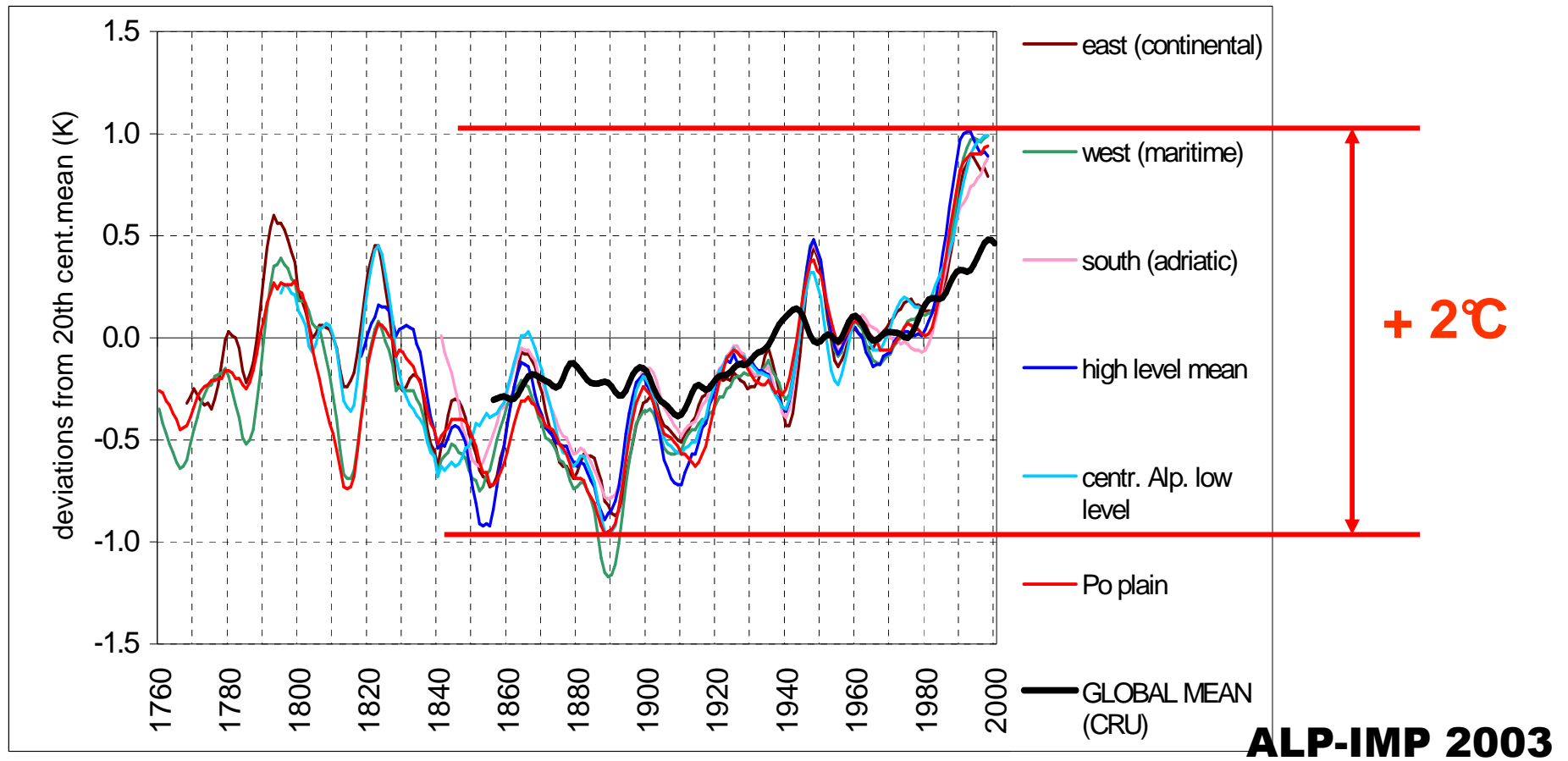


Hansen, James et al. (2006)
Proc. Natl. Acad. Sci. USA
103, 14288-14293

Copyright ©2006 by the National Academy of
Sciences

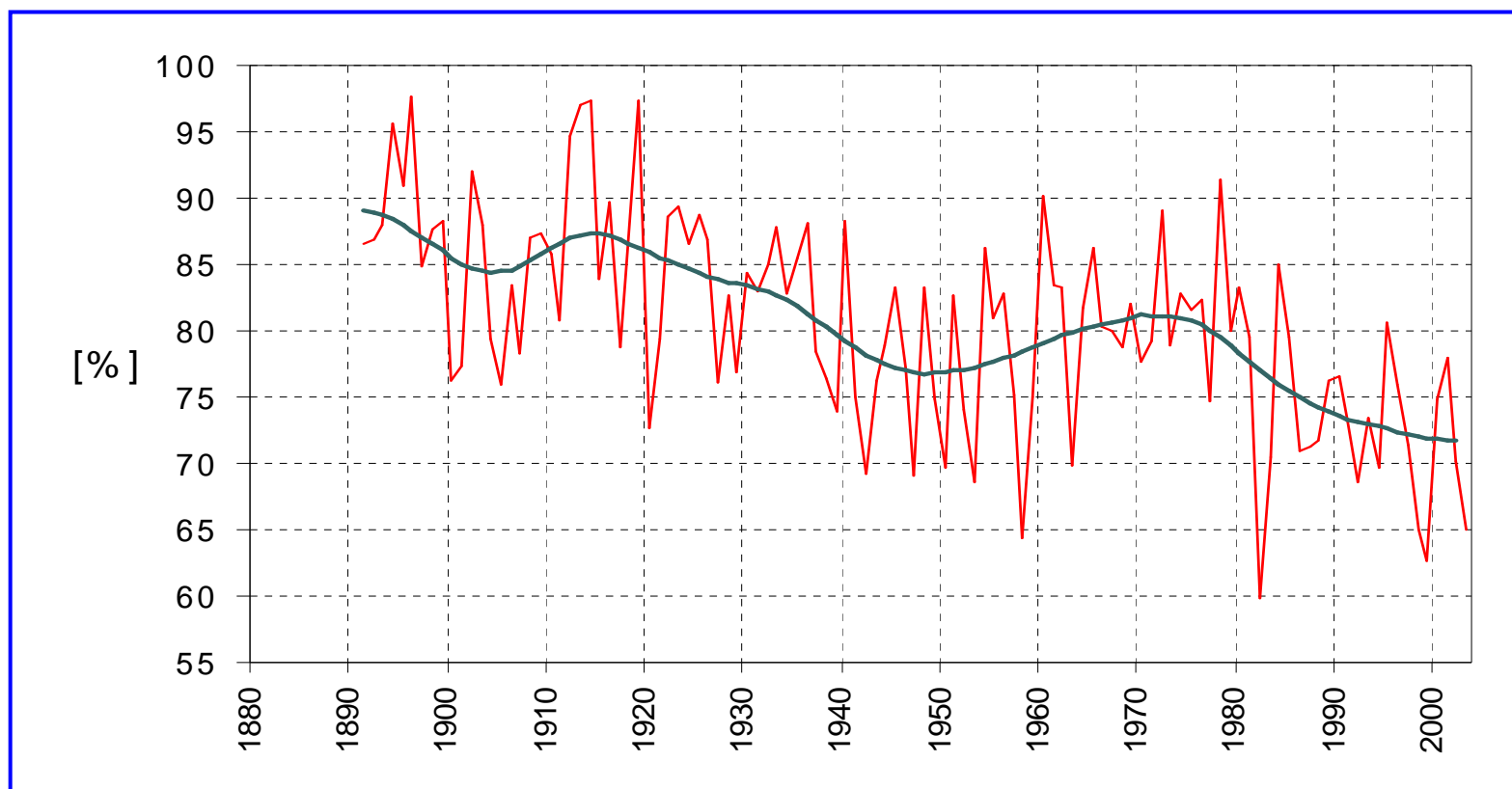


Alpenraum 1760 - 2000



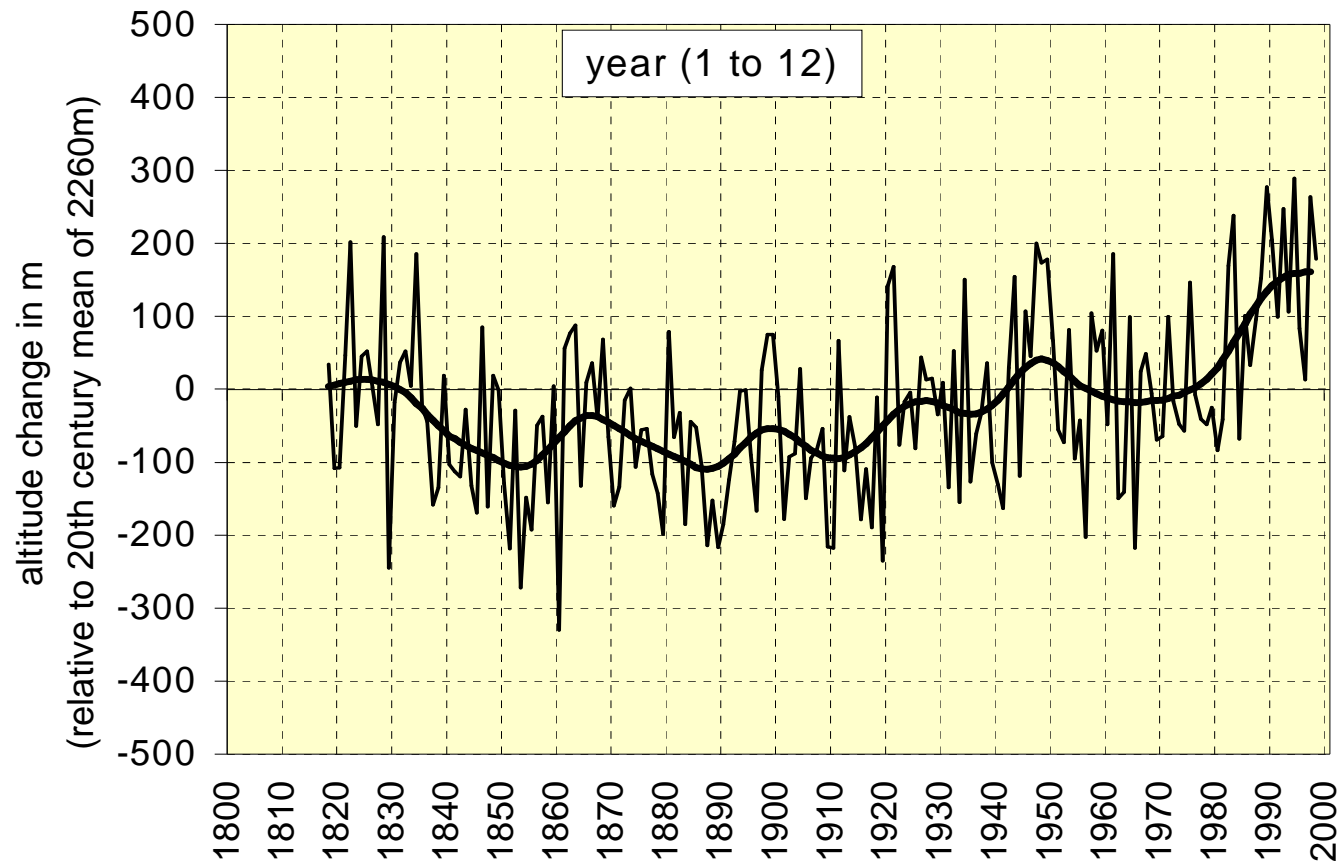
ALP-IMP 2003

Schneeanteil am Niederschlag Hoher Sonnblick (3160 m)

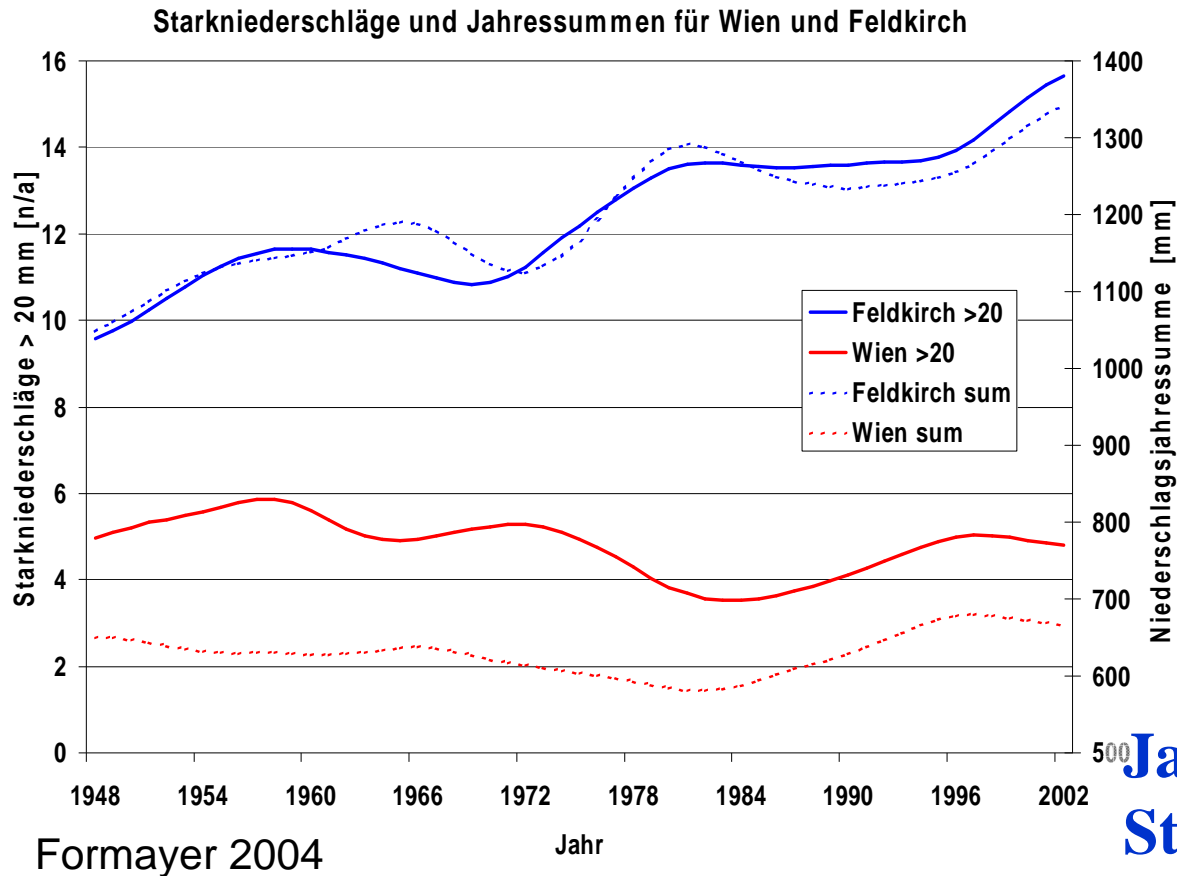


Schöner
2004

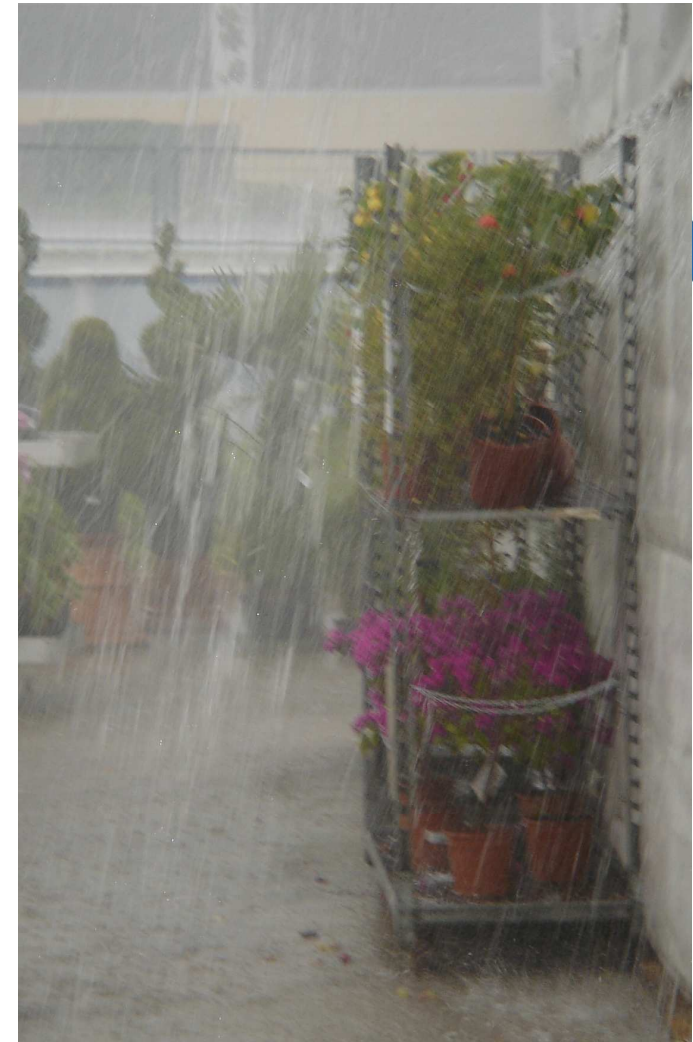
Mittlere jährliche Null-Grad-Grenze im Monte Rosa Gebiet 1818-1998



Häufigkeit von Niederschlägen > 20 mm/d & Jahressummen in Feldkirch, Vbg., und **Wien**



Jahressumme ~ +20%
Starkniederschlag ~ +50 %





1898

Würthle & Sohn, August 1898

Vernagt Ferner

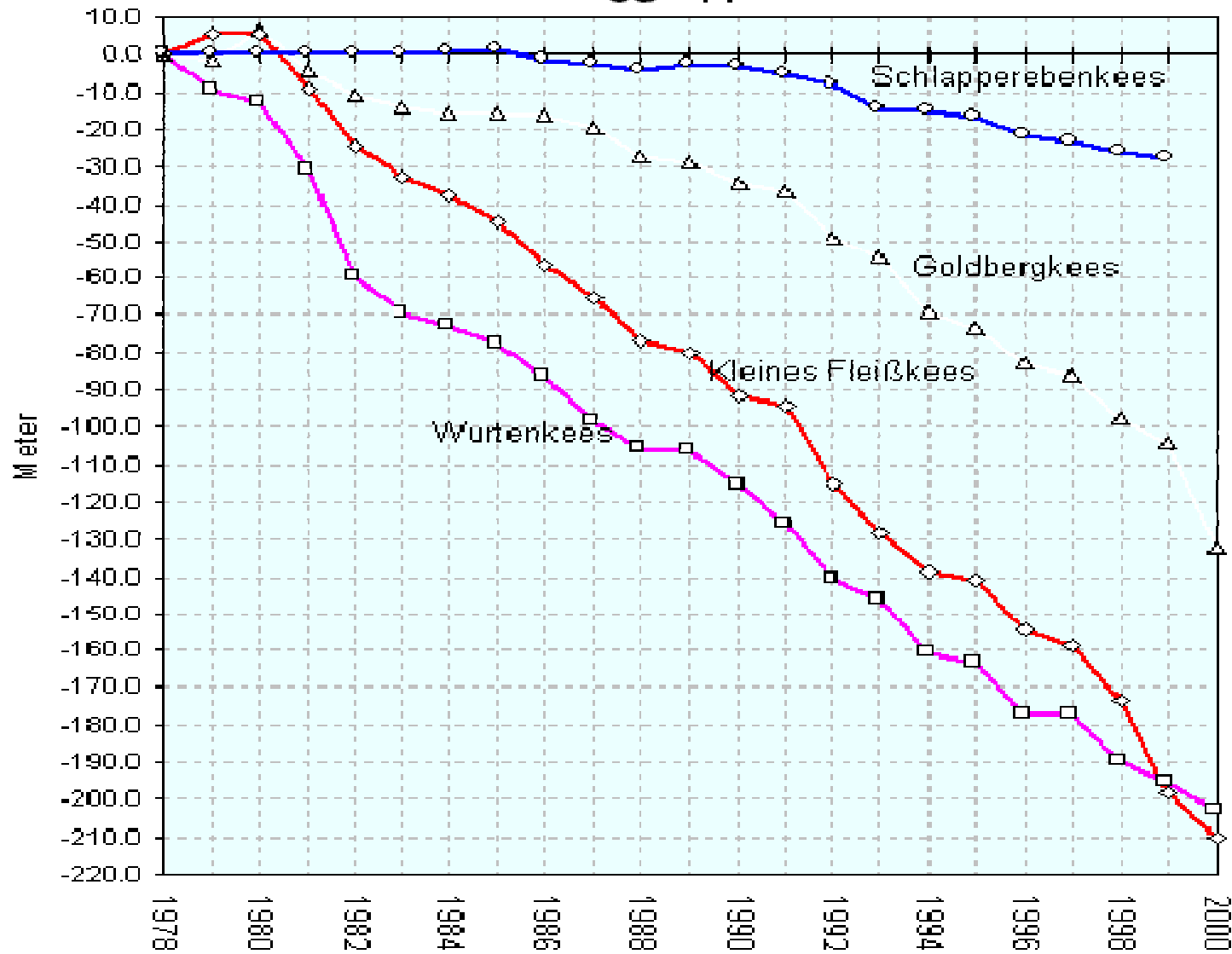
http://files.alpenverein.at/download/1076670171156_18_gletscherberichte2003.pdf



1992

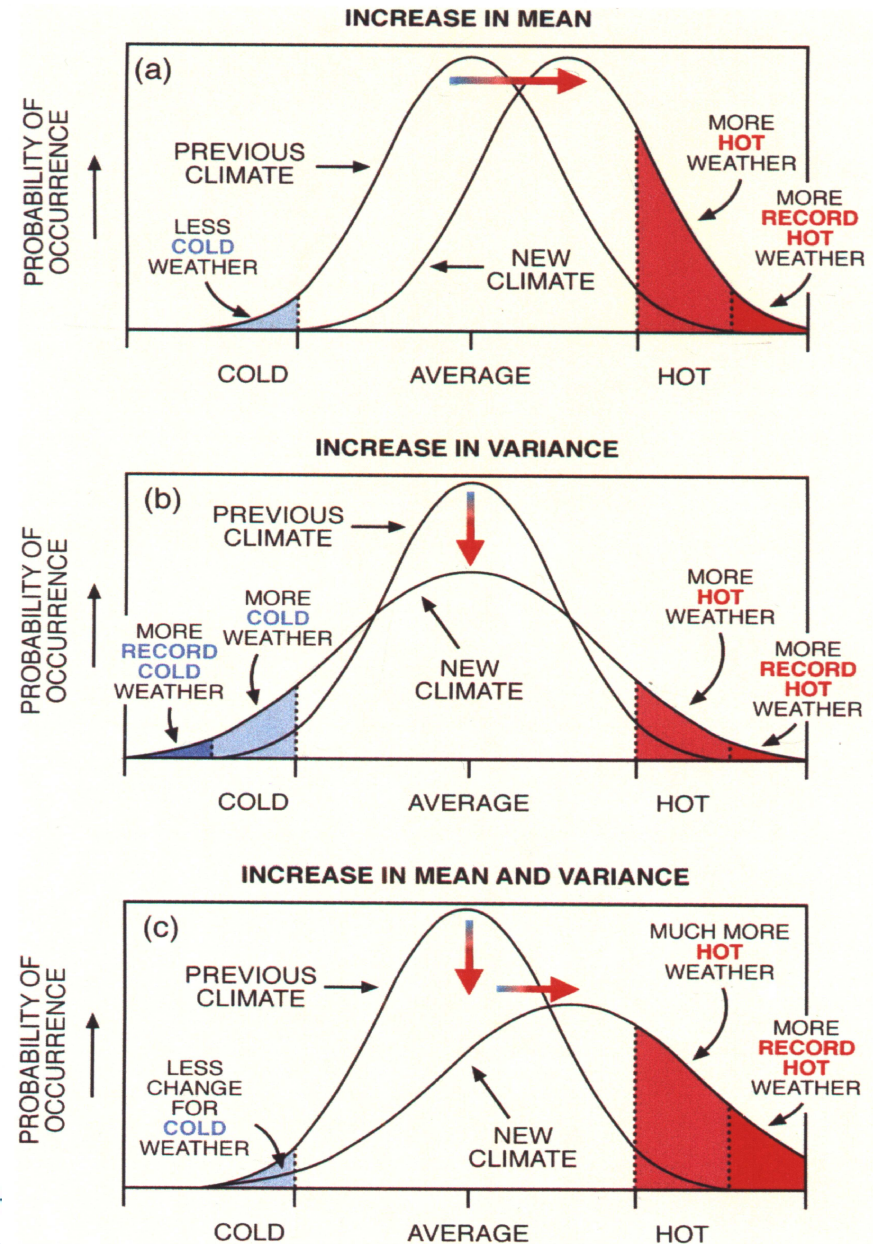


Längenänderungen von 4 Gletschern der Goldberggruppe

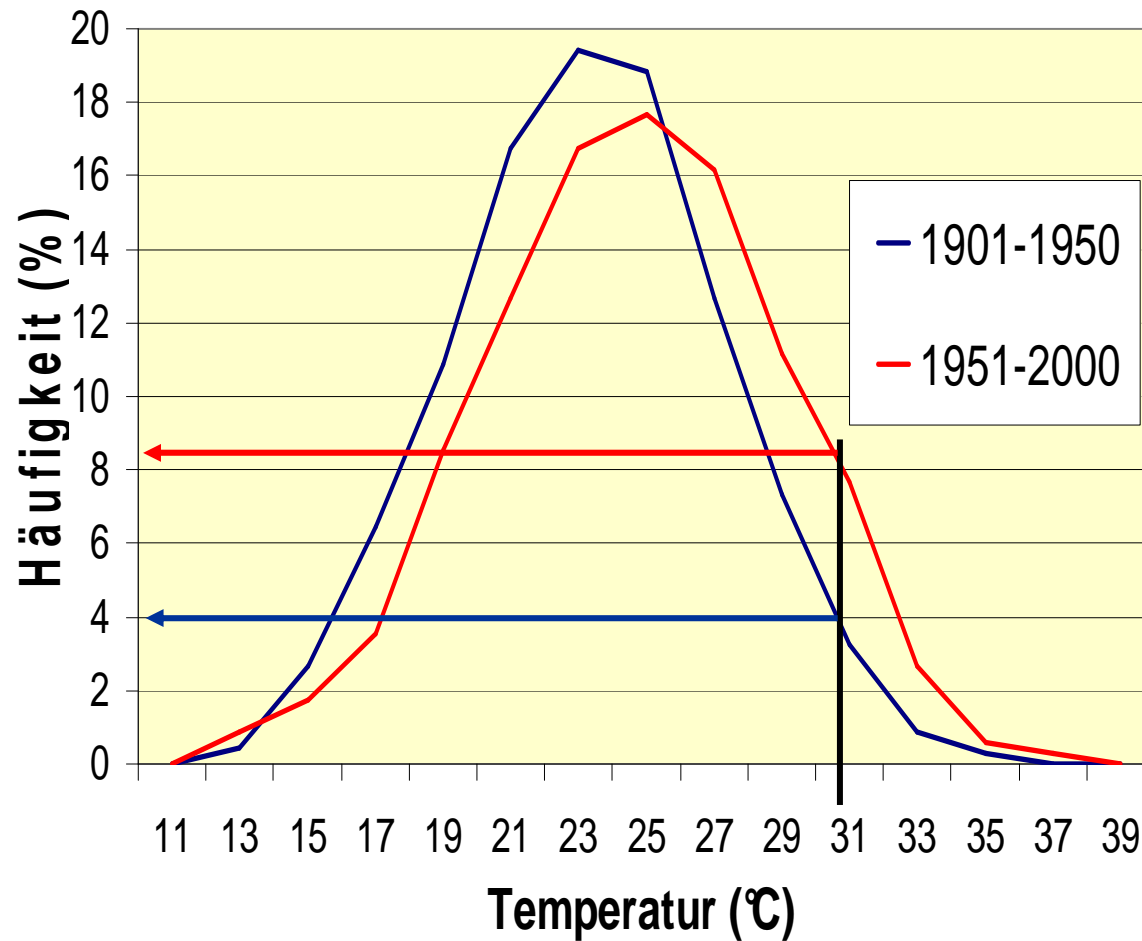


Extremereignisse

- Zunahme des Mittelwertes
- Zunahme der Varianz
- Zunahme von Mittelwert und Varianz



Maximale Sommertemperatur in Wien

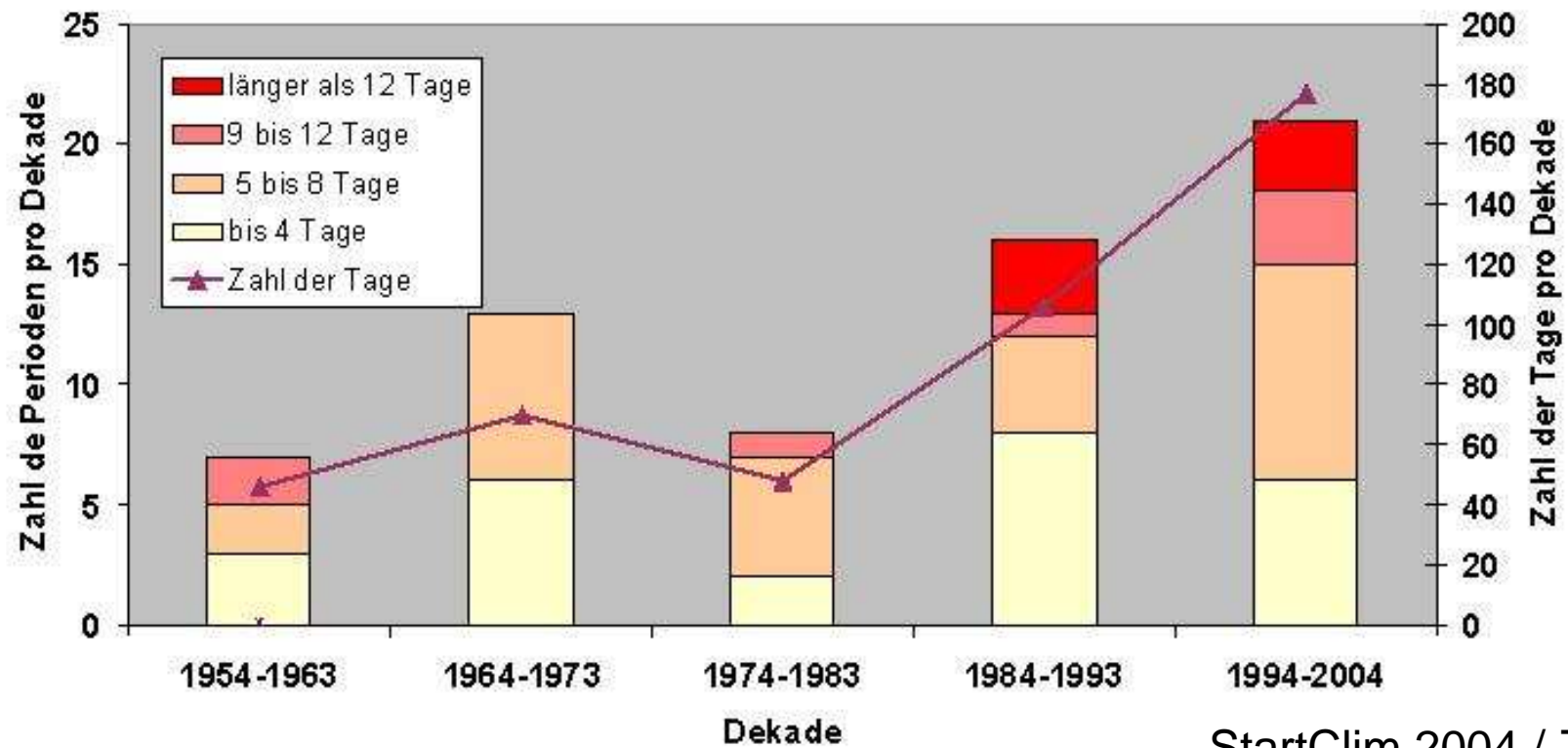


StartClim 2003

StartClim: Schöner et al. 2003



Hitzeperioden in Österreich 1954 - 2004



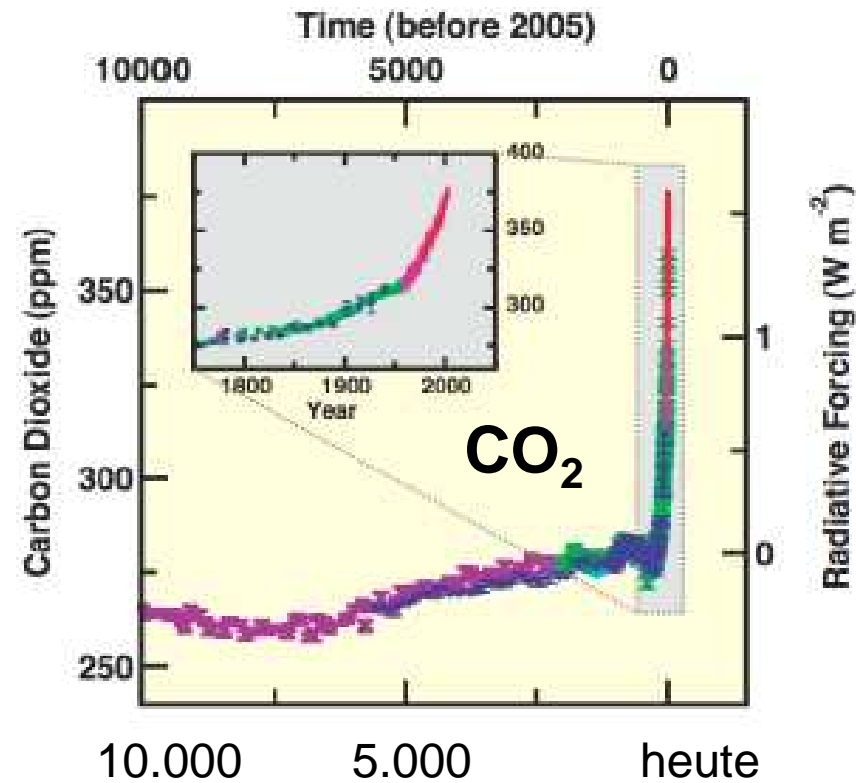
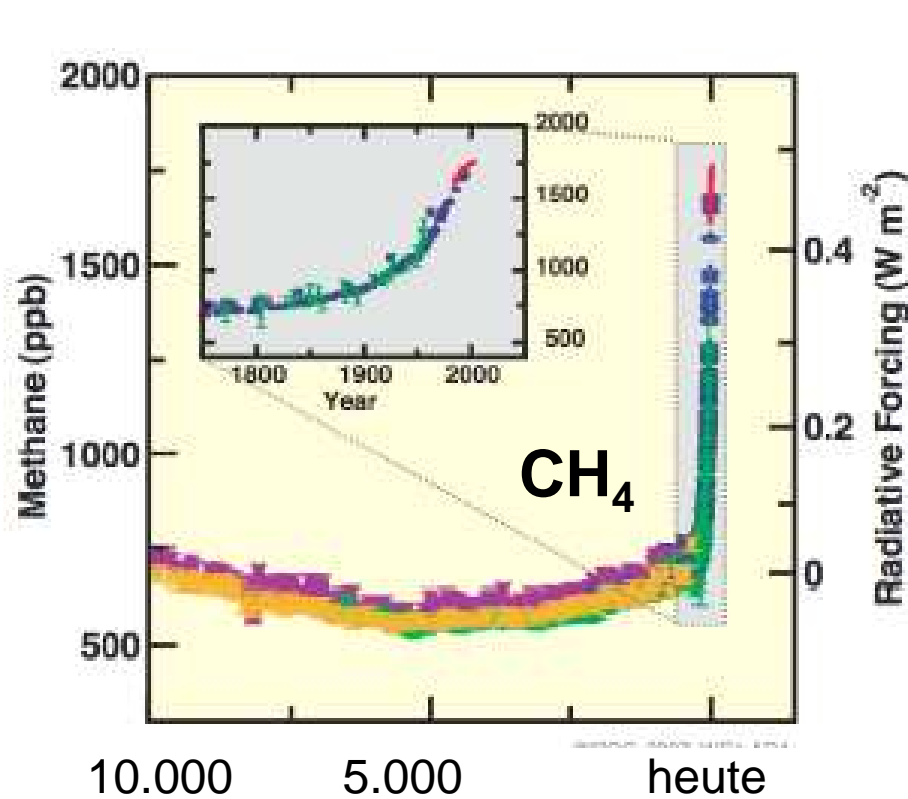
StartClim 2004 / ZAMG



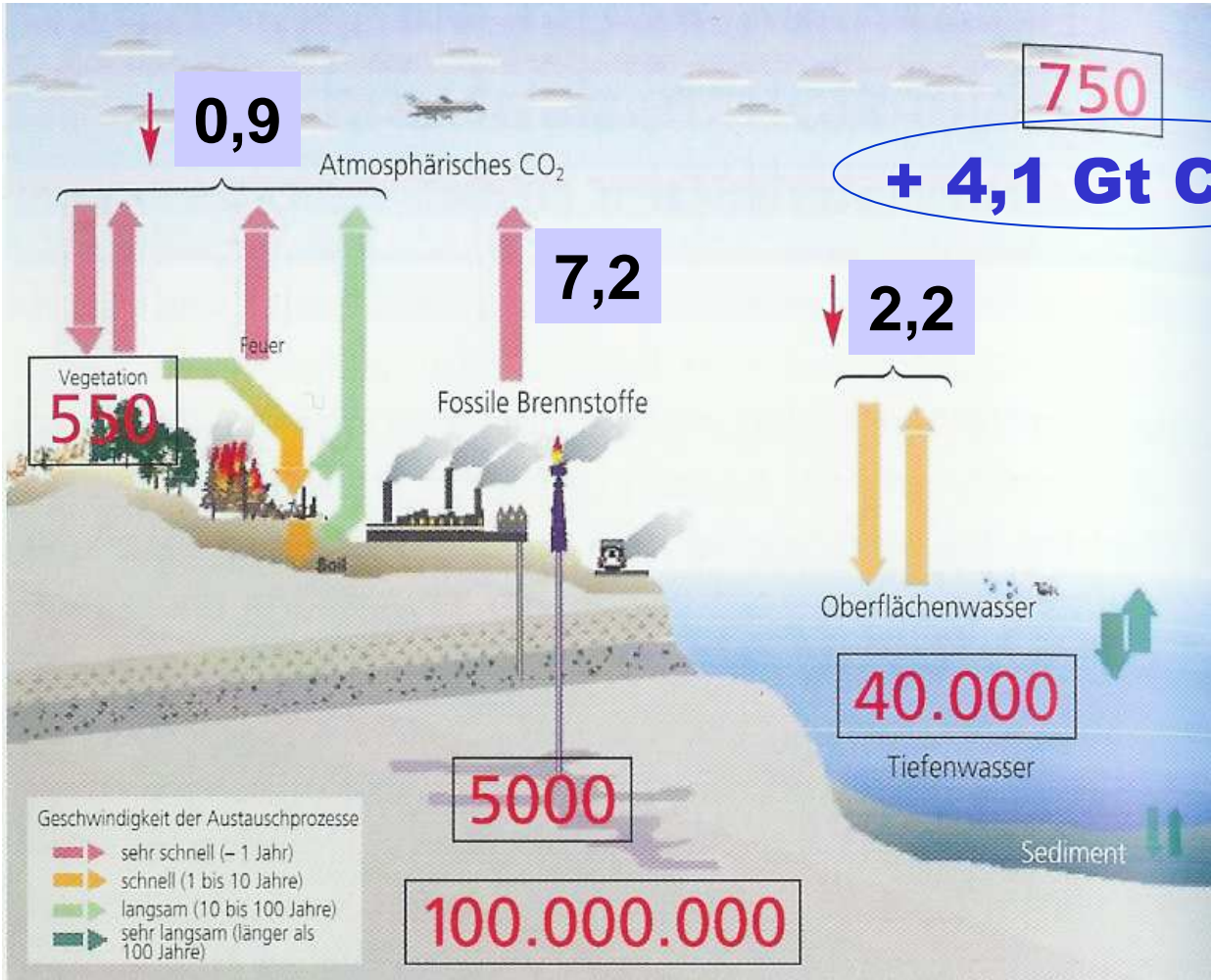
Treibhausgaskonzentrationen



IPCC 2007



Kohlenstoffkreislauf



Flüsse in Gt C pro Jahr nach IPCC 2007

Gt Kohlenstoff

Der Treibhauseffekt

Die Sonne liefert Energie vor allem als kurzwellige Strahlung

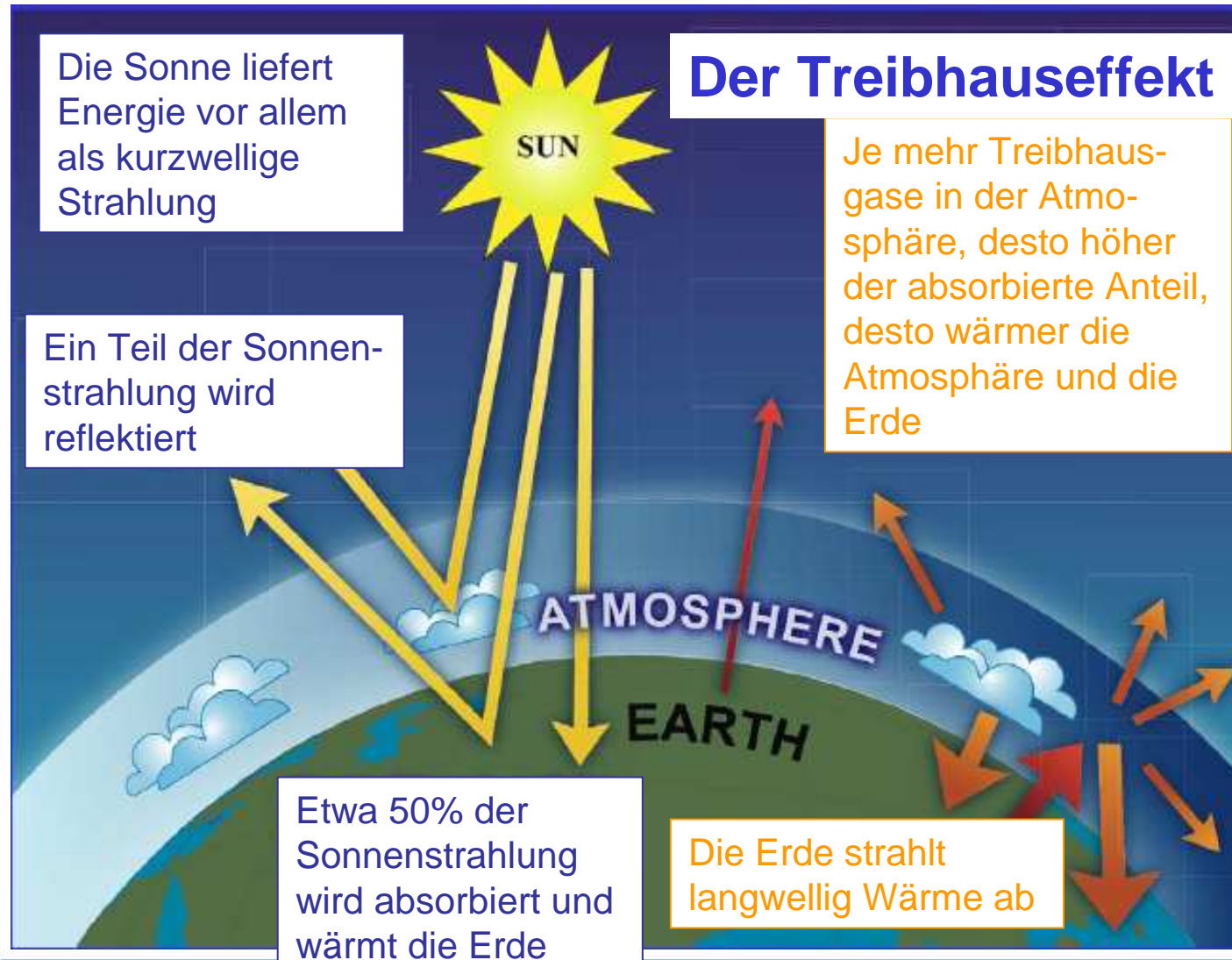
Ein Teil der Sonnenstrahlung wird reflektiert

Etwa 50% der Sonnenstrahlung wird absorbiert und wärmt die Erde

Je mehr Treibhausgase in der Atmosphäre, desto höher der absorbierte Anteil, desto wärmer die Atmosphäre und die Erde

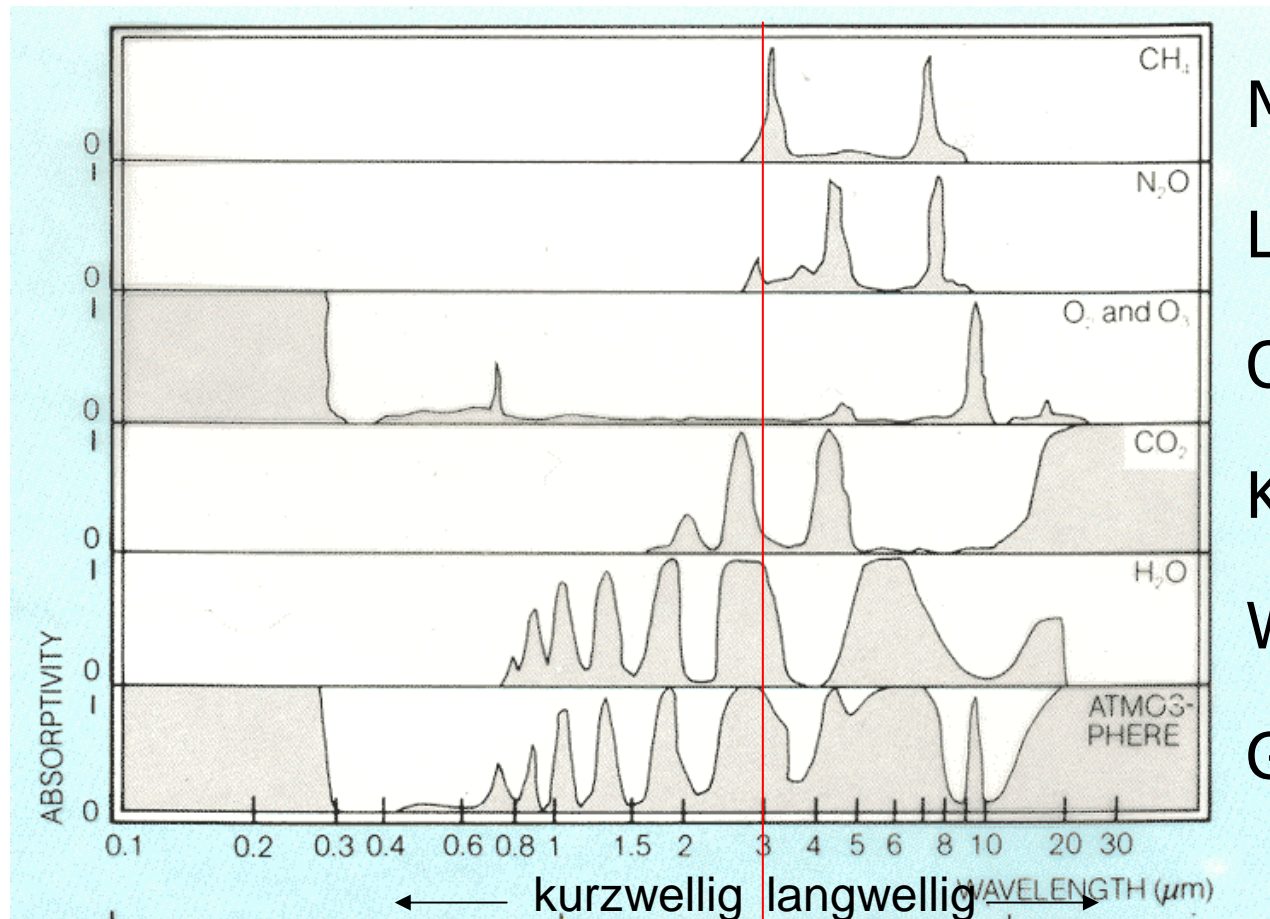
Die Erde strahlt langwellig Wärme ab

Ein Teil der Strahlung wird in der Atmosphäre absorbiert und wieder abgestrahlt





Treibhauspotential

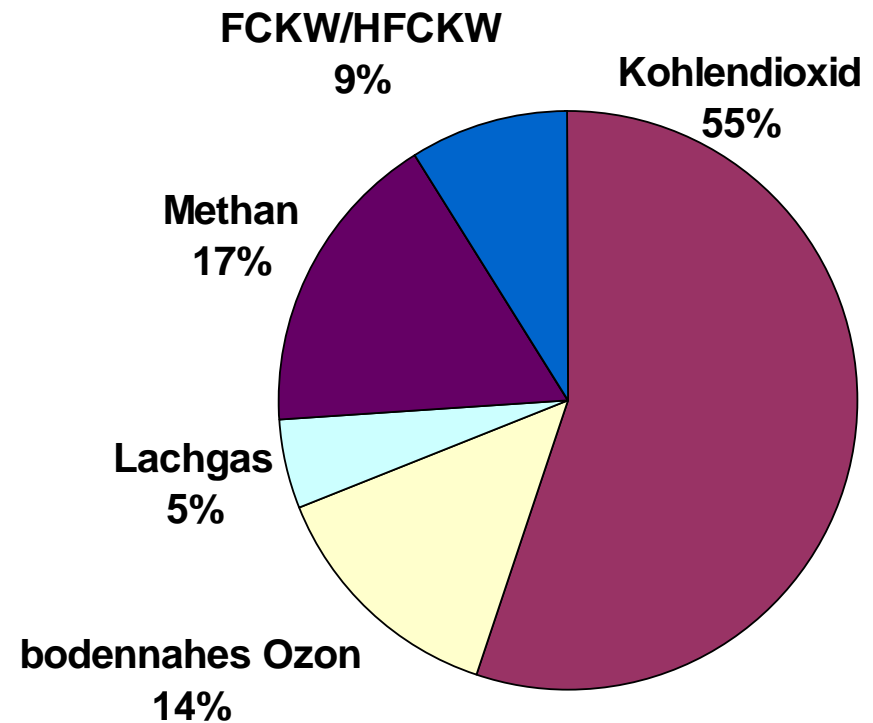
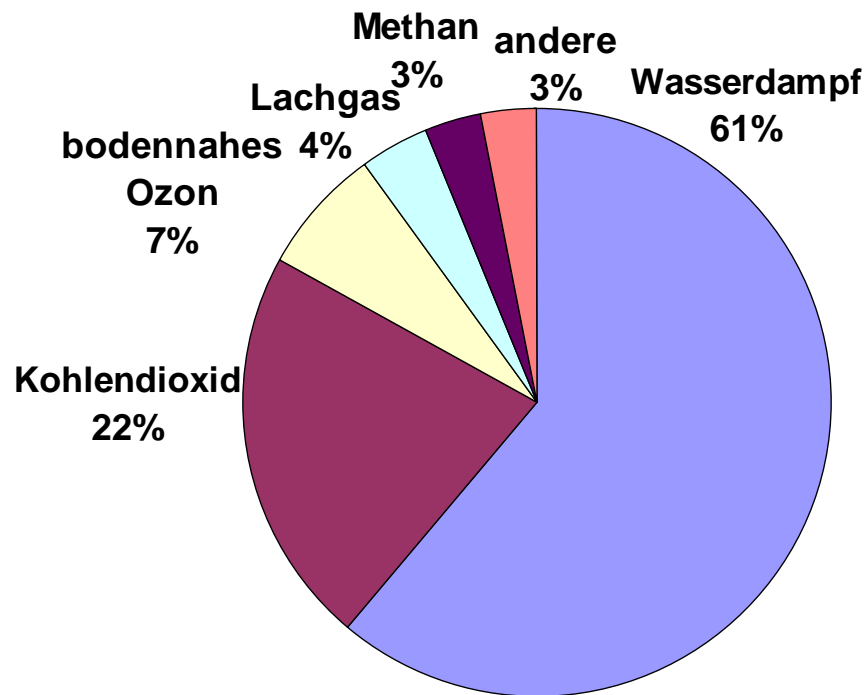


Methan	23
Lachgas	270
Ozon	
Kohlendioxid	1
Wasserdampf	
Gesamt	



Treibhauseffekt natürlich

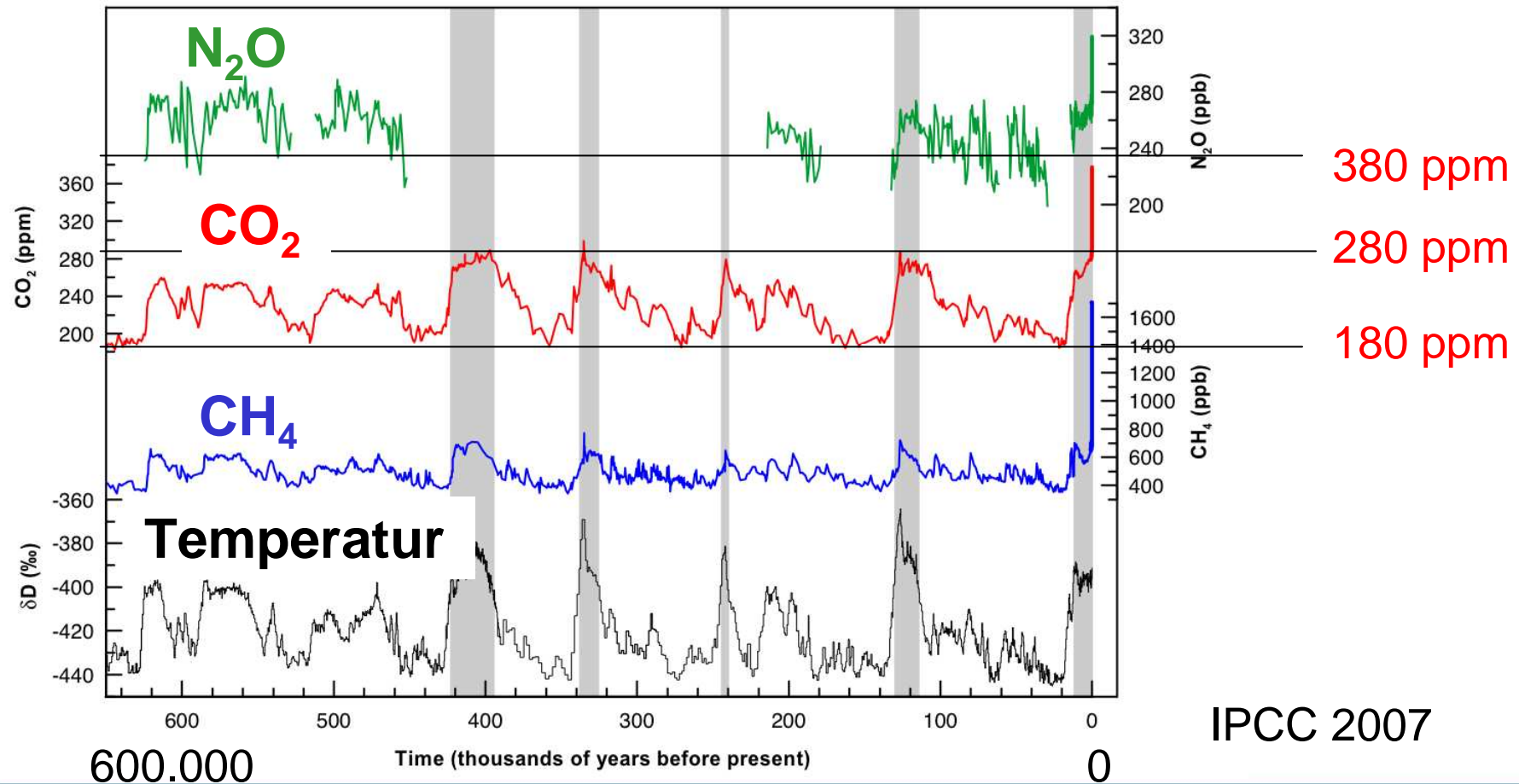
anthropogen



Eisbohkern-Daten

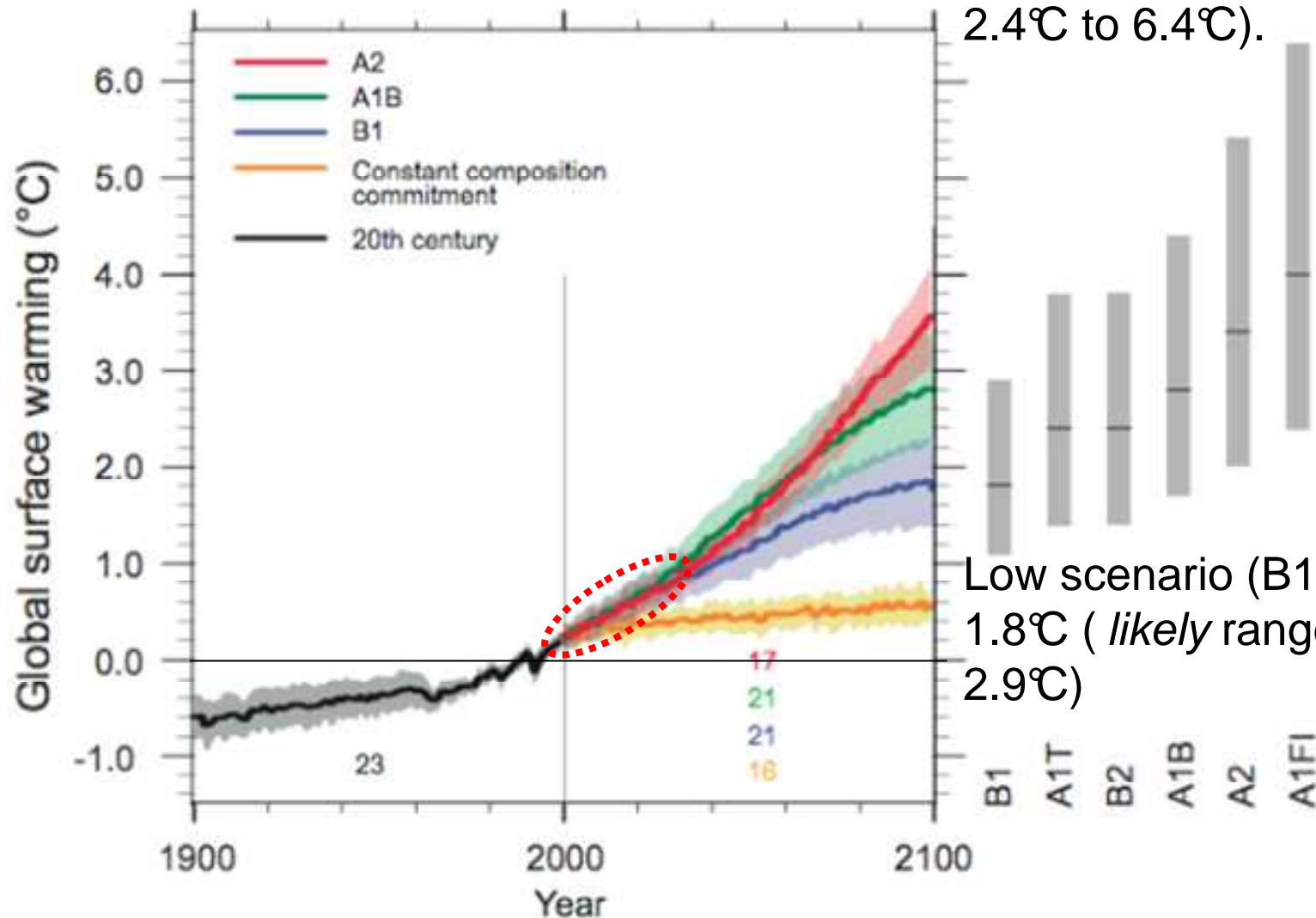


Glacial-Interglacial Ice Core Data



Temperaturszenarien

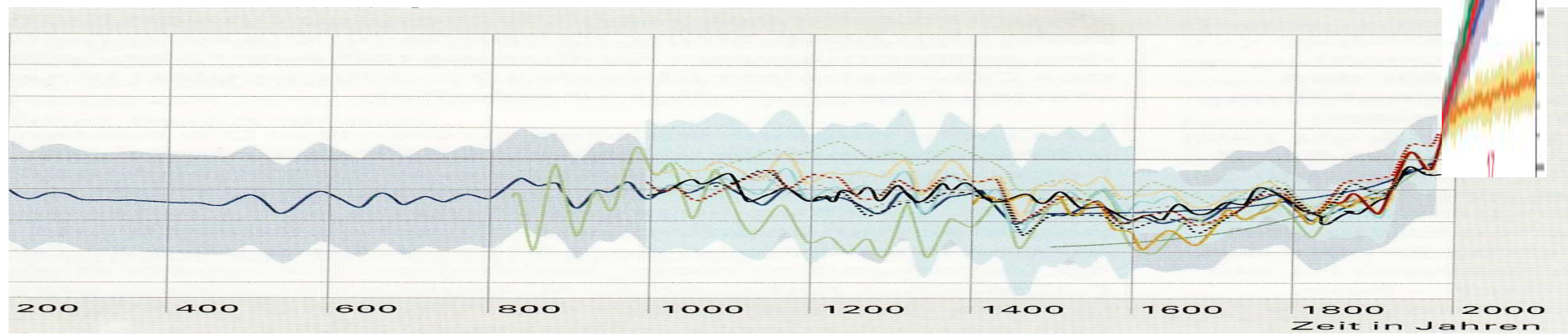
High scenario (A1FI) best estimate 4.0°C (likely range is 2.4°C to 6.4°C).



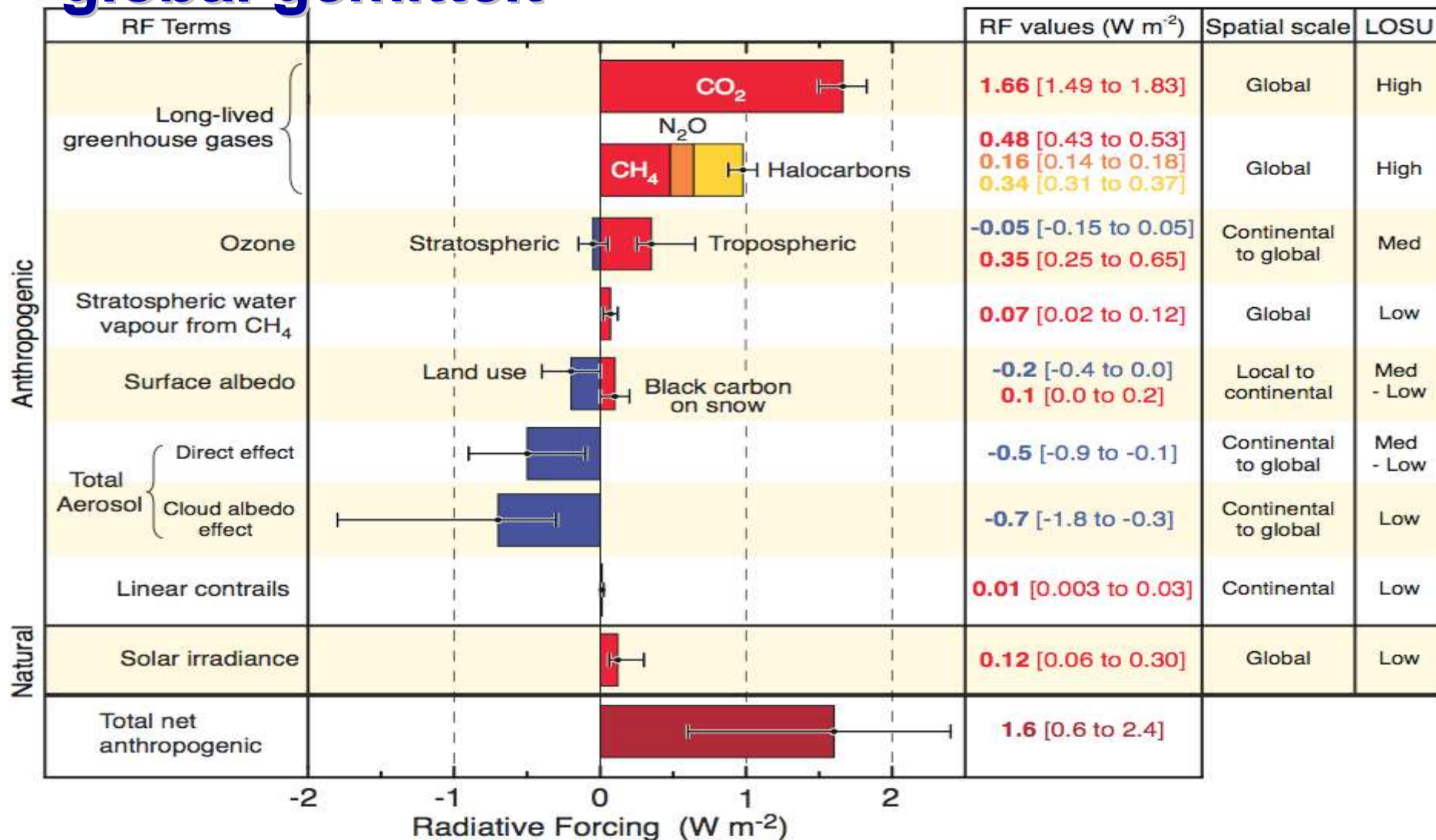
Low scenario (B1) best estimate 1.8°C (likely range is 1.1°C to 2.9°C)

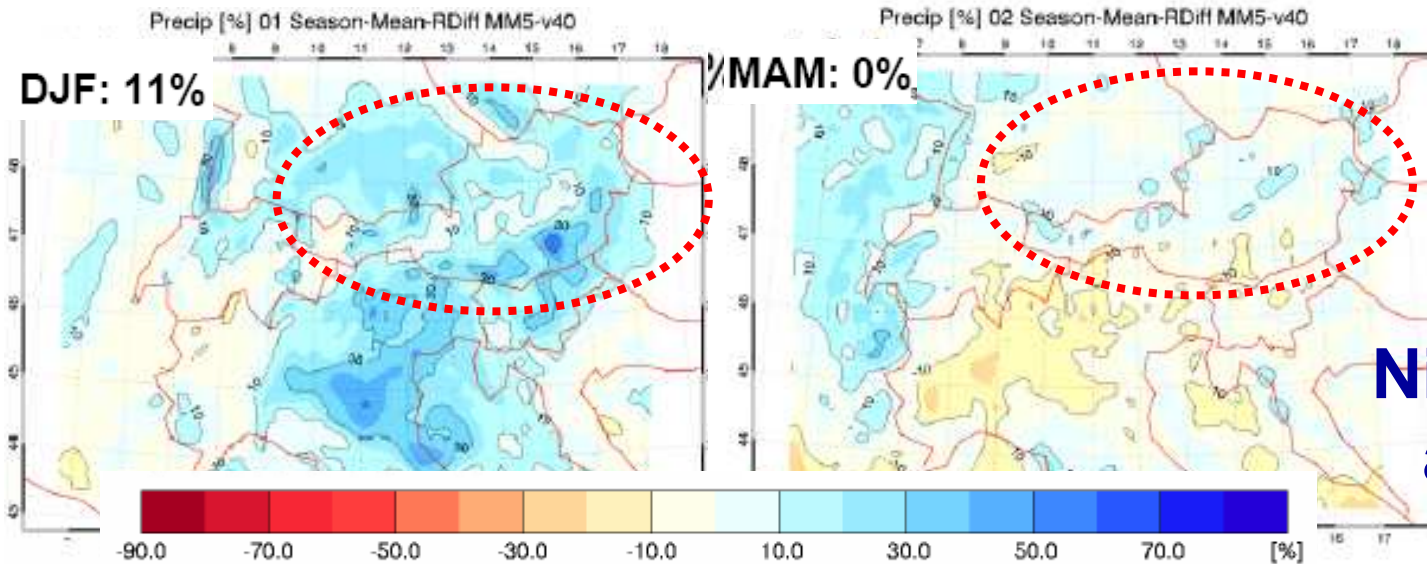


Temperaturverlauf 200-2000-2100

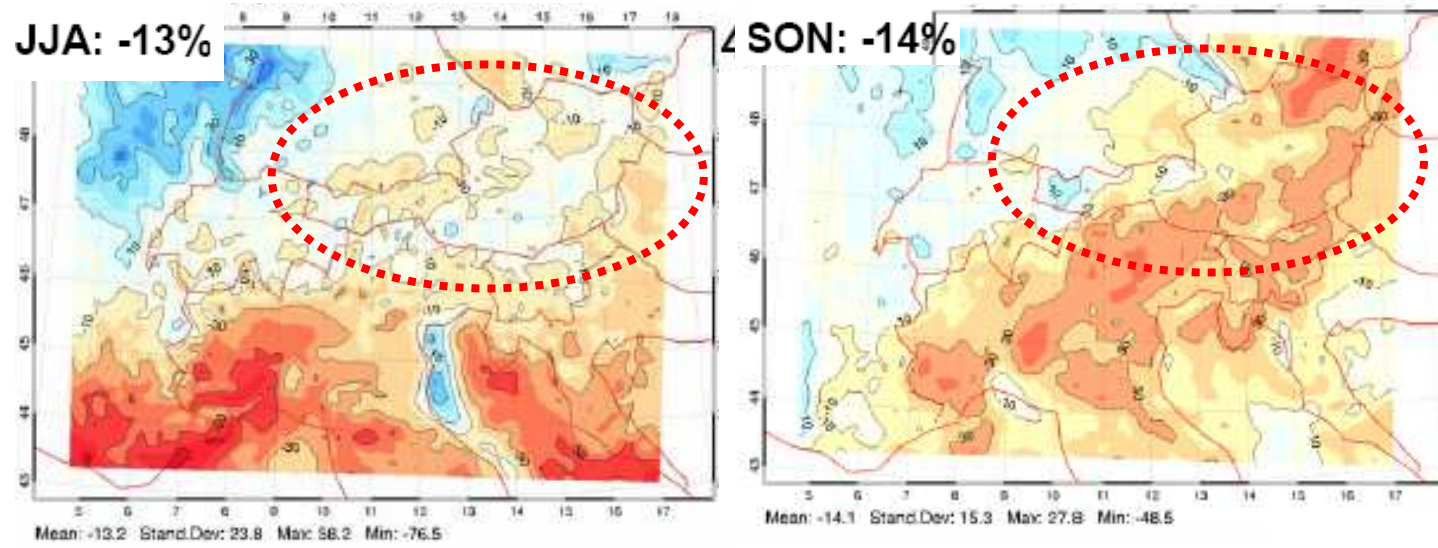


Strahlungsantriebe, global gemittelt





Niederschlags- änderungen



2040 vs. 1960/90

Reclip:more



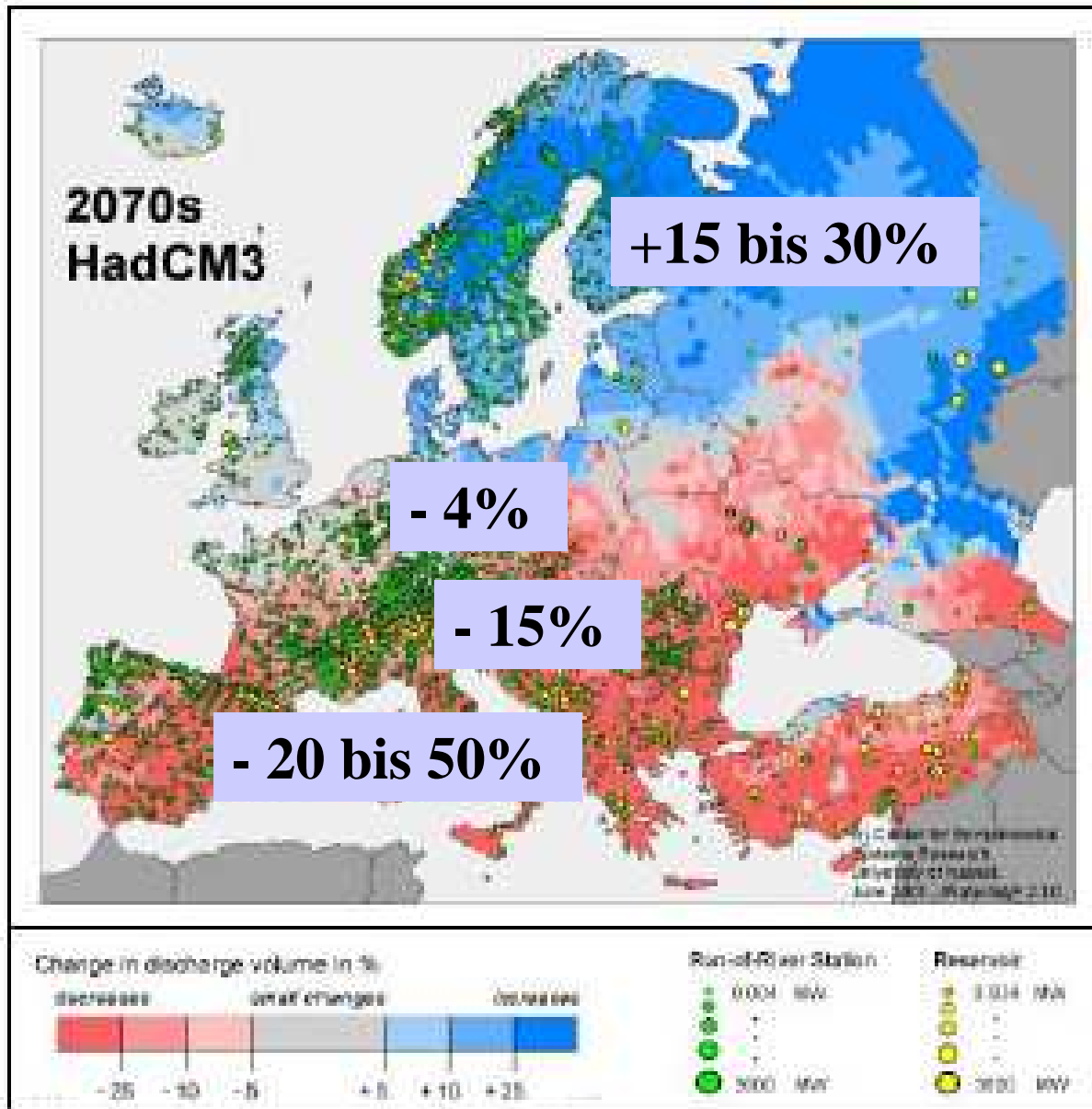
Die Zukunft des Vernagt Ferners



http://files.alpenverein.at/download/1076670171156_18_gletscherberichte2003.pdf

Auswirkungen des Gletscherrückganges

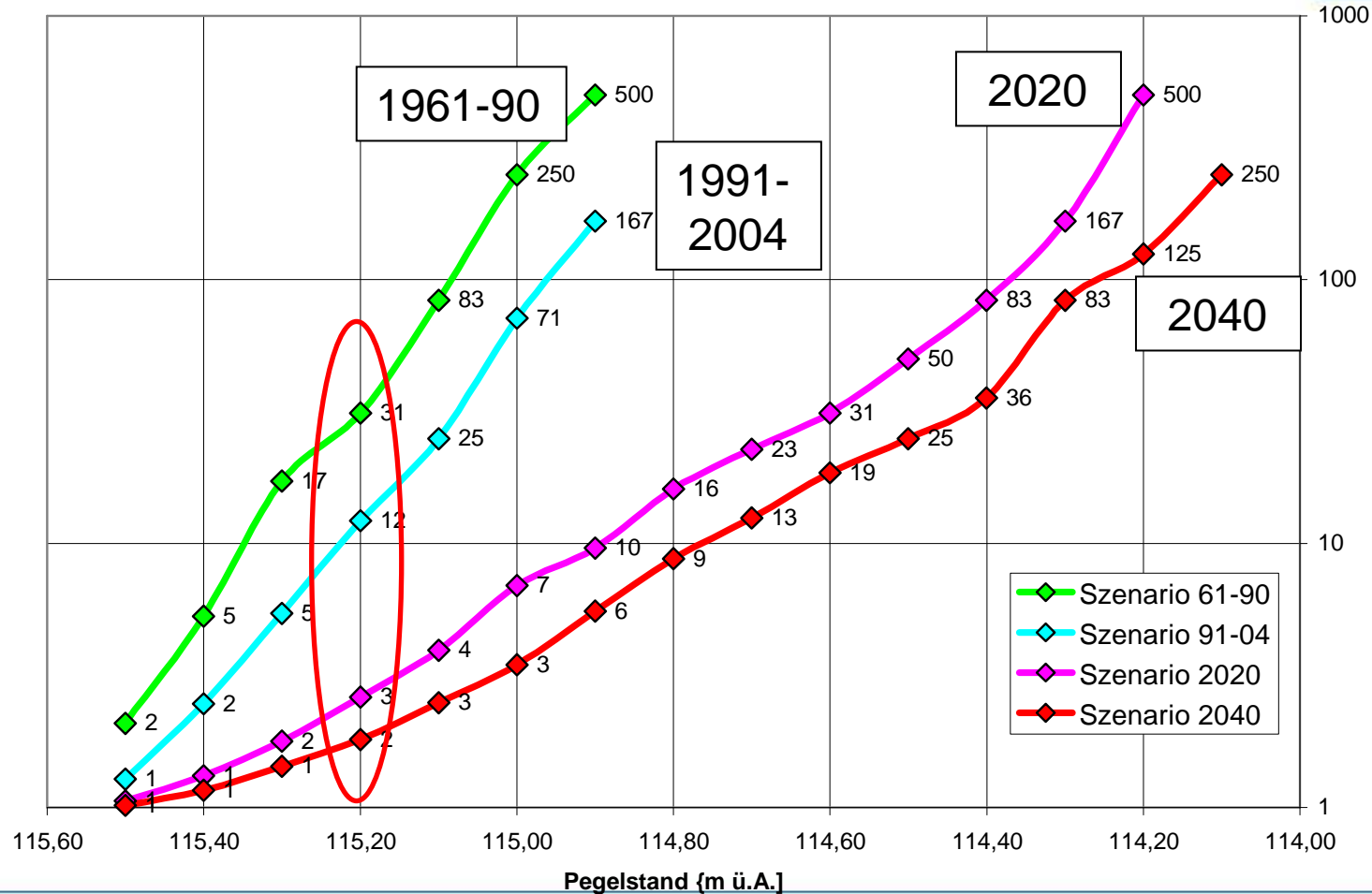
- Gefahrenpotential im Alpenen Raum steigt:
 - Schuttareal freigelegt; Muren, Erdrutsche
- „Wasserschloss Europas“ beeinträchtigt:
 - kurzfristig erhöhte Gletscherspende
 - langfristig Rückgang
- Tourismus gefährdet und gefährdend:
 - Optik verändert,
 - Skigebiete wandern nach oben,
 - Steinschlaggefahr für Touristen und Infrastruktur



Veränderung im Abfluss bis 2070

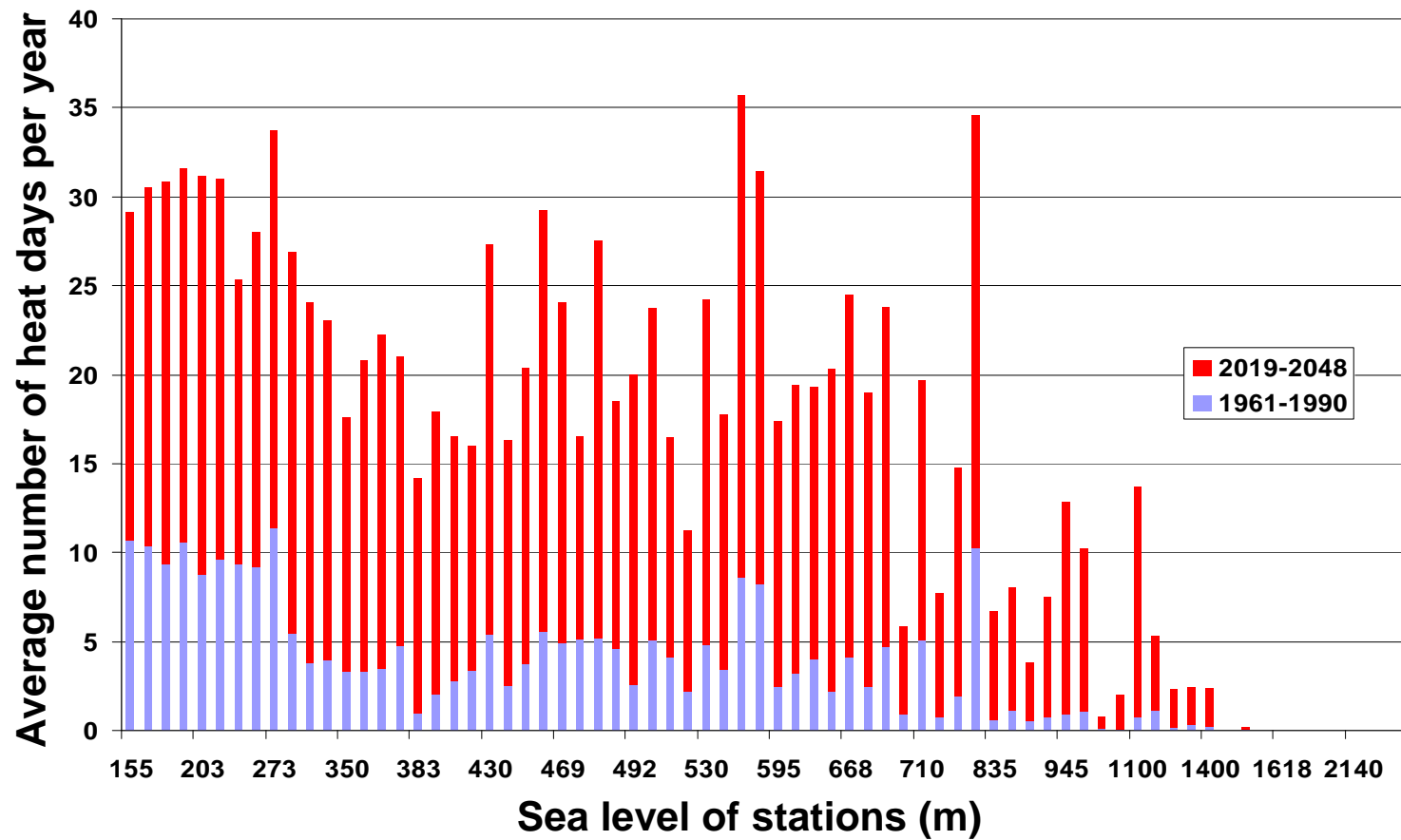
- Lauf-
- Speicher-
- kraftwerke

Niedrigwasserstände Neusiedlersee



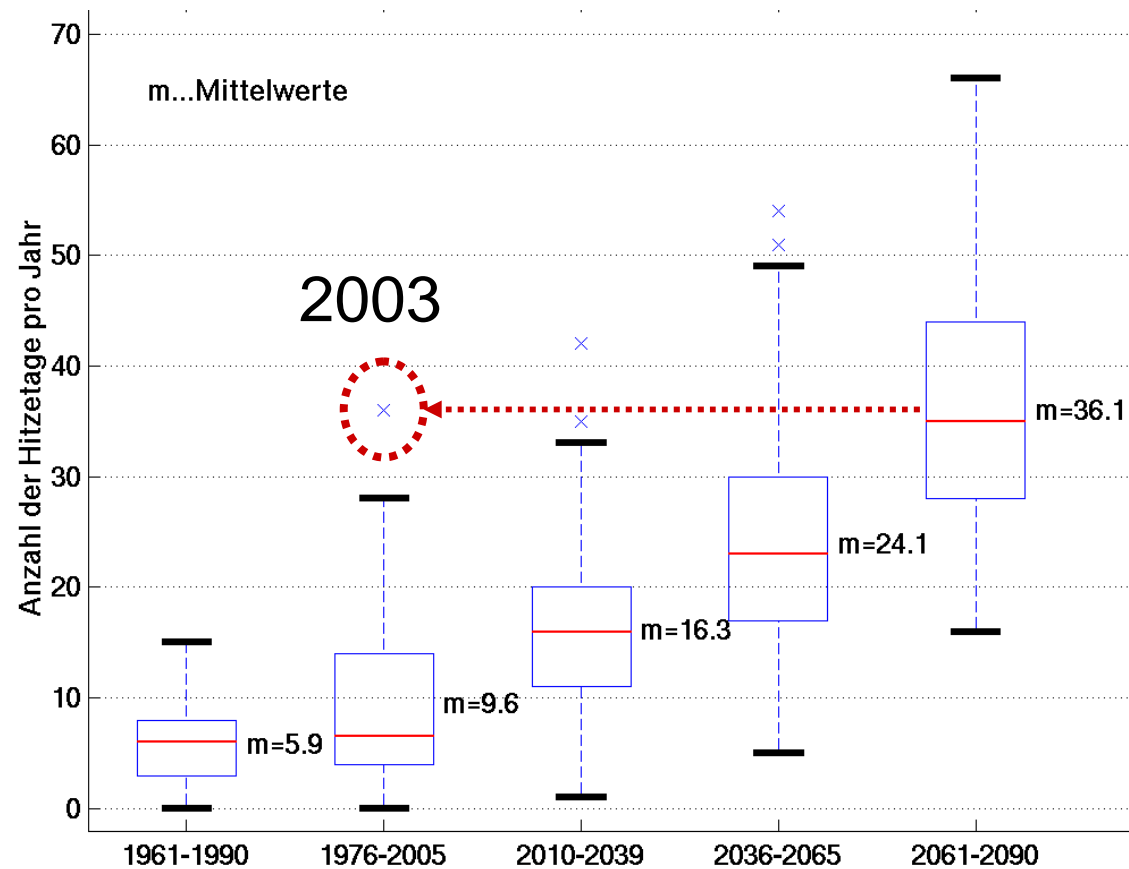


Hitztage pro Jahr für StartClim Stationen



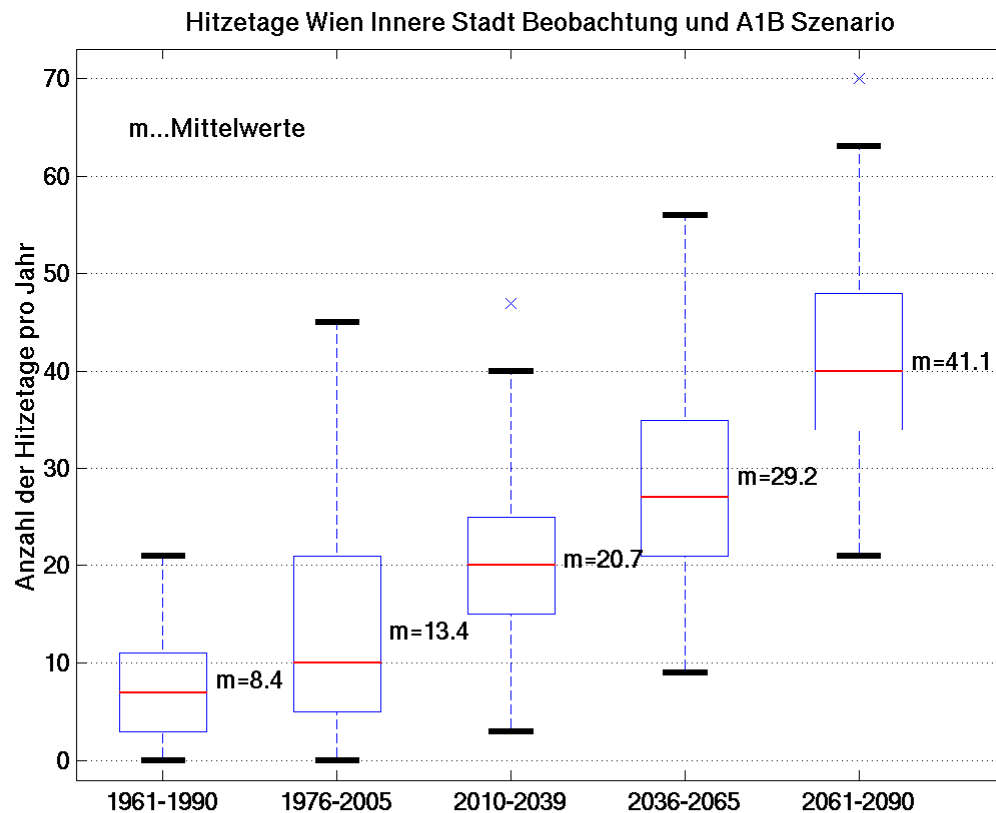
StartClim /
Formayer
et al. 2004

Hitzetage in Linz/Hörsching

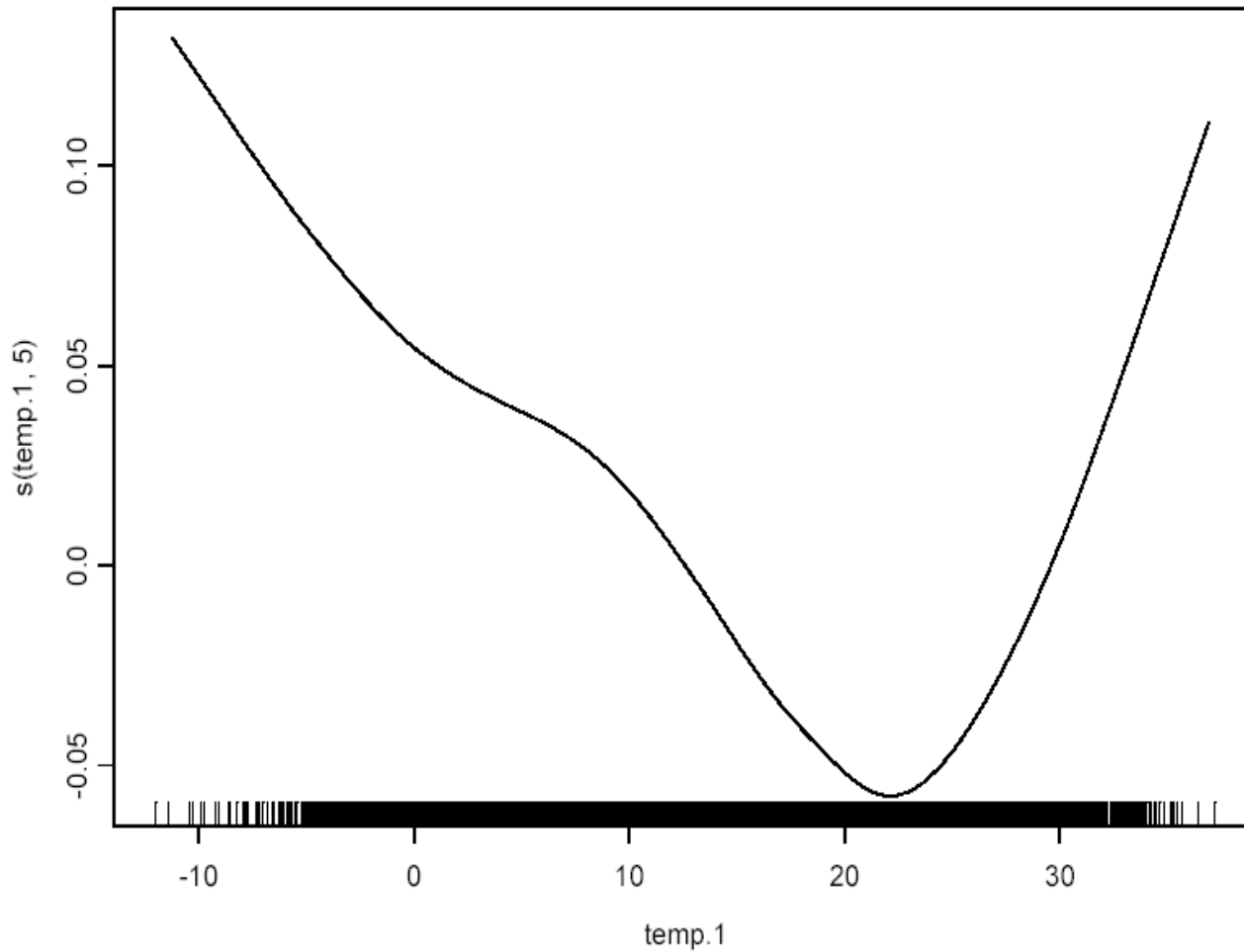


Formayer et al. 2007

Hitzetage Wien Innere Stadt

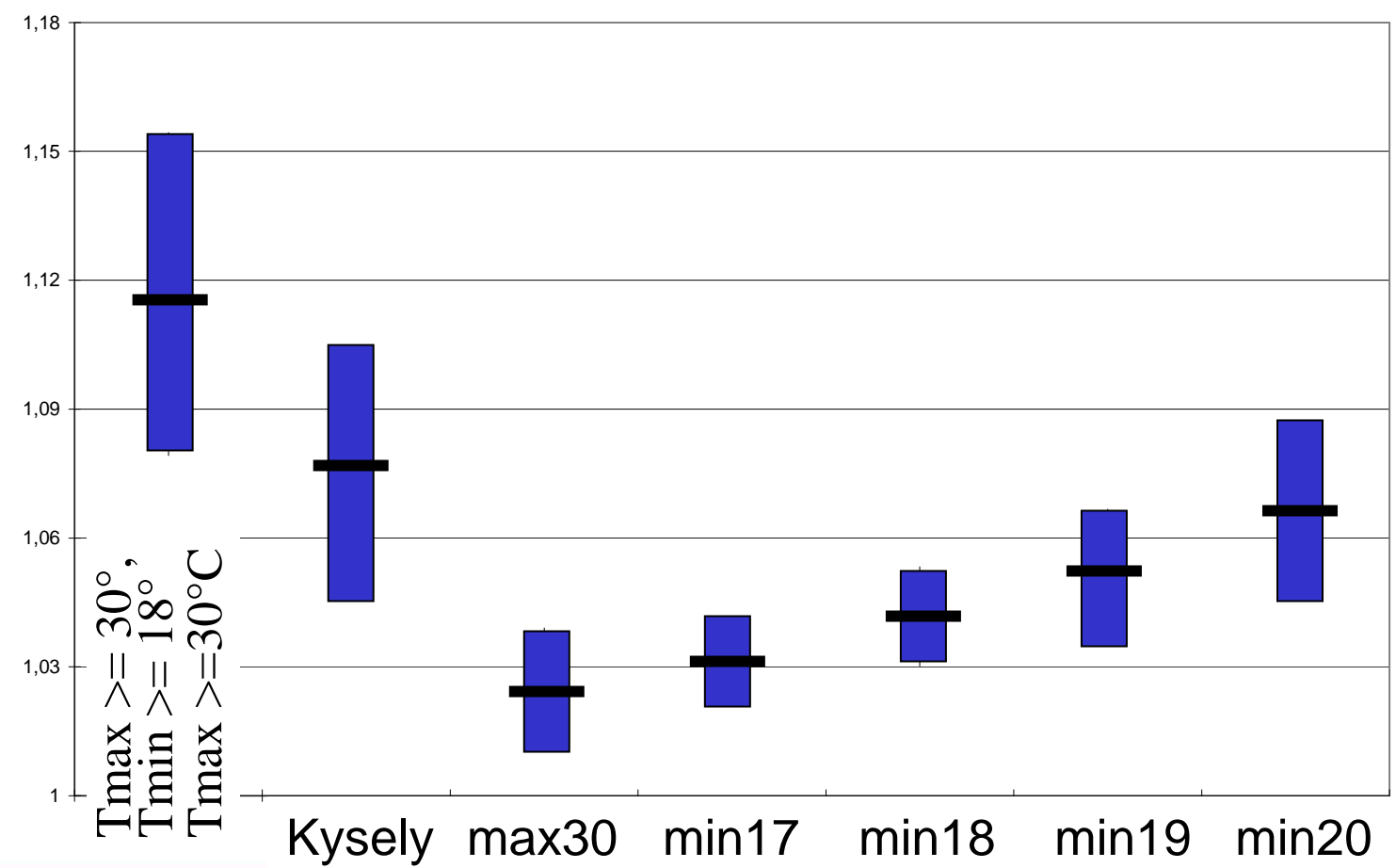


Tägliche Sterblichkeit



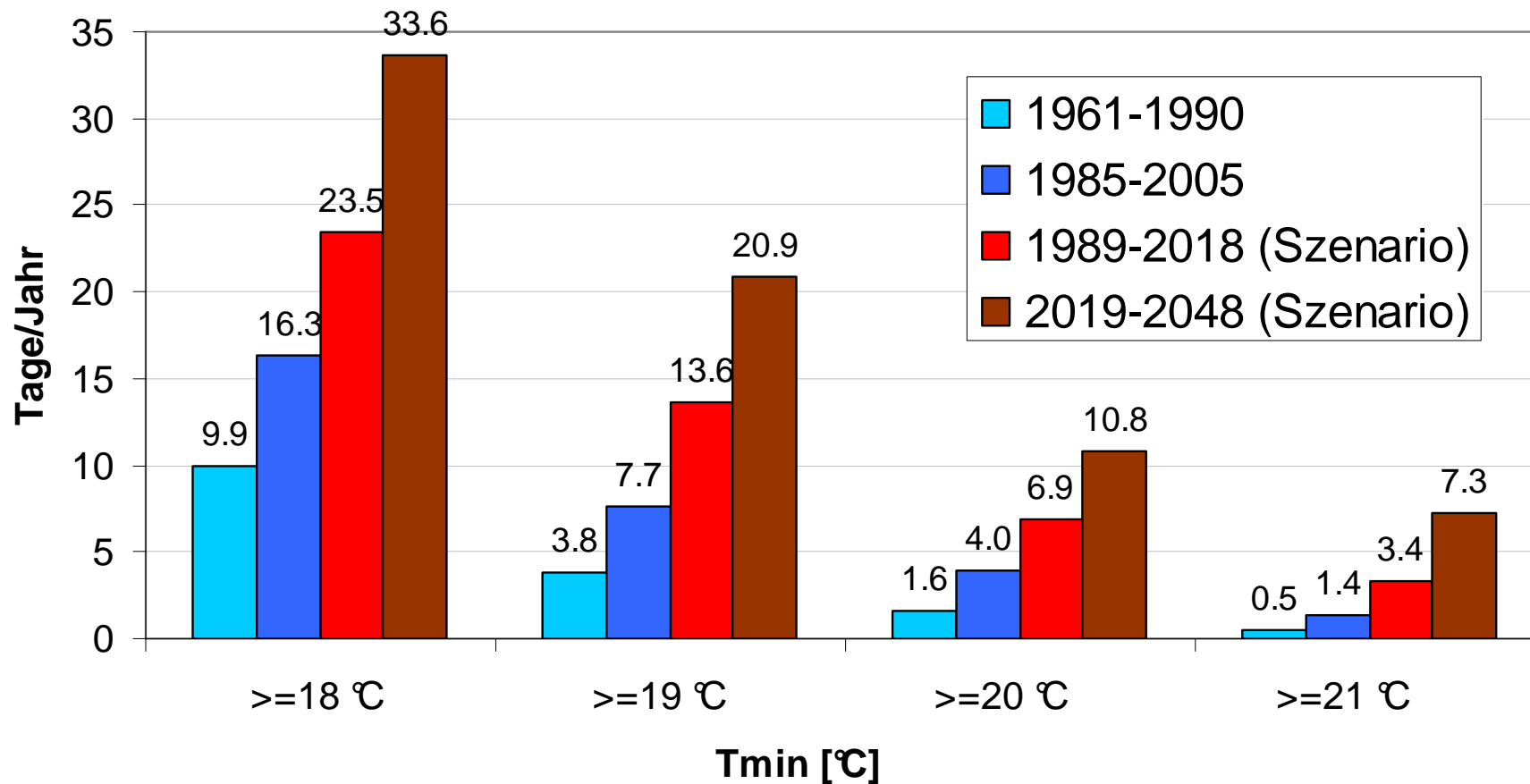
Tägliche max.
Temperaturen
an der Station
Hörsching
jeweils einen
Tag zuvor

Relatives Sterberisiko

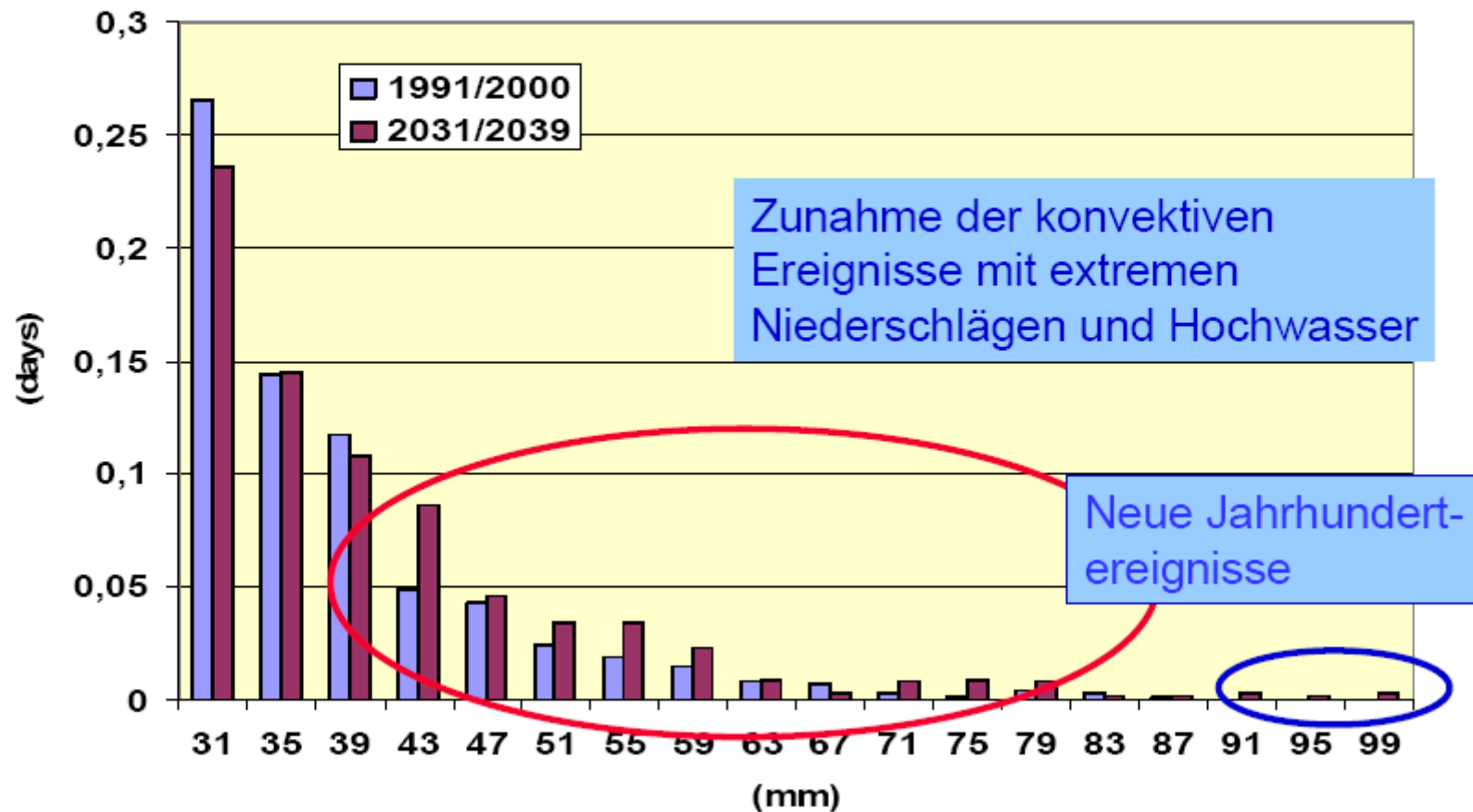




Tage mit nächtlicher Minimumtemperaturen über vorgegebenen Schwellenwerten in Wien, Hohe Warte



Änderungen der Tagesniederschlagswerte (Sommer; Bayern)








BOKU-Met

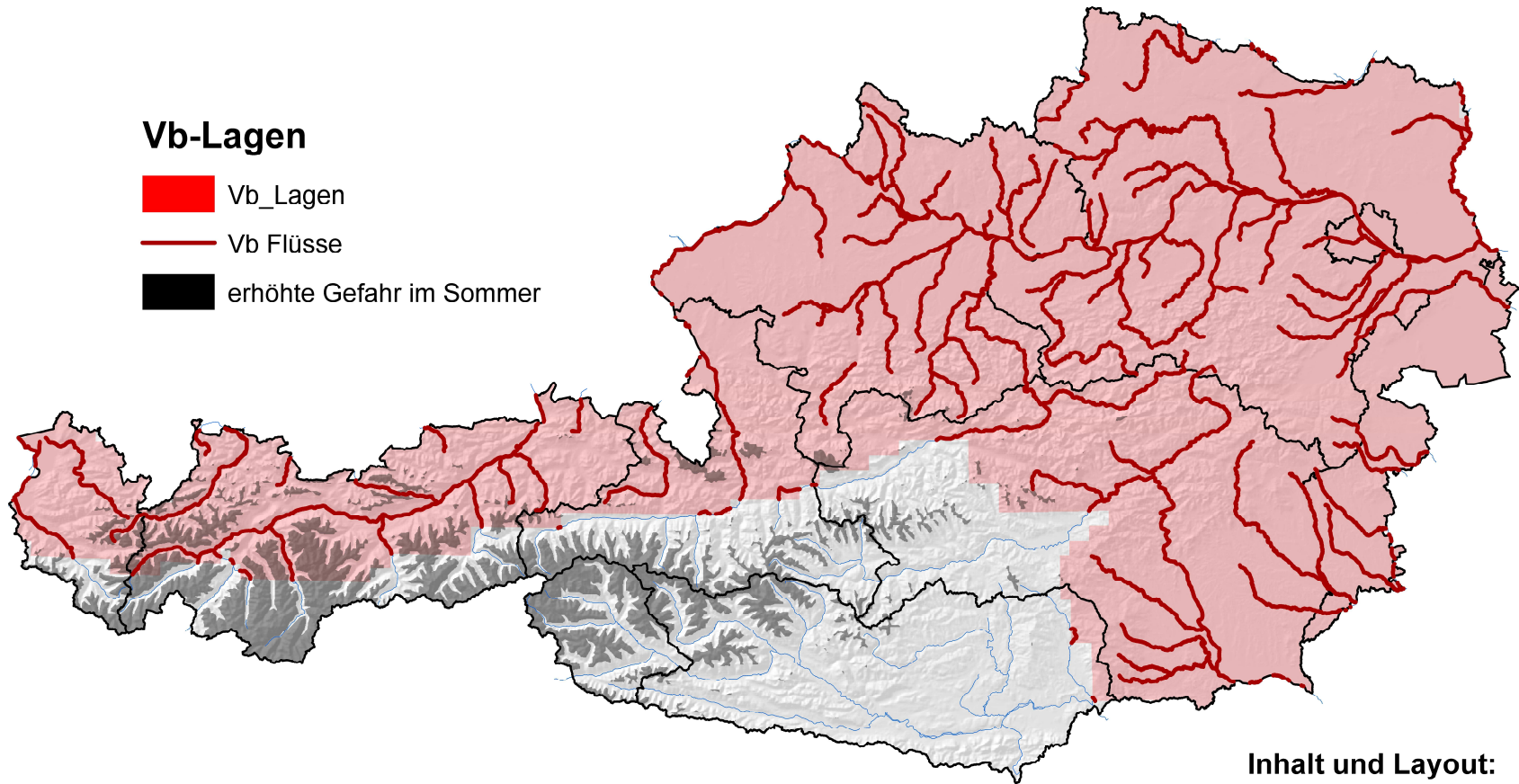


WWF for a living planet®

Regionen die durch Vb - ähnliche Lagen besonders betroffen sind

Vb-Lagen

-  Vb_Lagen
-  Vb Flüsse
-  erhöhte Gefahr im Sommer



Inhalt und Layout:
H. Formayer, 2006





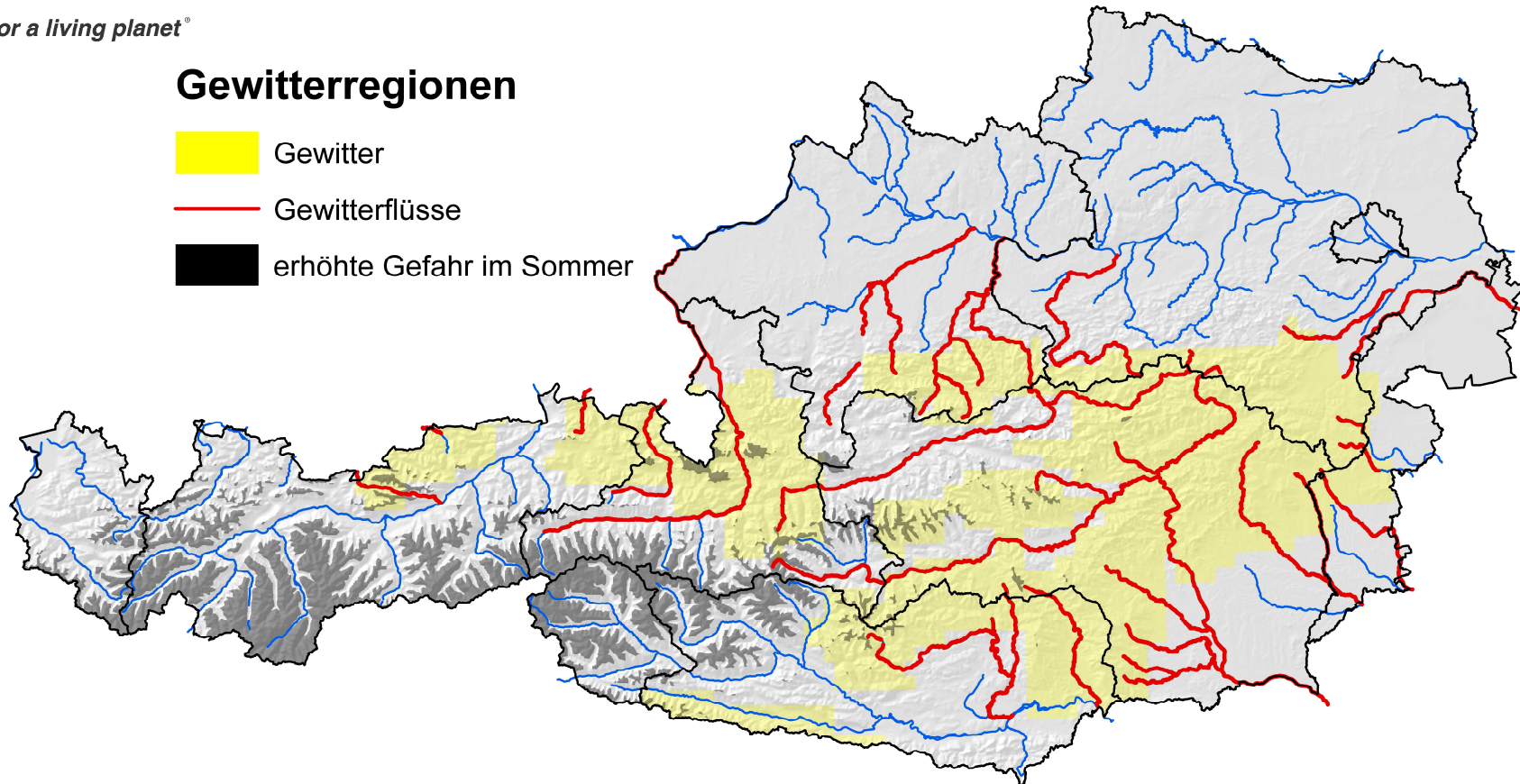
Besonders gewitterträchtige Regionen in Österreich



WWF for a living planet®

Gewitterregionen

-  Gewitter
-  Gewitterflüsse
-  erhöhte Gefahr im Sommer



Inhalt und Layout:
H. Formayer, 2006







BOKU-Met

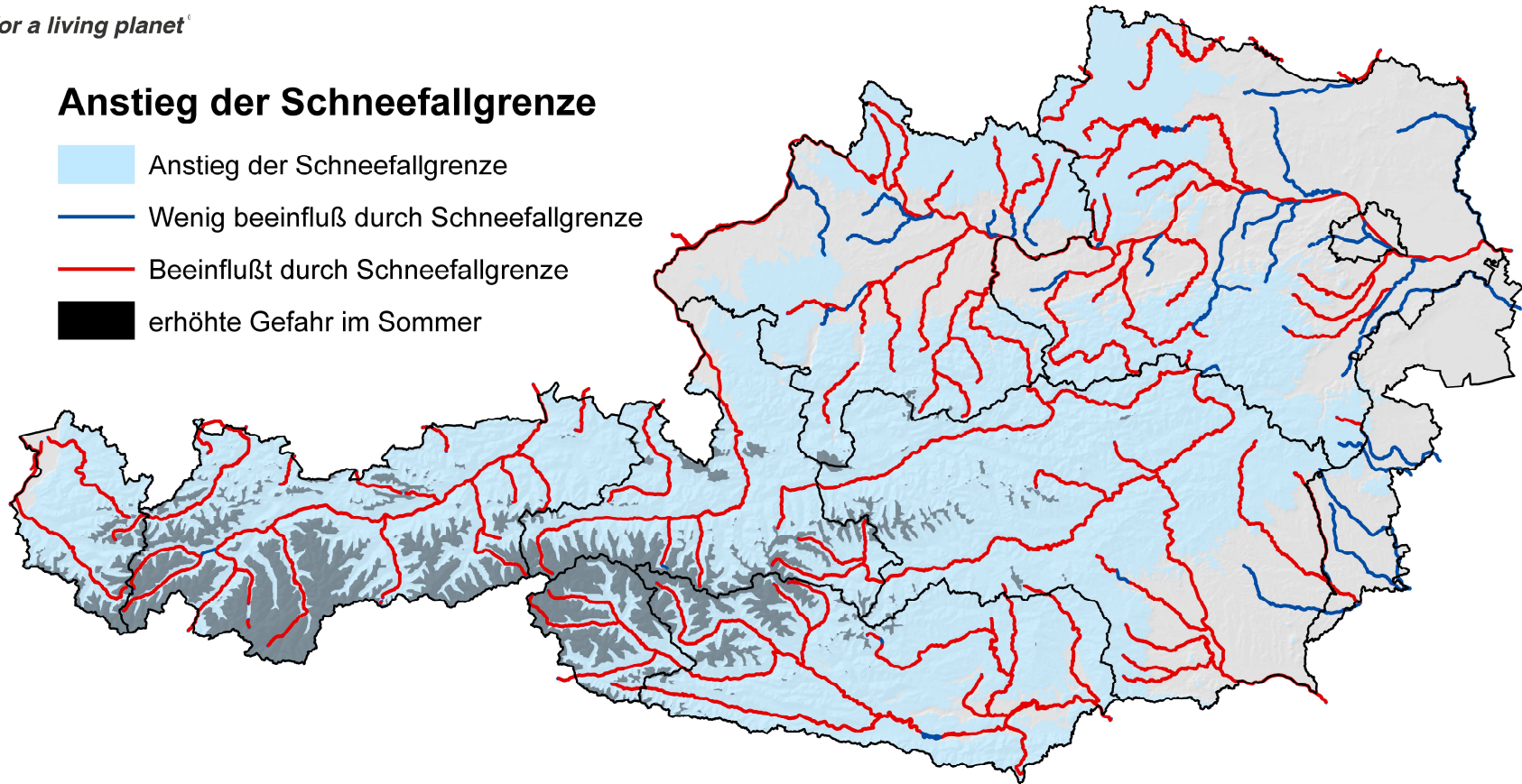


WWF for a living planet

Regionen in Österreich, in denen der Anstieg der Schneefallgrenze relevant ist

Anstieg der Schneefallgrenze

-  Anstieg der Schneefallgrenze
-  Wenig beeinflusst durch Schneefallgrenze
-  Beeinflusst durch Schneefallgrenze
-  erhöhte Gefahr im Sommer



Inhalt und Layout:
H. Formayer, 2006



BOKU-Met

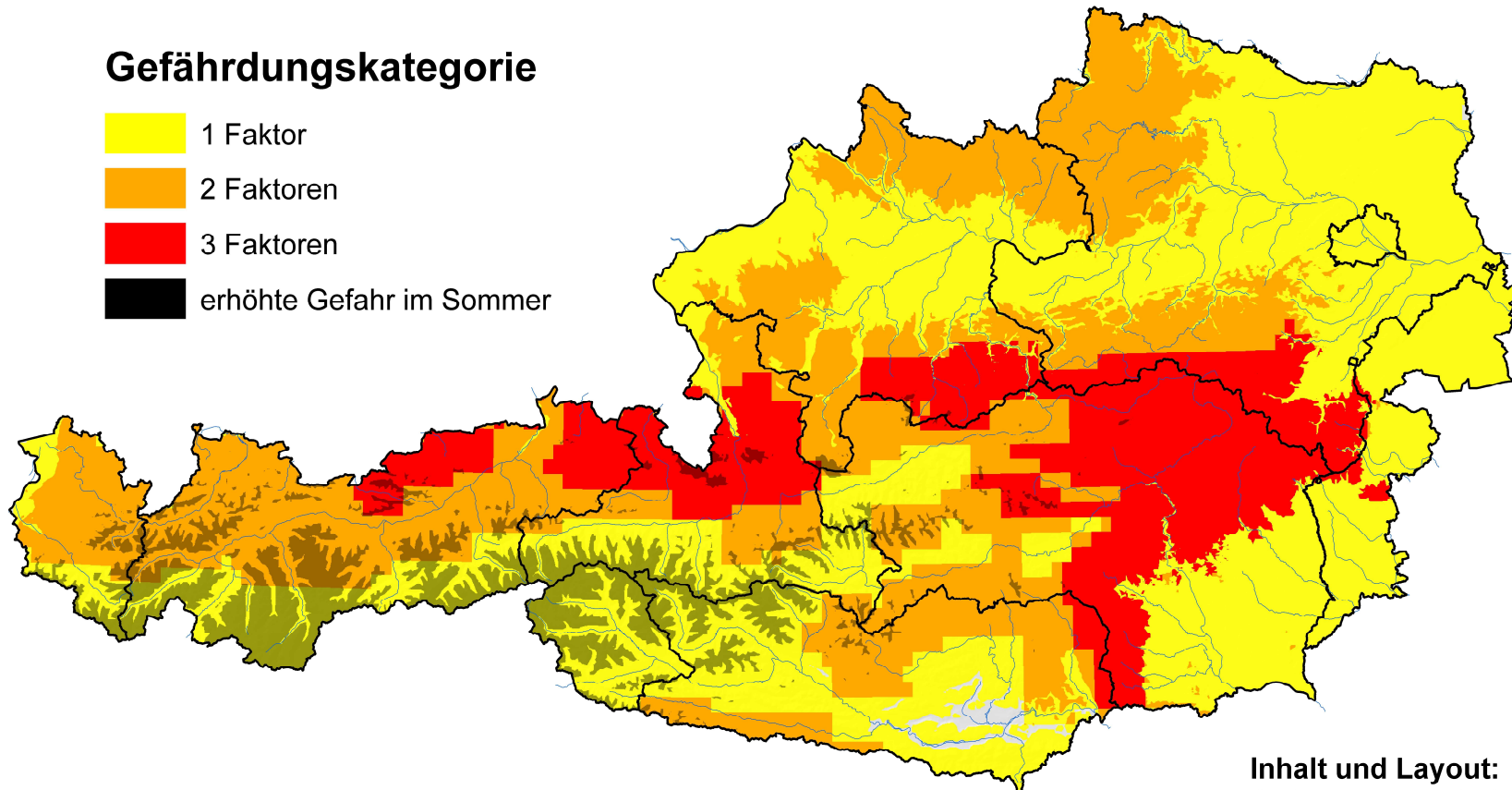
Szenarien regionaler Auswirkungen des Klimawandels auf zukünftige Hochwasserereignisse in Österreich



for a living planet®

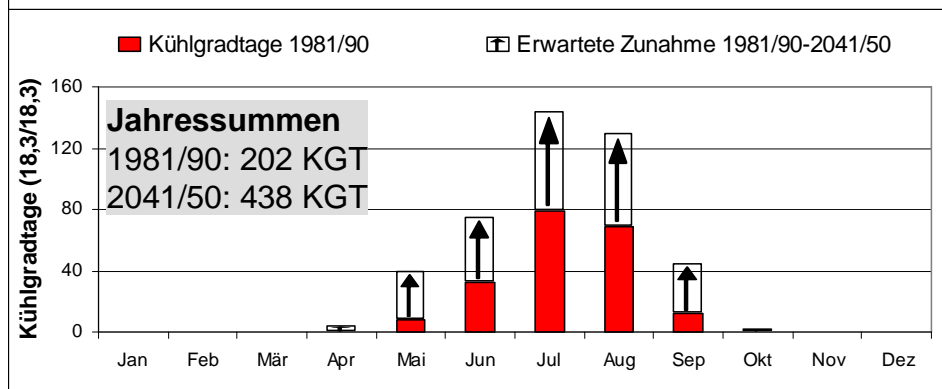
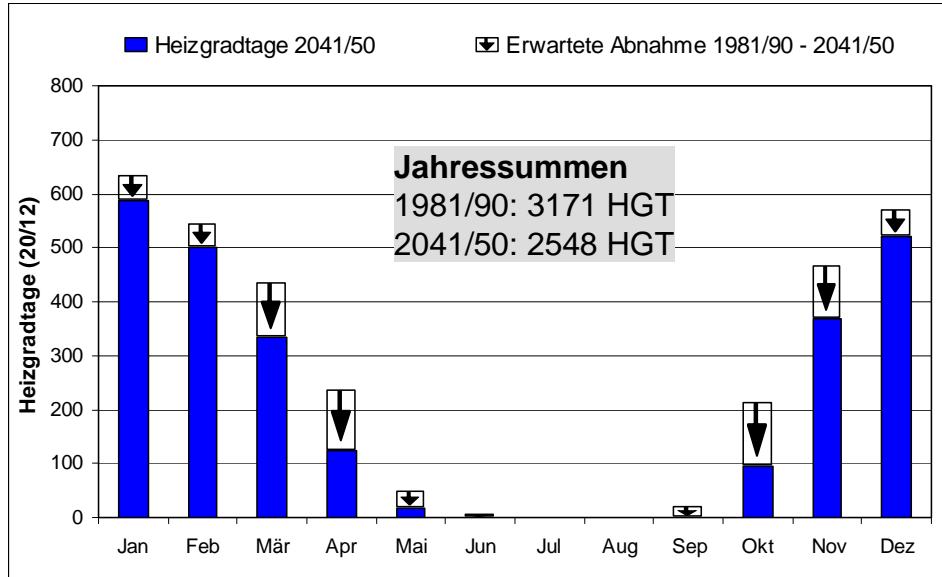
Gefährdungskategorie

- 1 Faktor
- 2 Faktoren
- 3 Faktoren
- erhöhte Gefahr im Sommer

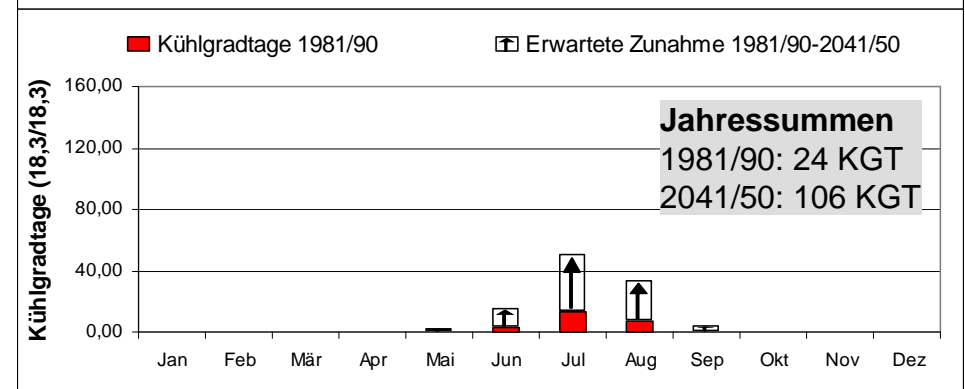
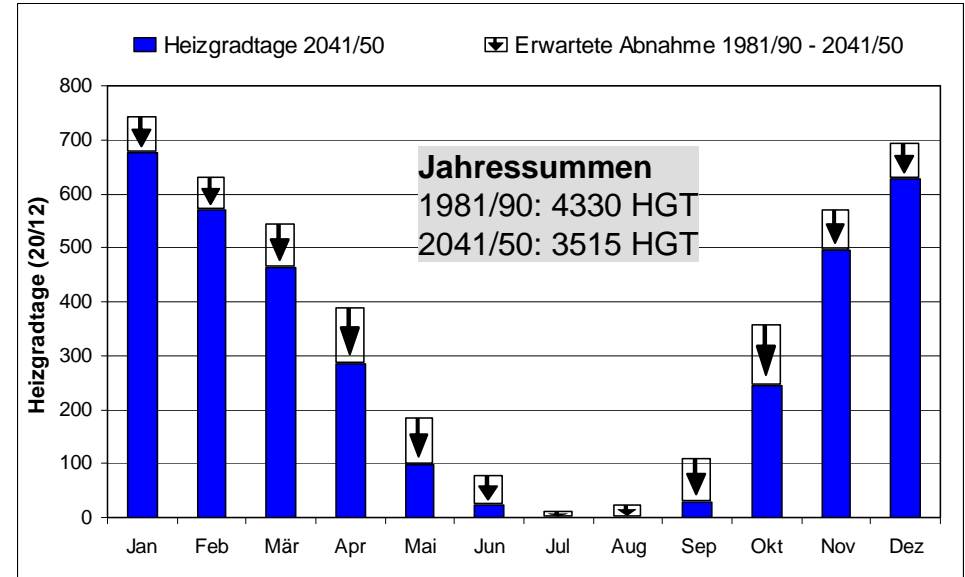


Inhalt und Layout:
H. Formayer, 2006

Heating & Cooling degree days 1981/90 vs. 2041/50



Vienna (171m)

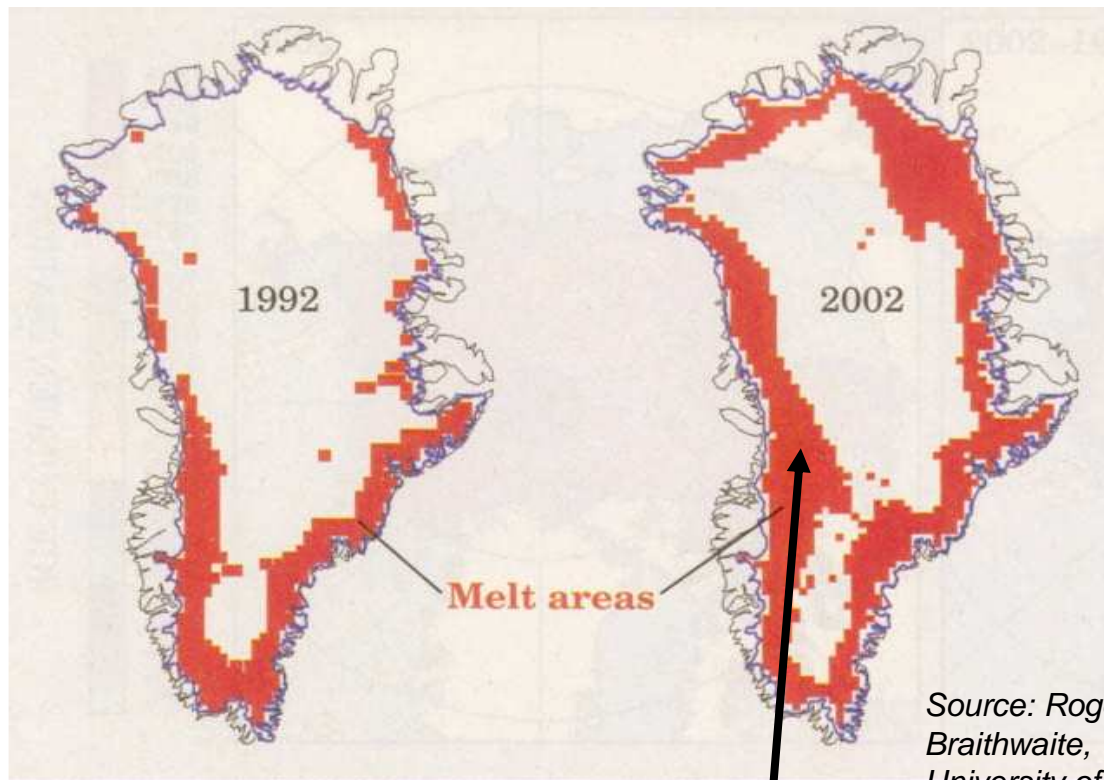


Lienz (668m)



Teil 2: Globale Dimension

Zunahme der Schmelzgebiete in Grönland



Source: Roger Braithwaite, University of Manchester (UK)



70 Meter Verlust in 5 Jahren

Greenland Mass Loss – From Gravity Satellite

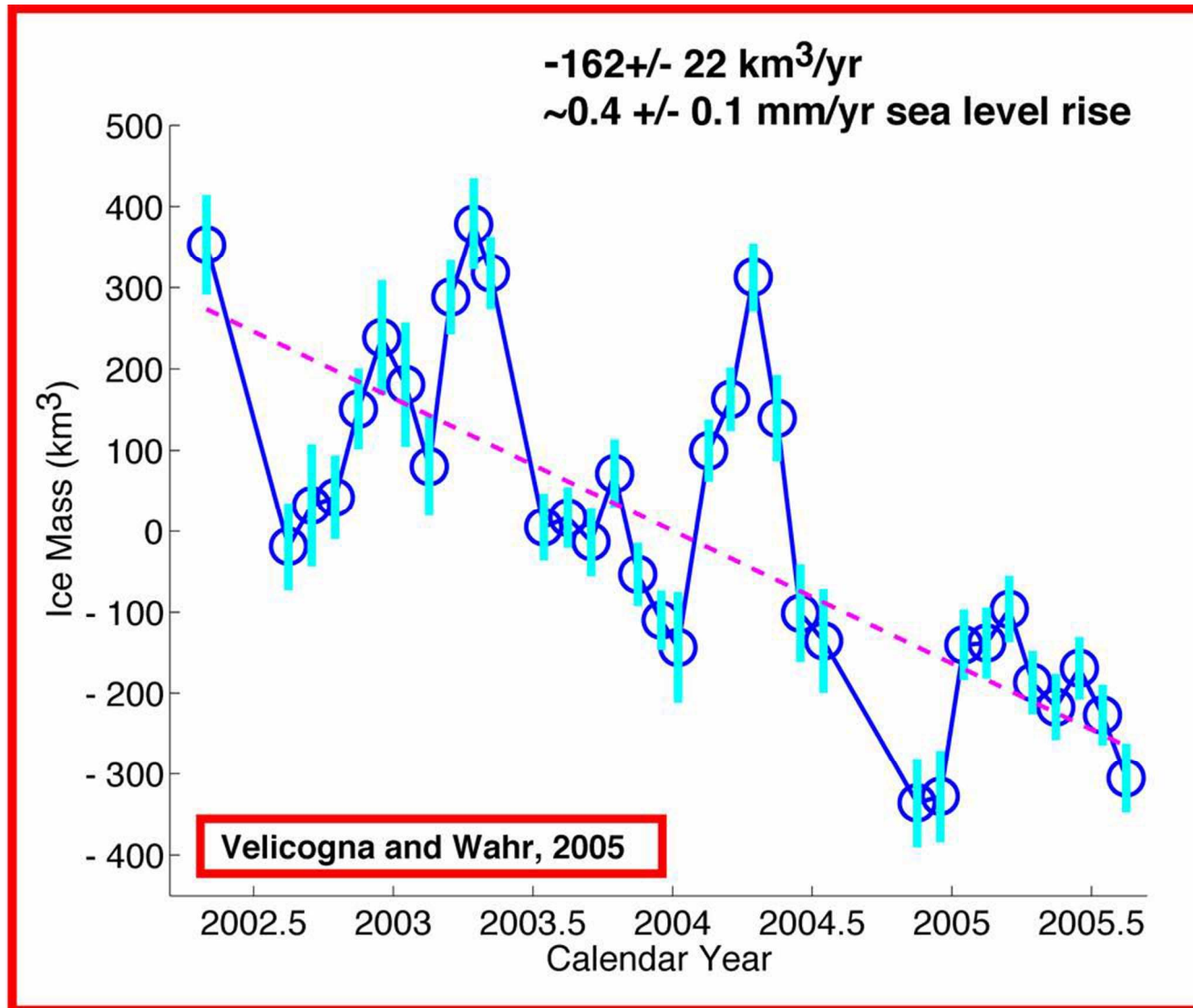
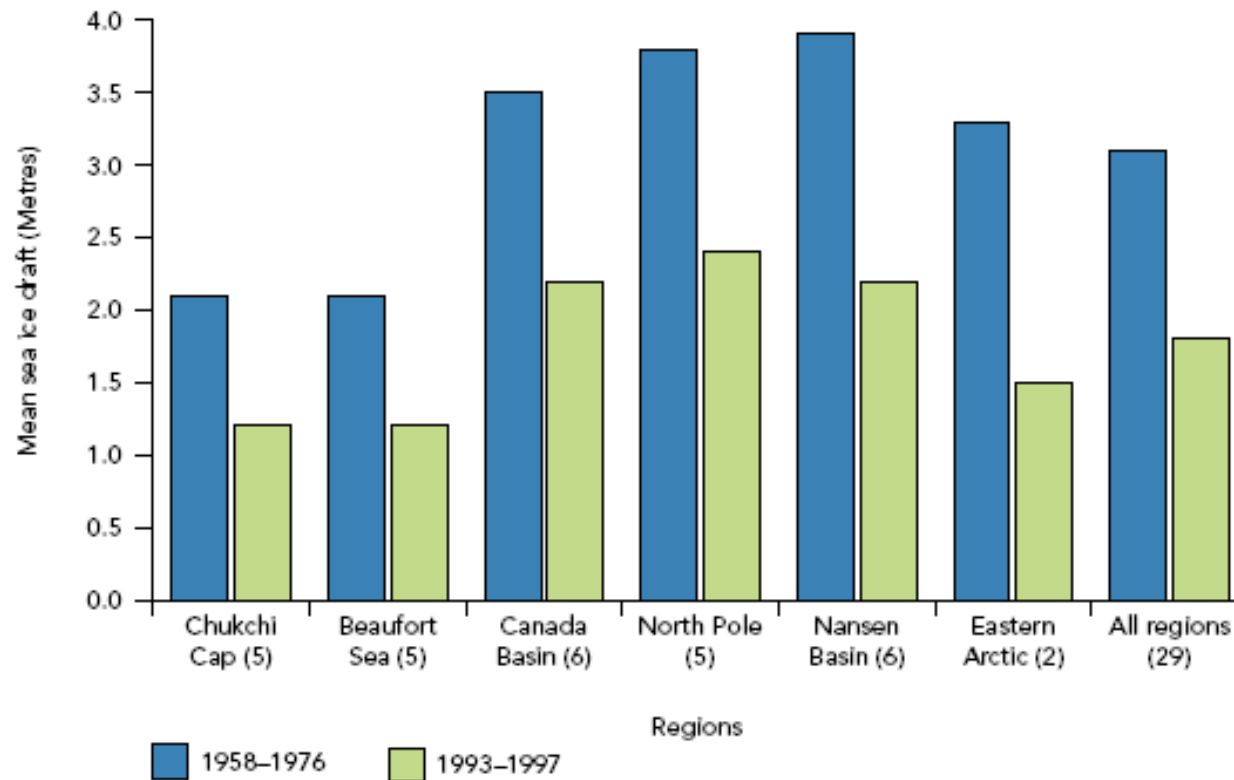


Figure 3.8 Regional changes of mean sea ice draft in the Arctic



Rückgang
des Eises
unter der
Meeres-
oberfläche

1958/76 und
1993/1997

Note: Sea ice draft is the subsurface fraction of the ice thickness.

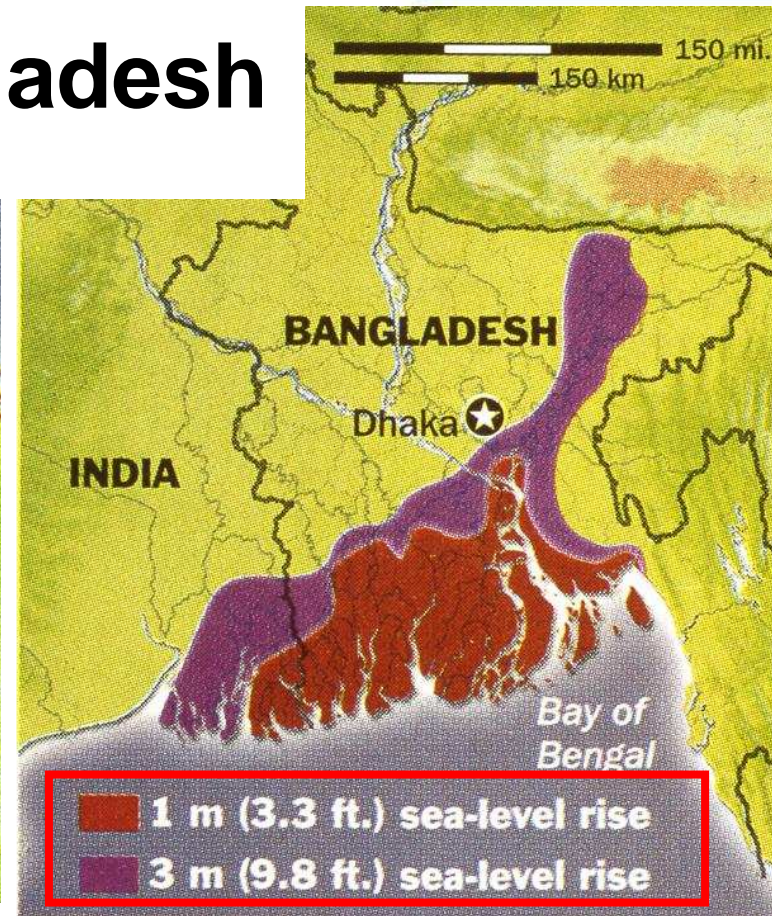
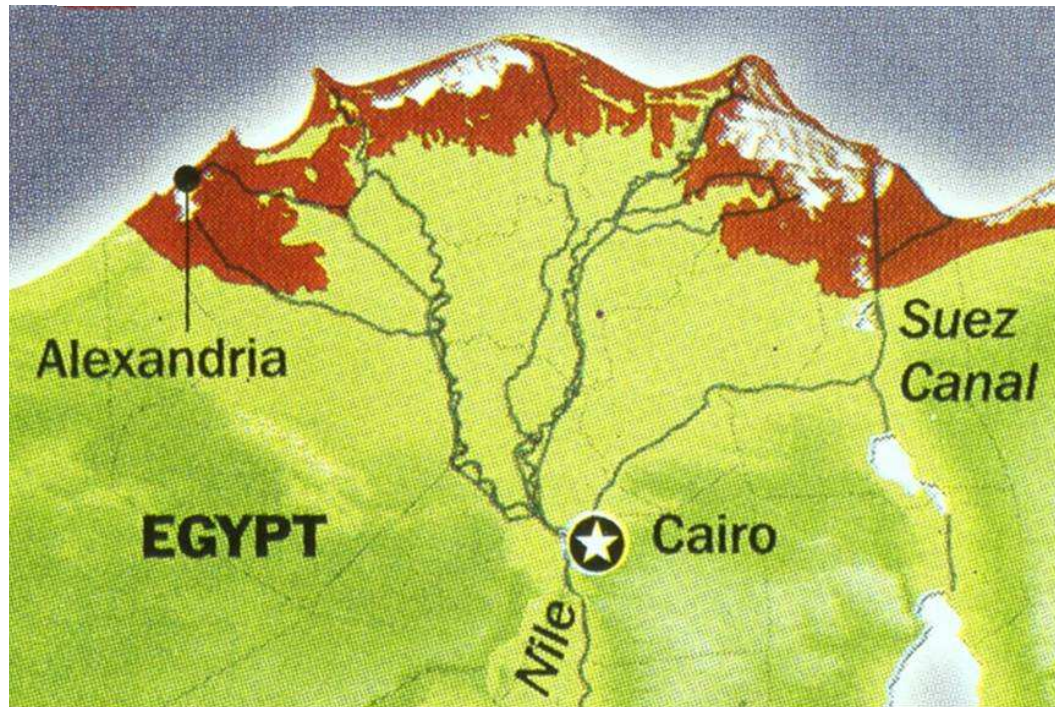
Source: Rothrock *et al.*, 1999.

EEA 2004

Anstieg des Meeresspiegels

Ägypten

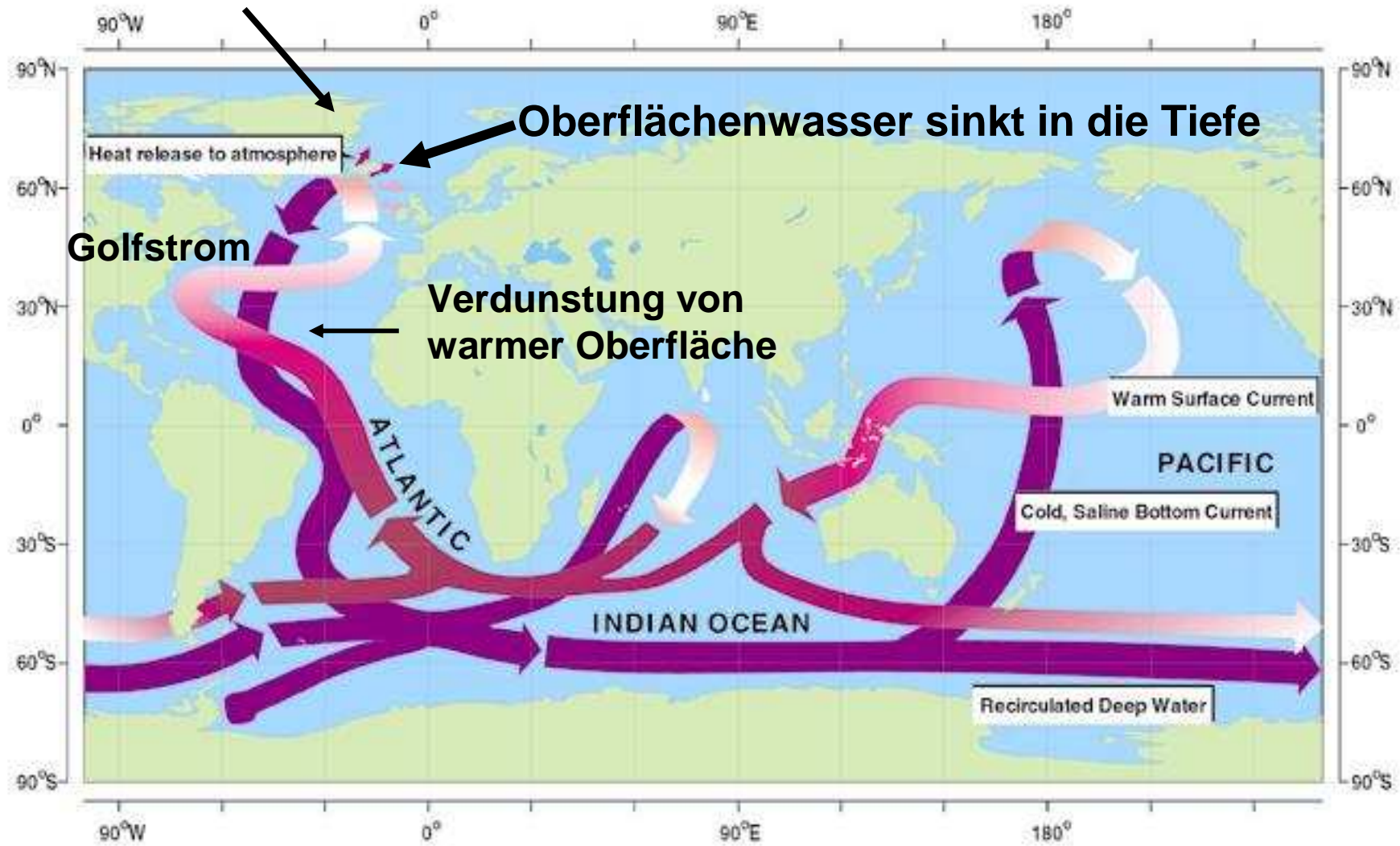
Bangladesh



<http://www.science.org.au/events/rowland>

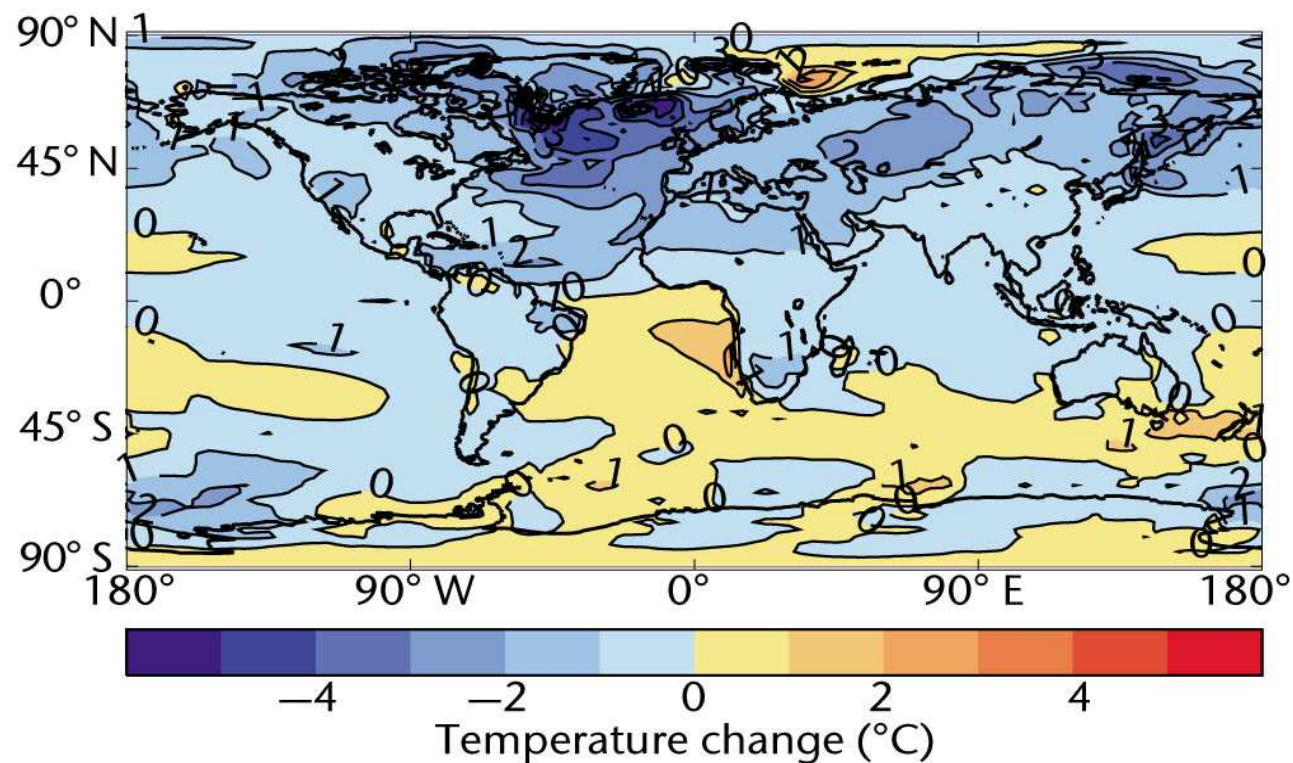
Thermohaline Zirkulation

Frischwasserzufuhr
schmelzenden Eises




Source: WOCE / WCRP

Änderung der Oberflächentemperatur nach künstlichem Zusammenbruch der Thermohalinen Zirkulation

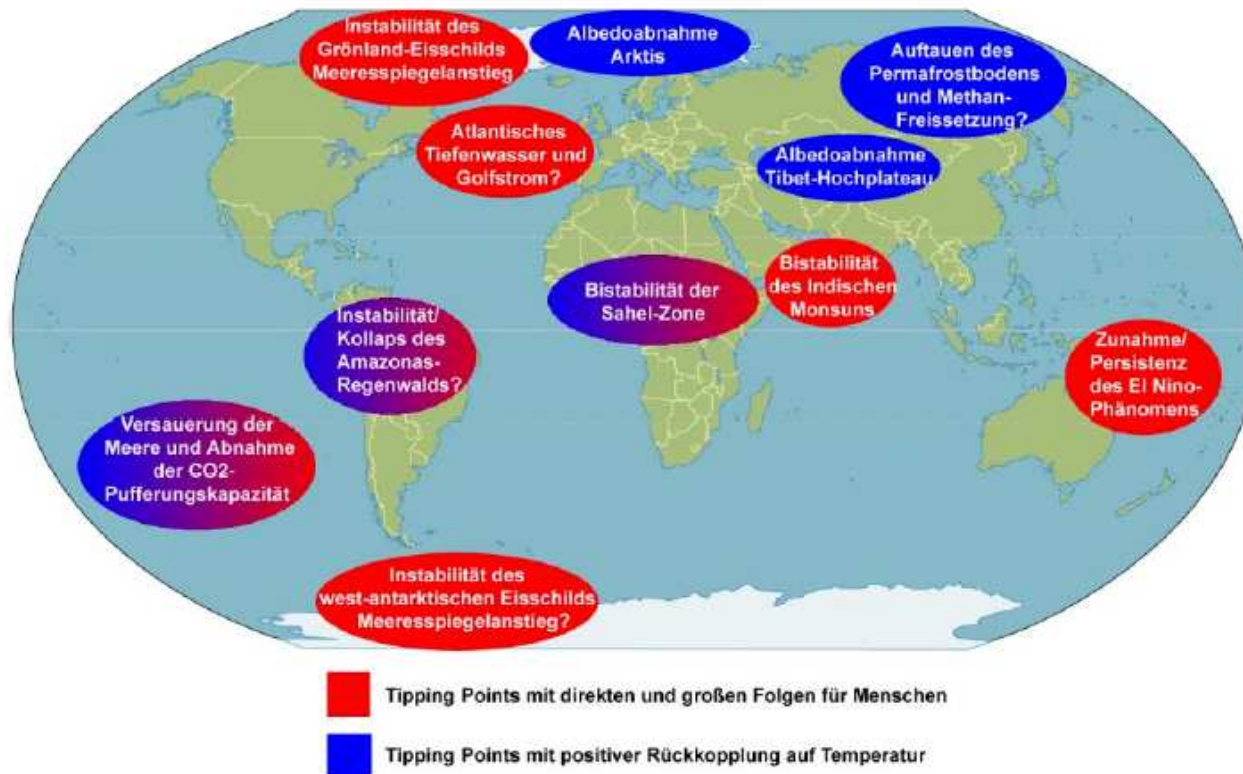


M Vellinga 2001?

- 
- **Klimawandel vergrößert Schere zwischen arm und reich**
 - **Kampf um Ressourcen wächst**
 - Wasser, fruchtbares Land, Lebensraum
 - **Wassermangel, Lebensmittelmangel, Anstieg des Meeresspiegels**
 - **Migration wird zur Völkerwanderung**
 - **Abschottung der „Habenden“**

**→ Nährboden für Terrorismus
Potential für Krieg**

Kipp-Punkte nach Schellnhuber



Grafik: Erstellt und übersetzt von Germanwatch auf der Grundlage der "World Map of Tipping Points in Climate Change" von Prof. Hans Joachim Schellnhuber



Teil 3: Maßnahmen



Das Unbeherrschbare vermeiden,
das Unvermeidbare beherrschen

Schellnhuber, PIK

→ Minderung und Anpassung

Notwendige Maßnahmen



Vermeidung

- **Globale Maßnahmen**
- **Alle müssen beitragen**
- **Kosten jetzt, Nutzen später, politisch schwer durchsetzbar.**
- **Rasches handeln notwendig.**
- **Nachhaltigkeit beachten**

Anpassung



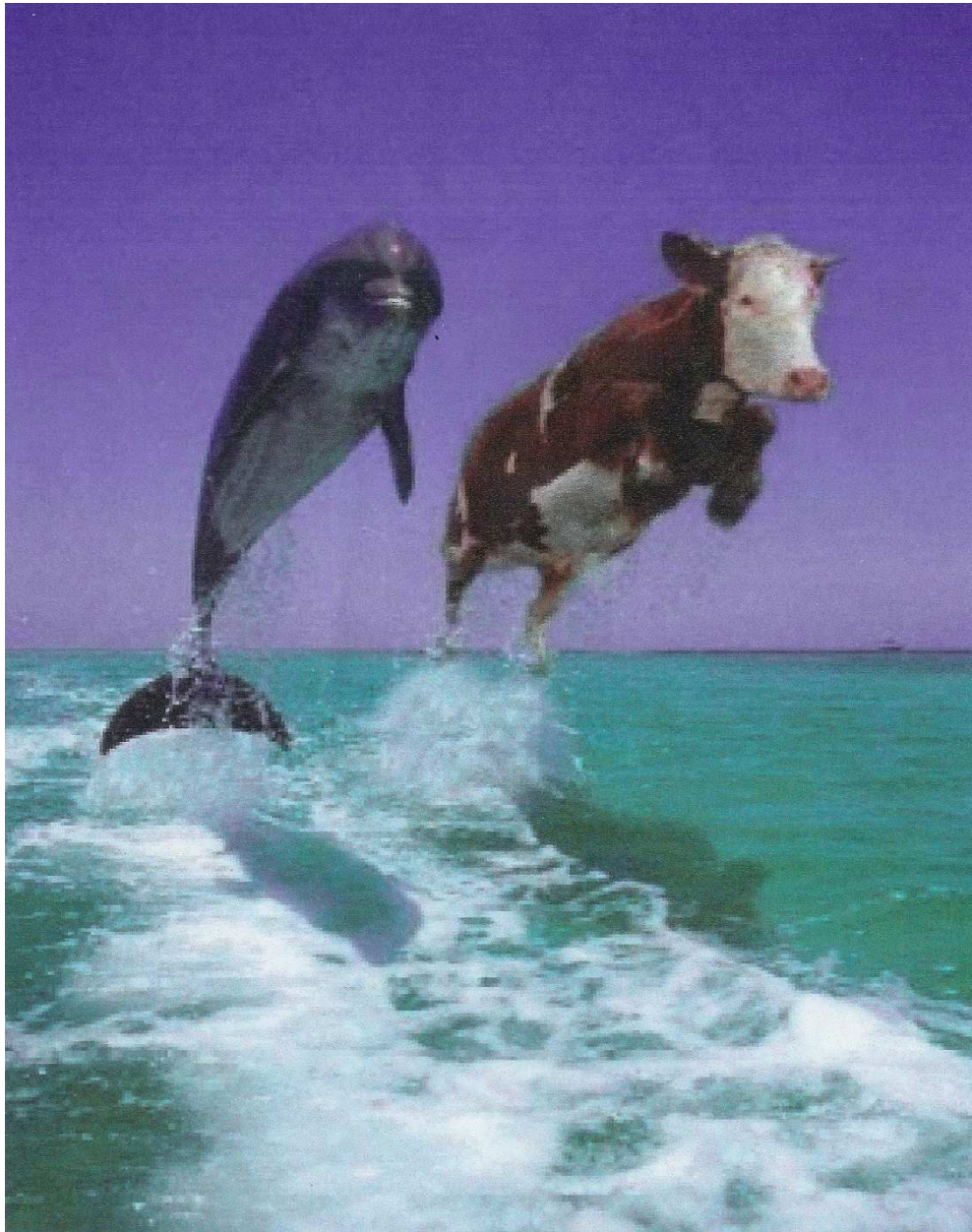
- **Lokale und sektorale Maßnahmen**
- **Individuelle Lösungen notwendig.**
- **Anpassungsmaßnahmen derzeit meist wirtschaftlich motiviert.**
- **Rasches handeln nötig in manchen Bereichen**
- **Nachhaltigkeit beachten.**



Anpassung ist teuer

- Ohne Minderungsmaßnahmen werden Schäden durch Klimawandel 5 - 20% des Globalen BNP pro Jahr kosten.
- Die Kosten für Minderungsmaßnahmen zur Stabilisierung bei 2°C belaufen sich auf ca. 1% des Globalen BNP pro Jahr – wenn rasch gehandelt wird.

Stern 2006



Die Anpassung hat Grenzen



Globale Klimaschutz - Ziele

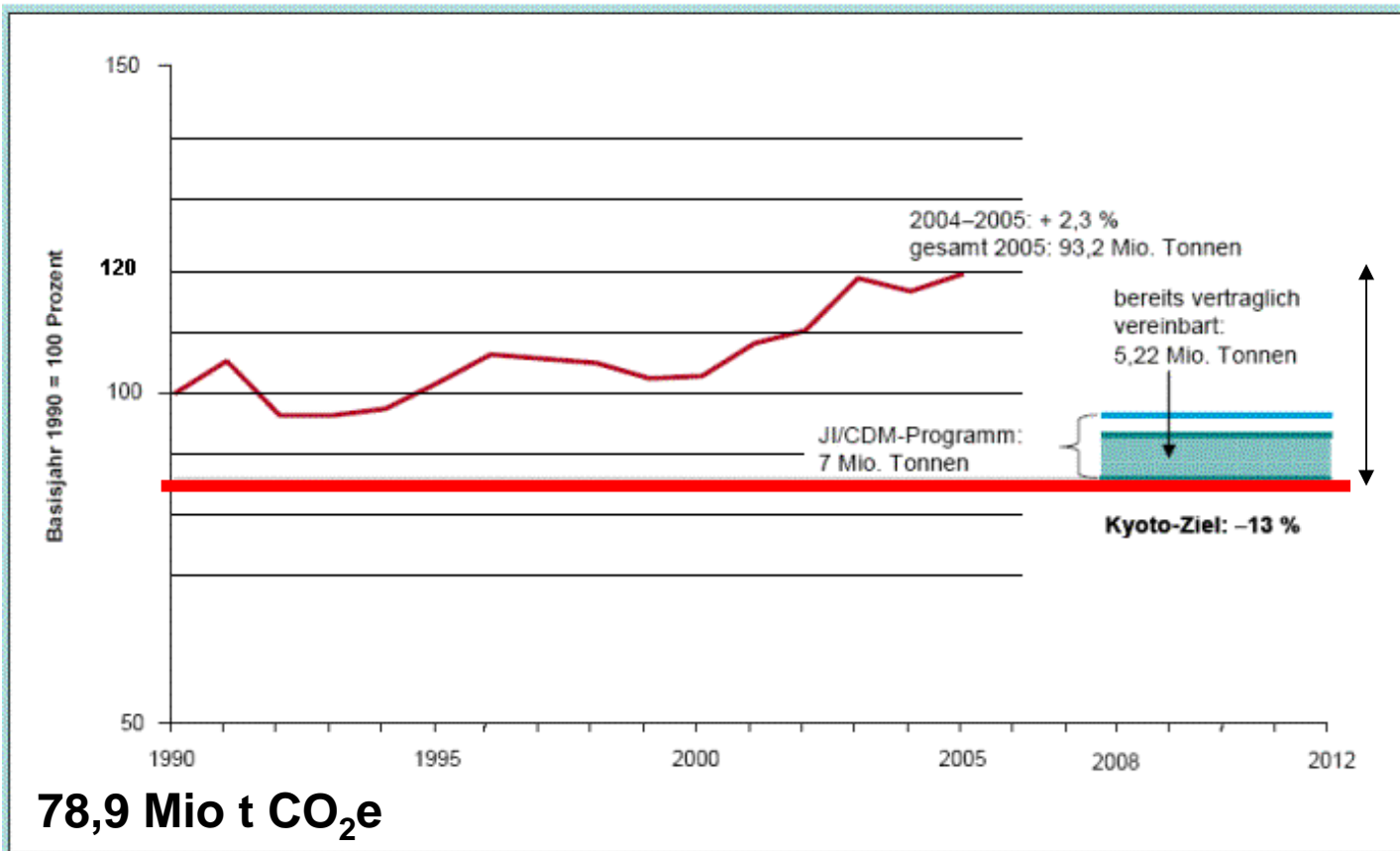
- **+2°C nicht überschreiten**
(Unbeherrschbares vermeiden!)
- **400-450 ppm nicht überschreiten**
(ca. 1:1 Chance, 2°C einzuhalten!)
- **Emissionsreduktionen:**
 - bis 2020: -15 – 30% Industriestaaten
 - bis 2050: - 60 – 80 % alle Staaten
- **Innerhalb von 10 Jahren Wende nötig!**



Österreich – nationale Ebene

- 2010 - 5 % höhere Energie-Produktivität – derzeit sinkend
- 2010 - 80 % d. Elektrizität,
- 2020 - 85 % d. Elektrizität aus Erneuerbaren – derzeit unter 60 Prozent, fallend.
- 2020 - 45 % d. Gesamtenergieverbrauchs aus Erneuerbaren – derzeit deutlich fallend

Treibhausgasemissionen und das österreichische Kyoto-Ziel



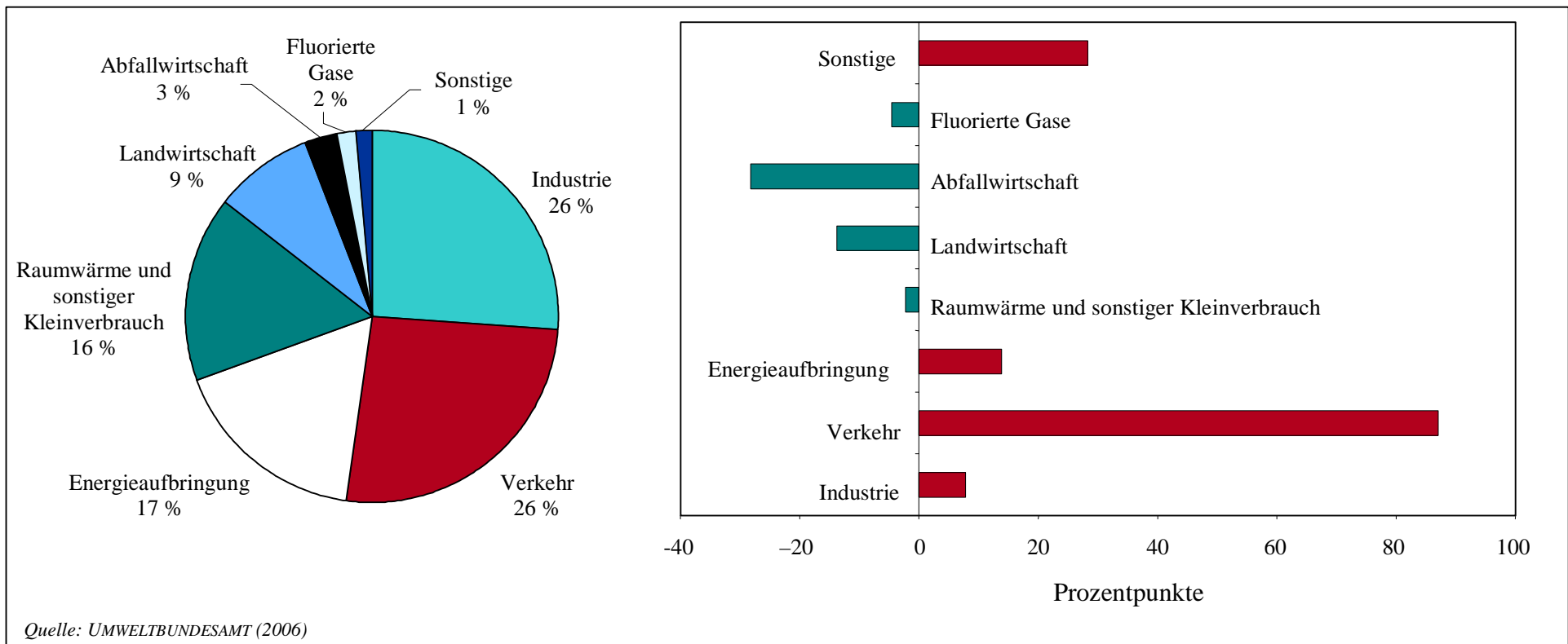
93,2 Mio t CO₂e

- 31,1 %

68,7 Mio t CO₂e

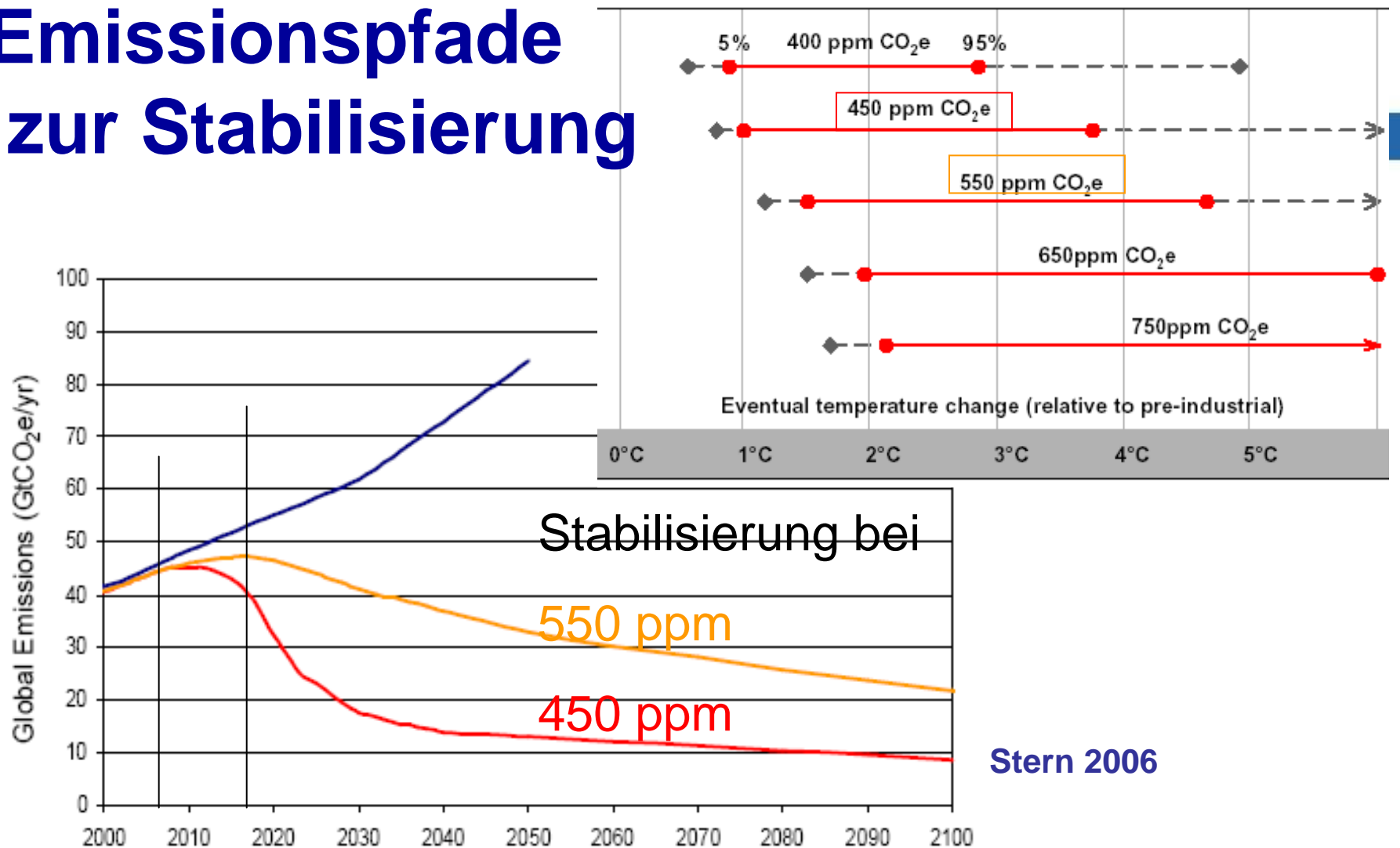
Umwelt-
bundesamt
2007

CO₂-Äquivalente - Österreich



Emissionspfade zur Stabilisierung

Stabilisation and Commitment to Warming





Anforderungen

Stab. Niveau	Globale Mitteltemperatur	CO ₂ -Spitze	Emissionen 2050 vs. 2000 (%)	GDP Reduktion bis 2030	GDP Reduktion bis 2050	Jährliche Rate
445 – 490	2.0 – 2.4	2000 – 2015	-85 bis -50	<3%	<5%	<0.12%
490 – 535	2.4 - 2.8	2000 – 2020	-60 bis -30			
535 – 590	2.8 - 3.2	2010 – 2030	-30 bis +5			

IPCC 2007



Angela Merkel: 2007.09.25

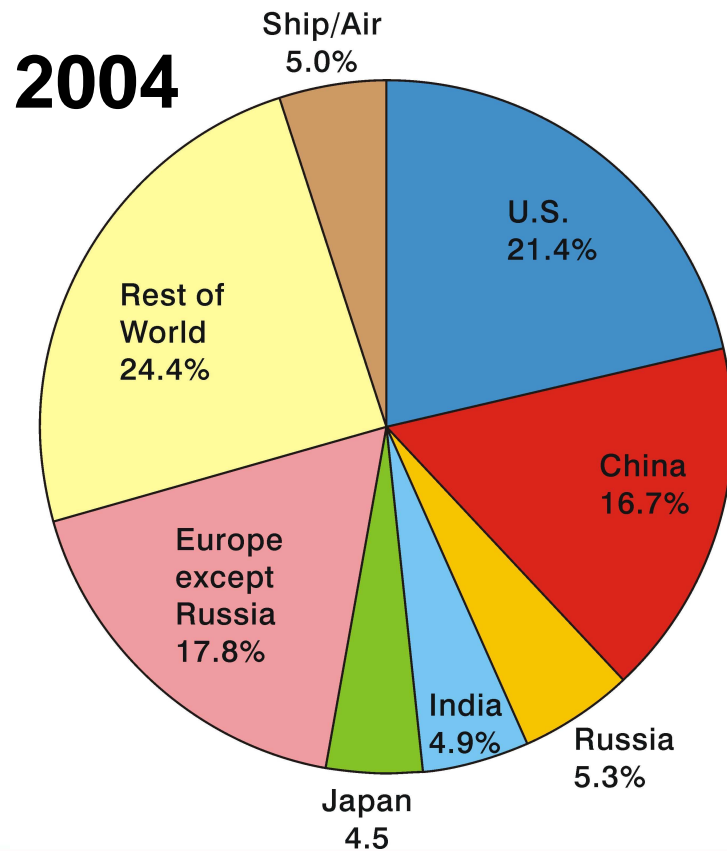
- "Halbierung der CO₂-Emissionen heißt nichts anderes, als dass wir von CO₂-Emissionen von heute 4 Tonnen pro Kopf der Weltbevölkerung auf 2 Tonnen kommen müssen. Dabei habe ich allerdings noch nicht eingerechnet, dass die Weltbevölkerung noch steigen wird. 4 Tonnen pro Kopf – China liegt heute bei 3,5 Tonnen, Indien liegt weit darunter, die Vereinigten Staaten von Amerika bringen 20 Tonnen pro Kopf auf die Waage, Deutschland 11 Tonnen, die Europäische Union im Durchschnitt 9 Tonnen. Da sehen Sie die Dimension, vor der wir stehen."



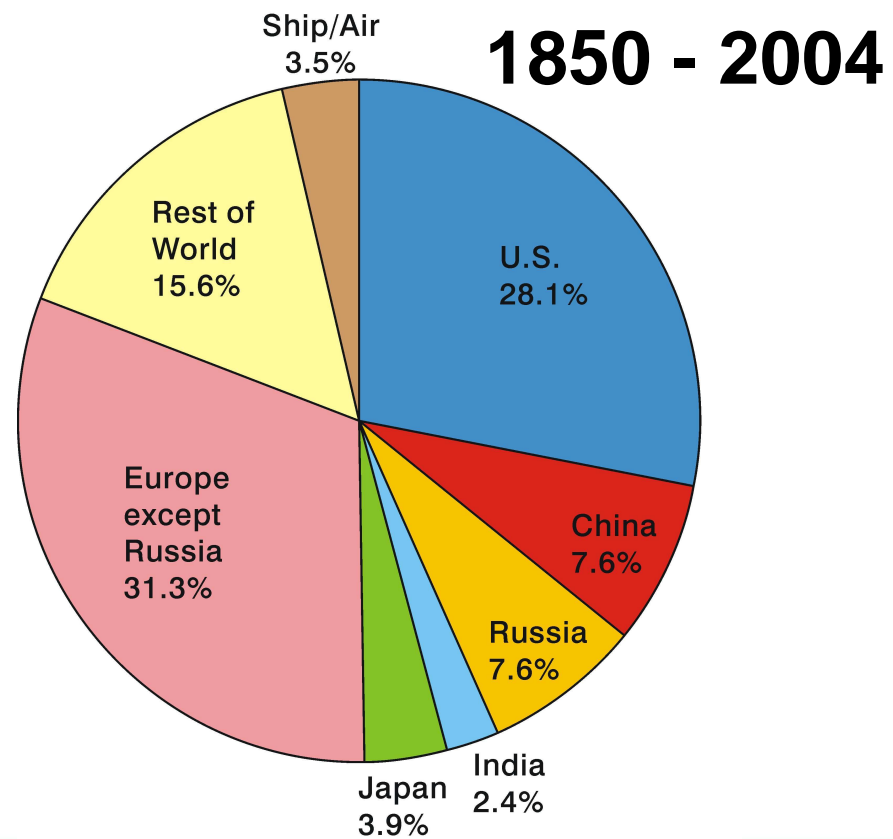
Emissionen nach Region



2004 Portions of CO₂ Emissions



Accumulated Fossil Fuel CO₂ (1850-2004)





Wege der Emissionsreduktion



- Bedarf für emissionsintensive Güter und Leistungen senken
- Erhöhte Ressourcen-Effizienz, die sowohl Geld und Emissionen einspart
- Maßnahmen im Bereich der Nicht-Energie Emissionen, wie Vermeidung der Entwaldung
- Wechsel zu Technologien mit geringeren Kohlenstoffemissionen zur Energie- und Wärmeerzeugung und im Transport

Stern 2006



Was kann ICH tun?

- bewusster einkaufen (nur kaufen was gebraucht wird, regionale Produkte, klima-freundliche Produkte, z.B. Apfel- statt Orangensaft, Obst/Gemüse der Saison, Bioprodukte,...)
- kürzer heiß duschen, Heizung herunterdrehen, Stoßlüften, Licht abschalten, Stand-by abschalten, ...
- Wärmedämmung, alternative Energie,
- Zu Fuß gehen, Fahrrad, öffentliche Verkehrsmittel, Bahn/Bus benützen, Auto nur wenn nötig, Sprit-sparend fahren, sparsameres Auto, Flüge vermeiden, ...
- in Schule, Kirche, Verein, Partei, Firma, Gemeinde, Land,... aktiv werden, Wahlentscheidungen

Es geht nicht nur um Klimawandel ...

Milliarden

5

3

1

4 Mio

8000

6000

4000

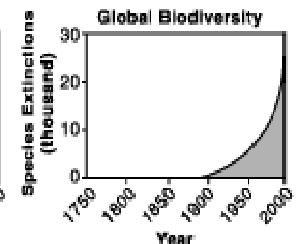
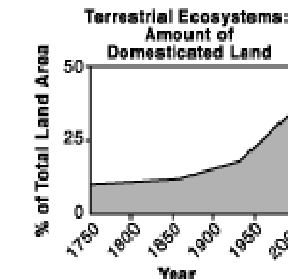
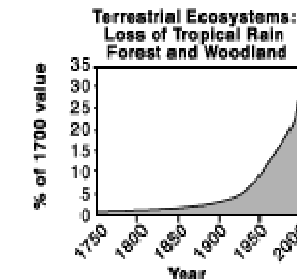
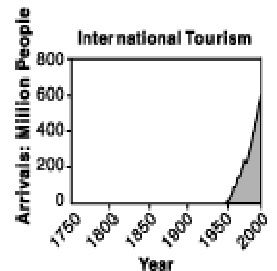
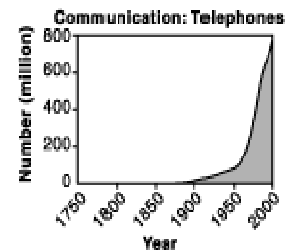
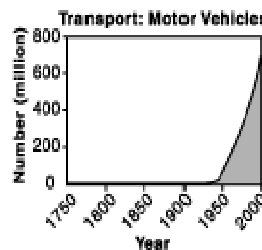
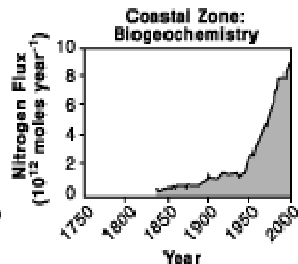
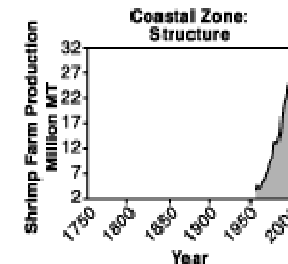
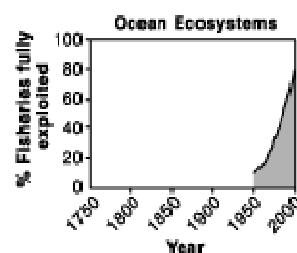
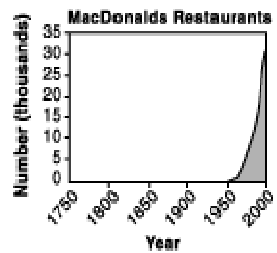
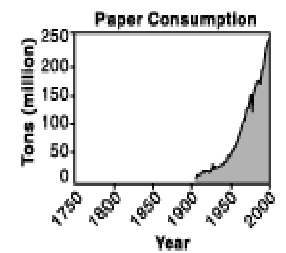
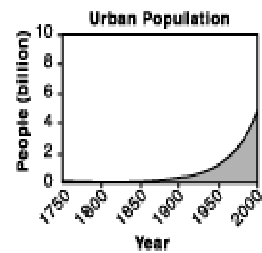
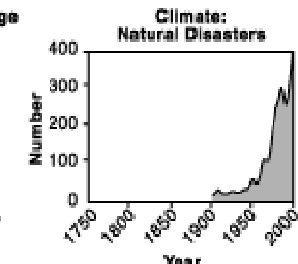
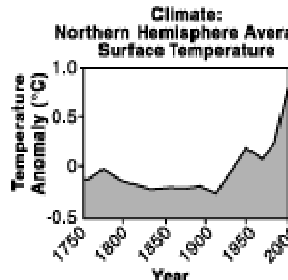
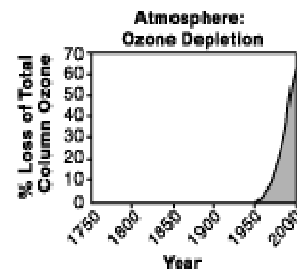
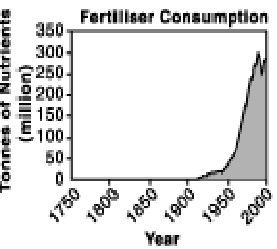
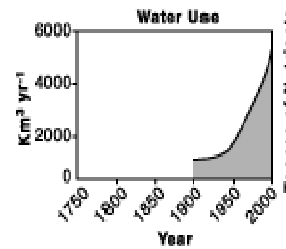
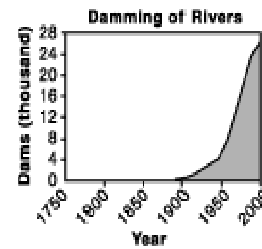
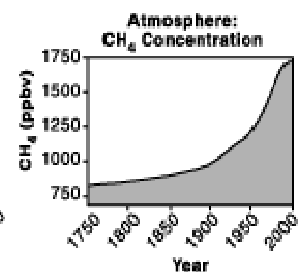
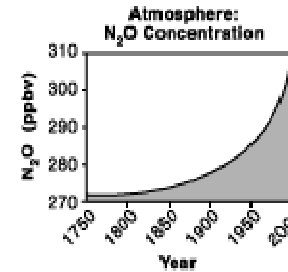
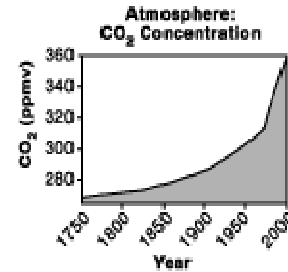
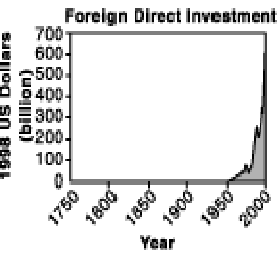
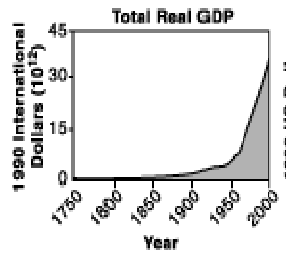
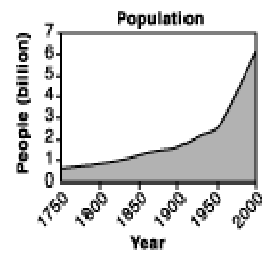
2000

0

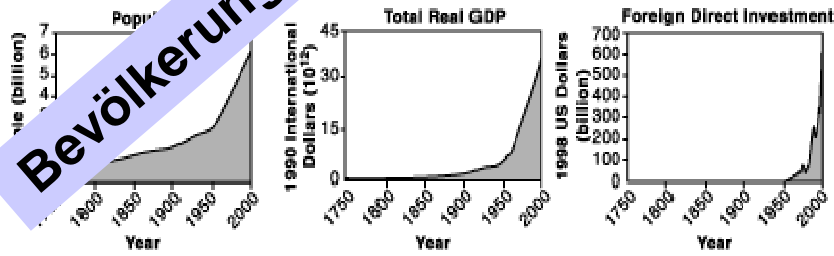
1994

1994

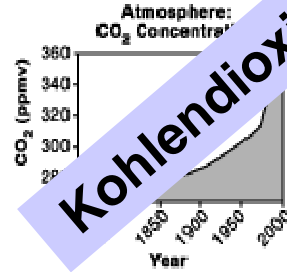
5



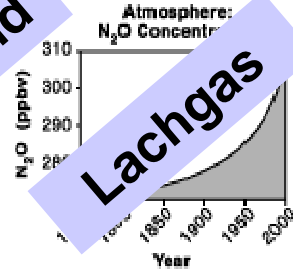
Bevölkerung



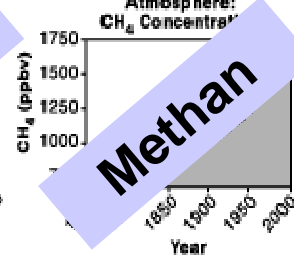
Kohlendioxid



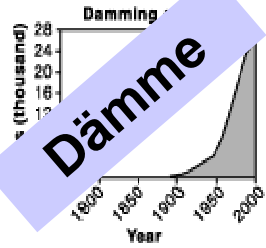
Lachgas



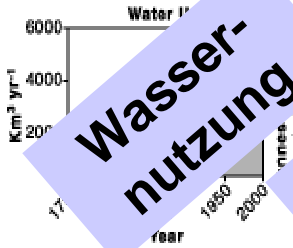
Methan



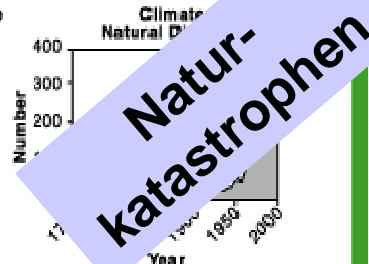
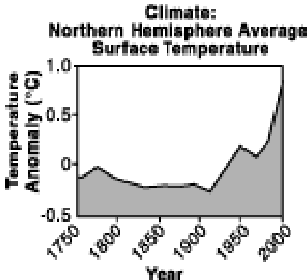
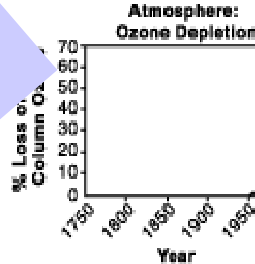
Dämme



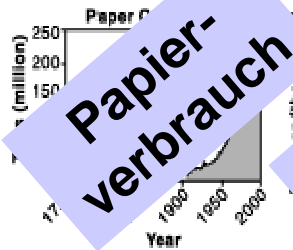
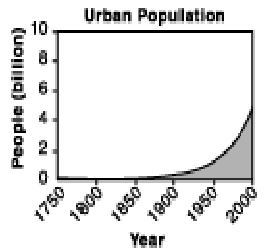
Wassernutzung



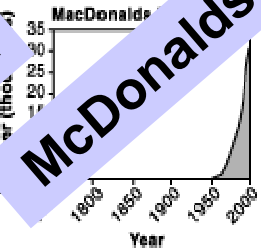
Düngemiteinsatz



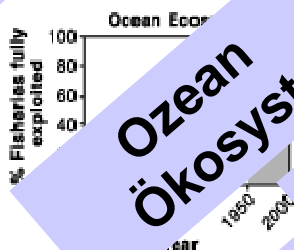
Naturkatastrophen



Papierverbrauch



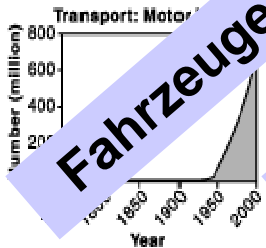
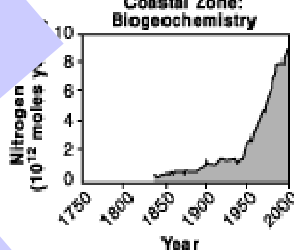
McDonalds



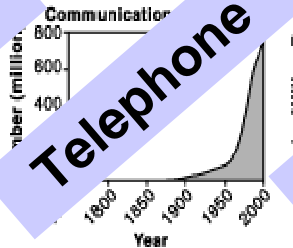
Ozean Ökosyst.



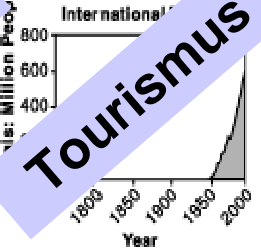
Verbaute Küsten



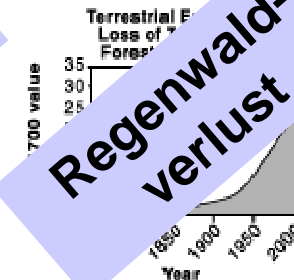
Fahrzeuge



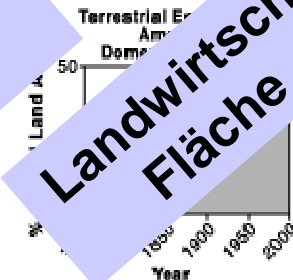
Telephone



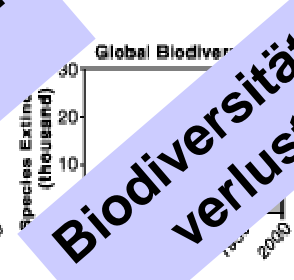
Tourismus



Regenwaldverlust



Landwirtsch. Fläche



Biodiversitätsverlust



Club of Rome 1972

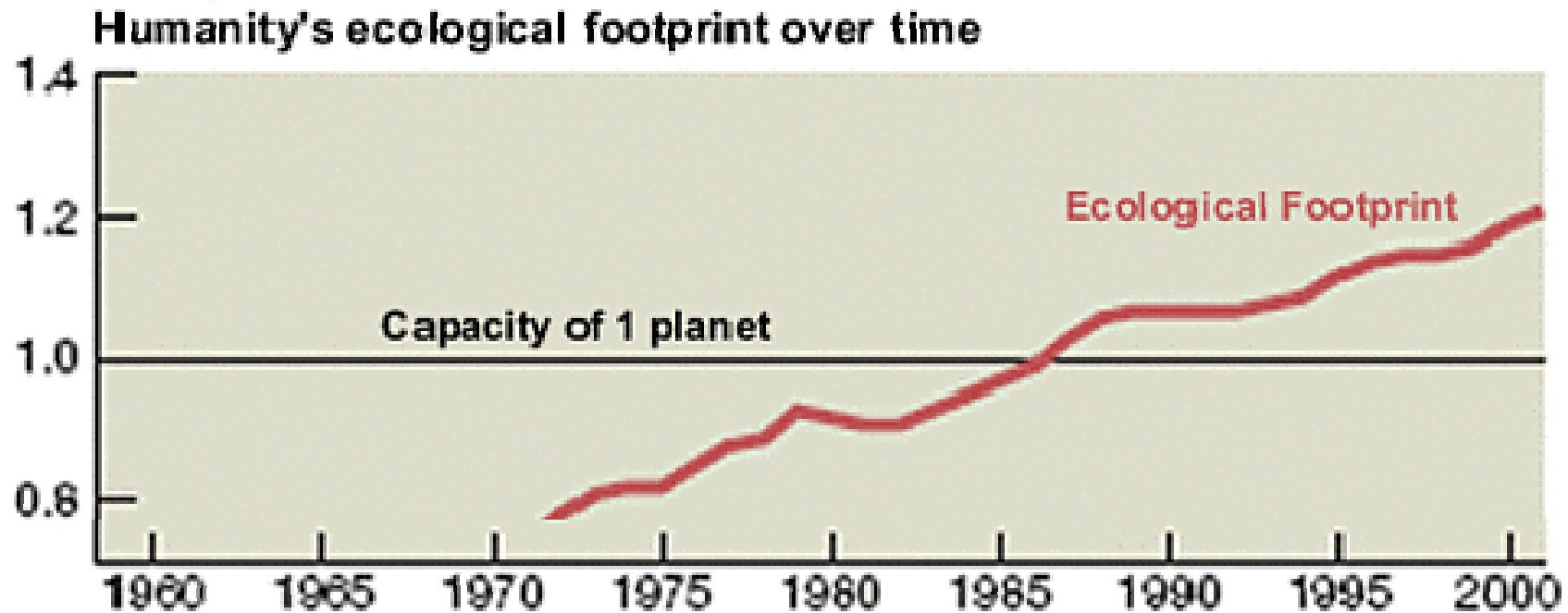
**In einem begrenzten System
führt exponentielles Wachstum
zu Überschießen
und anschließend zum
Kollaps des Systems.**

Globales Ökosystem

Meadows et al. 1972

eteorologie

Globaler Ökologischer Fußabdruck





China - Öl

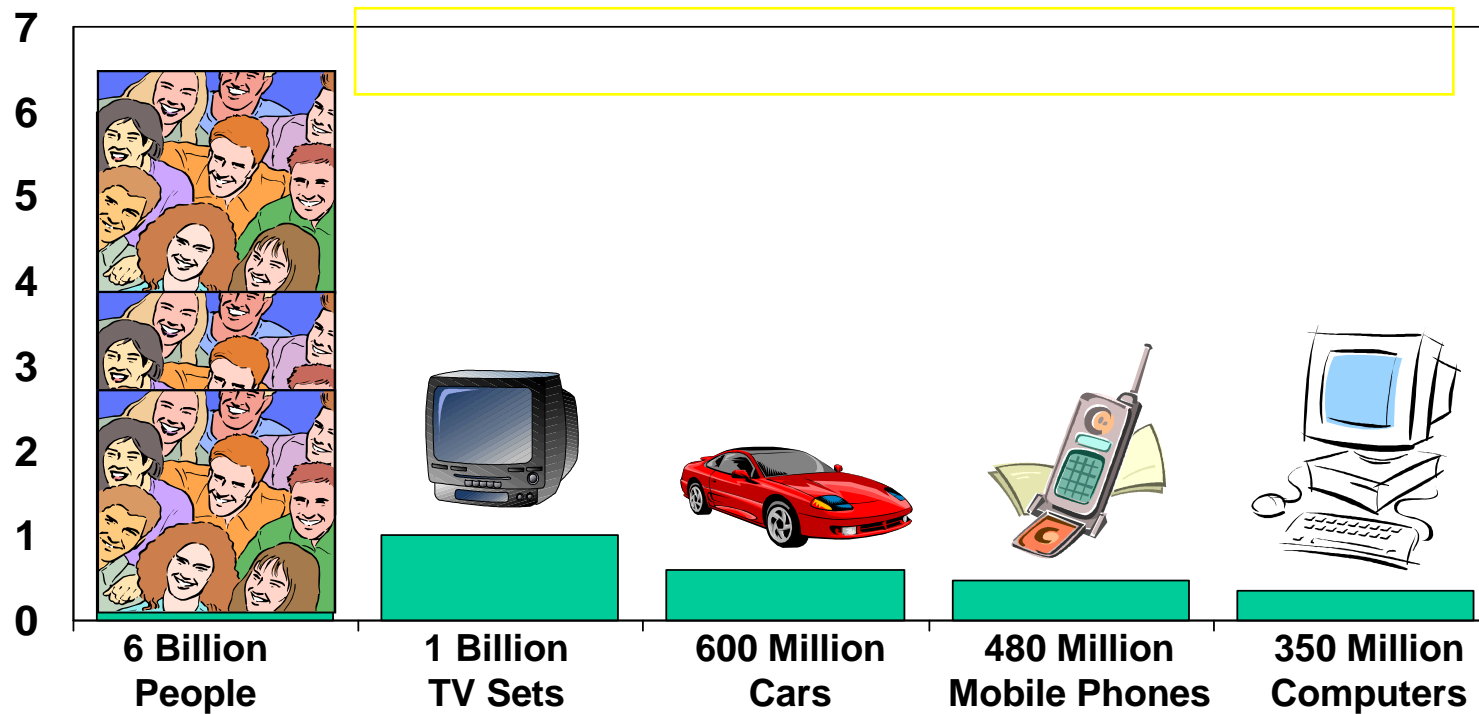
- Würde der Durchschnitts-Chinese soviel Öl verwenden wie der Durchschnitts-Amerikaner, würde China im Jahr 2030 99 Mio barrel Öl pro Tag brauchen. Derzeit wird weltweit 79 Mio barrel pro Tag gefördert.



China - Kohle

- Würde der Durchschnitts-Chinese soviel Kohle verbrennen wie der Durchschnitts-Amerikaner (2 t pro Kopf), würde China im Jahr 2030 2.8 Milliarden t brauchen, mehr als die 2.2 Milliarden t die derzeit weltweit pro Jahr verbraucht werden.

Haben alle schon genug?



Simmons et al.2006



12 Umweltprobleme (Jared Diamond)	Klima- wandel	Klima- schutz
Natürliche Habitate	verschärft	abgeschwächt
Wild foods	verschärft	abgeschwächt
Biodiversität	verschärft	abgeschwächt
Böden	verschärft	abgeschwächt
Fossile Rohstoffe		abgeschwächt
Süßwasser	verschärft	abgeschwächt
Photosynthesenkapazität	verschärft?	abgeschwächt
Toxische Chemikalien		abgeschwächt
Invasive Spezies	verschärft	abgeschwächt
Treibhausgase	verschärft	abgeschwächt
Bevölkerungswachstum	abgeschwächt	
Impakt der Bevölkerung		abgeschwächt



- **Es bedarf eines grundlegenden Umdenkens.**
- **Jede Lösung, die vorspiegelt, dass dies vermeidbar wäre, verschärft das Problem.**
- **Das Umdenken sollte als Chance verstanden werden - Chance auch anderes zu ändern: hin zu einem erfüllteren Leben und zu größerer globaler Gerechtigkeit.**



Universität für Bodenkultur Wien

Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt
Institut für Meteorologie

Univ. Prof. Dr. Helga Kromp-Kolb

Peter Jordanstraße 82, A-1190 Wien
Tel.: +43 1 47654 5600, Fax: +43 1 47654 5610
meteorologie@boku.ac.at , www.boku.ac.at

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

