

An aerial photograph of a vast vineyard with rows of grapevines stretching across a valley. In the background, a small town with a prominent church spire is visible under a clear sky. The foreground shows a dirt path and a few trees within the vineyard rows.

Landwirtschaft und Klimawandel

Josef Eitzinger

**Institut für Meteorologie
Universität für Bodenkultur**

**Zuerst müssen wir verstehen
wie das Pflanzenwachstum funktioniert
und wie es vom Klima beeinflusst wird**

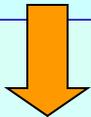


Die Photosynthese

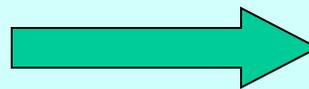
Summenformel der Photosynthese und Atmung:



Sonnenstrahlung
(Energie)
+
Kohlendioxid
+
Wasser



Zucker + Sauerstoff

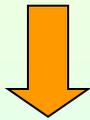


Biomasseaufbau
(chemisch gebundene Energie,
auch im Erdöl und Benzin)



Die Atmung (Verbrennung von Zucker)
ist das Gegenteil der Photosynthese
(die Pflanze magert wieder ab)

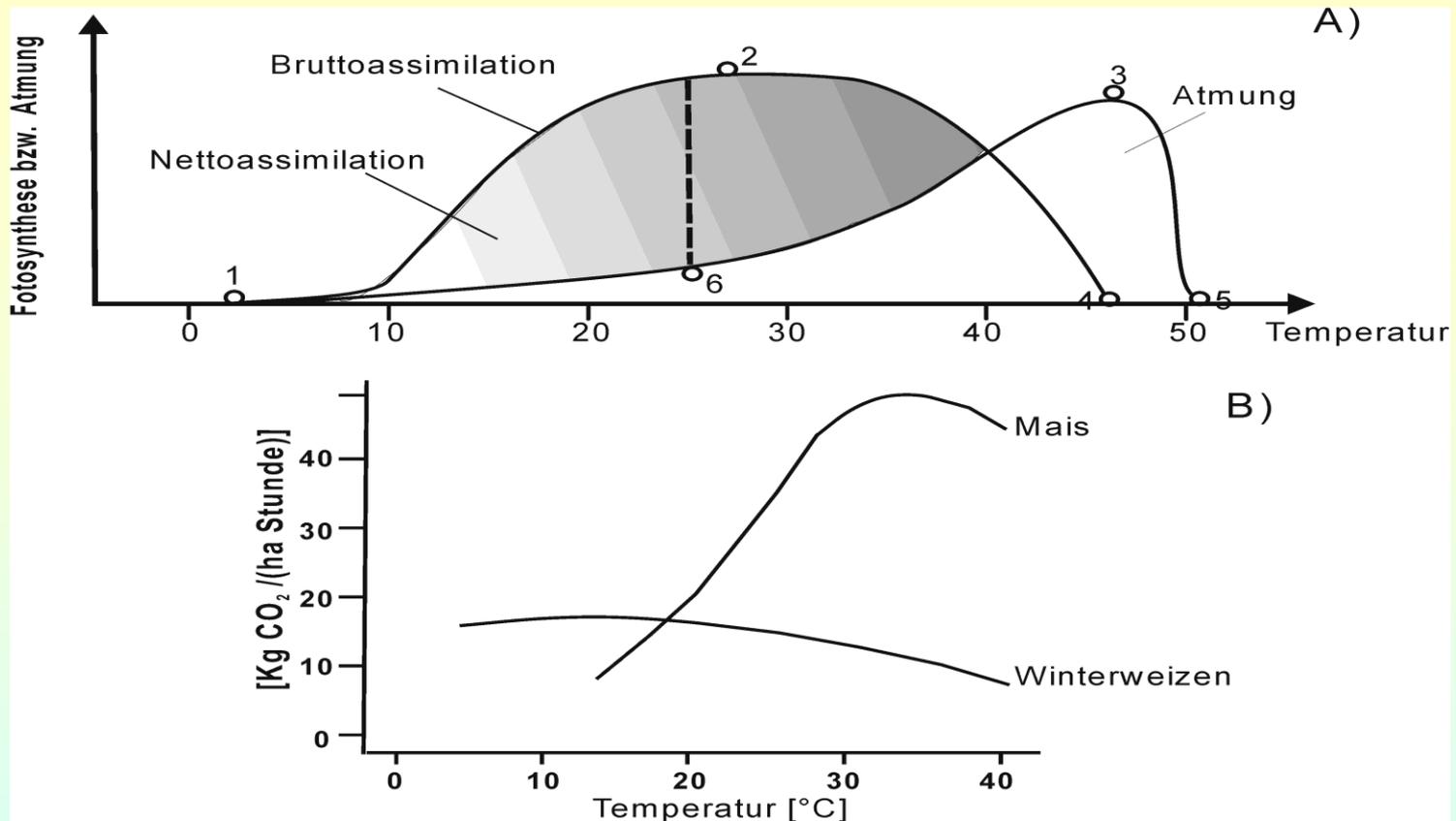
Zucker + Sauerstoff



Energie
+
Kohlendioxid
+
Wasser



Auch Pflanzen müssen atmen,
Um so mehr je höher die Temperatur ist !



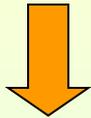
Temperaturabhängigkeit der Nettoassimilation (schematisch)

(nach Zelitch 1971, verändert)

(Quelle: Eitzinger et al., 2009)

Das Wachstum

**Zucker (aus Photosynthese) wird
umgewandelt in :**



Struktur:

Zellulose (Holz)
Fette (Margarine)
Wachse

Speicherstoffe:

Stärke (Mehl)
Eiweiss
Öl (Speiseöl)

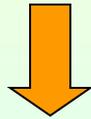


Sonst würden wir verhungern !

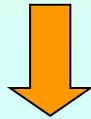
Die Entwicklung (Phänologie)

Keimung - Aufgang - Wachsen - Blüte - Reife

Temperatur



Geschwindigkeit der Entwicklung
(Phänologie, Alterung)



Entwicklungsstadium
Blühzeitpunkt, Reifezeitpunkt



Biomasse-aufteilung
gesteuert durch Phänologie



Wie die Pflanzen schwitzen

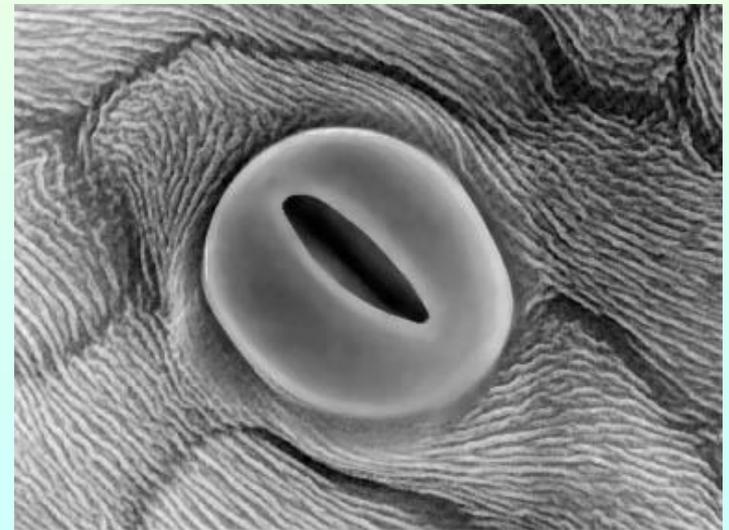
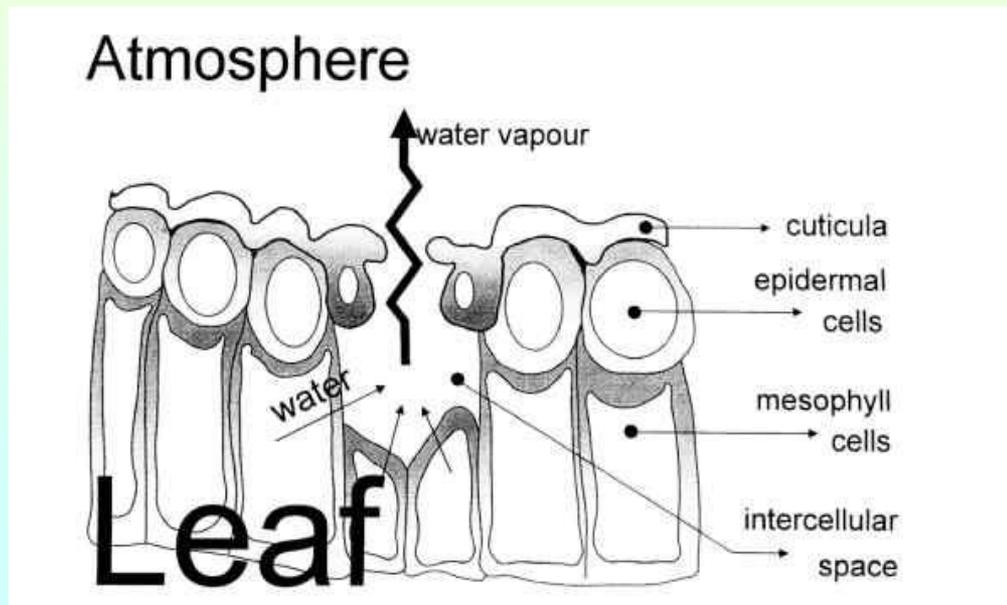
Schwitzen

bedeutet

Verdunstung von Wasser!!

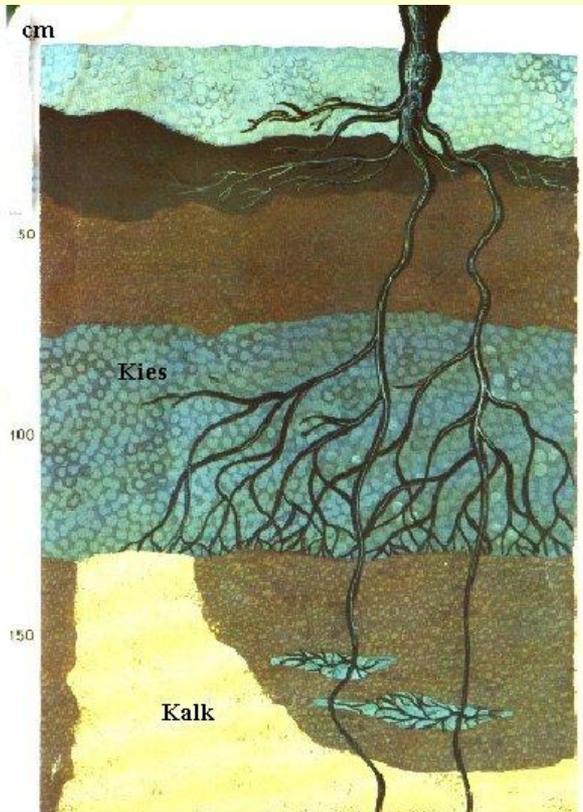
Transpiration (Wasserverdunstung der Pflanzen)

**Grossteils durch
die Spaltöffnungen im Blatt**



Die Wasserleitung in der Pflanze

(im Wasser sind auch die Nährstoffe gelöst)



**Wasser- und
Nahrungsaufnahme:
Wurzel im Boden**



**Wasserleitung :
Vom Stengel zu den
Blättern**

WIESO

verdunstet

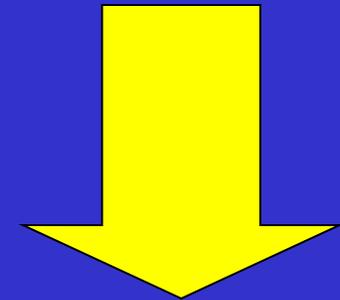
das Wasser eigentlich ???

Die Verdunstung benötigt (verschlingt) Energie !!!

Für 20 Liter Wasser : Energiebedarf wie in ca. 1 l Benzin



Strahlung, Temperatur
(Energie)



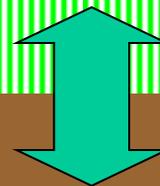
**UND die Luft saugt den Wasserdampf
mit GROSSER KRAFT auf !!**

**VIEL BEI :
Niedriger Luftfeuchte und hoher Temperatur**

**Verdunstung
(bis zu 8 l/m²/Tag)**



Pflanzen



Wasserbewegung

Boden

(Wasserspeicher)

50 - 400 l/m² im Wurzelraum

**Durch die Verdunstung der Blätter wird Wasser durch die Pflanzenleitungen (Xylem) nachgesaugt !!!
(wie bei einem Strohhalm !)**

**Wasser-Saugkraft von Pflanzenwurzeln :
max. 15 bar**

**Wasser-Saugkraft der Luft bei
25 °C und 50% Luftfeuchte : 1000 bar**

Luftdruck im Fahrradreifen : 2 bar

Wasserverbrauch von Pflanzen :

**Ungefähr 500 Liter Wasser für 1kg
Gewichtszunahme (Trockengewicht)**

**Ein Getreidefeld so gross wie ein Fussballfeld verdunstet bis zu
60000 Liter an einem heissen Sommertag
(300 Badewannen voll)**

(ein grosser Baum bis zu 100 Liter pro Tag).

Wasserverbrauch der Pflanzen

Wasserverbrauch ausgewählter Kulturpflanzen (abgeleitet aus mittlerem Ertragsniveau)

Kulturart	Transpirationskoeffizient [l Wasser / kg Trockenmasse]	Gesamtwasserverbrauch der Pflanzenbestände pro Wachstumsperiode (mm)
W. Weizen	308 – 690	460
W. Gerste	310-521	400
W. Roggen	400	350
S. Gerste	218-521	300
Mais	180-400	530
Energiemais	180-400	800
Kartoffel	182-636	450
Zuckerrübe	176-400	480
W. Raps	600-700	480
Luzerne	800	700
Buschbohne	206 - 400	250
Weißkohl	296 - 600	300
Gurke	220-430	290
Zwiebeln	350-600	350
Wein	370-430	400-700

(Quelle: Eitzinger et al., 2009)

**Durch ihre Verdunstung
sind Pflanzen
Klimamaschinen.**

Lebende Pflanzen verdunsten Wasser und bilden Wolken!



Pflanzen kühlen die Umgebung ab (lebende Klimaanlage !!)

Darum ist es im Park oder Wald im Sommer immer angenehm kühl !



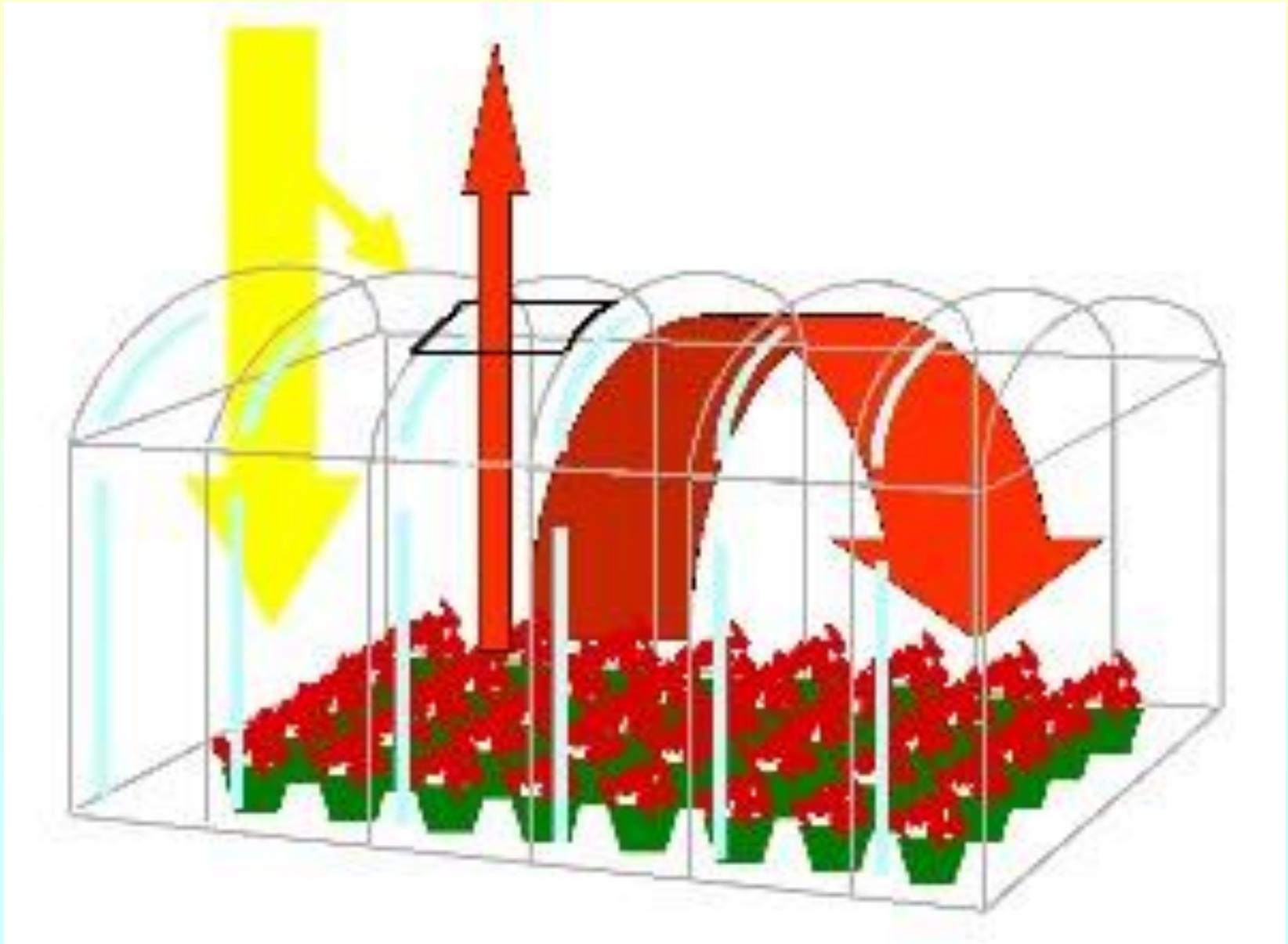
**Müssen die Pflanzen mehr schwitzen
wenn es wärmer wird ?**



Teil 2

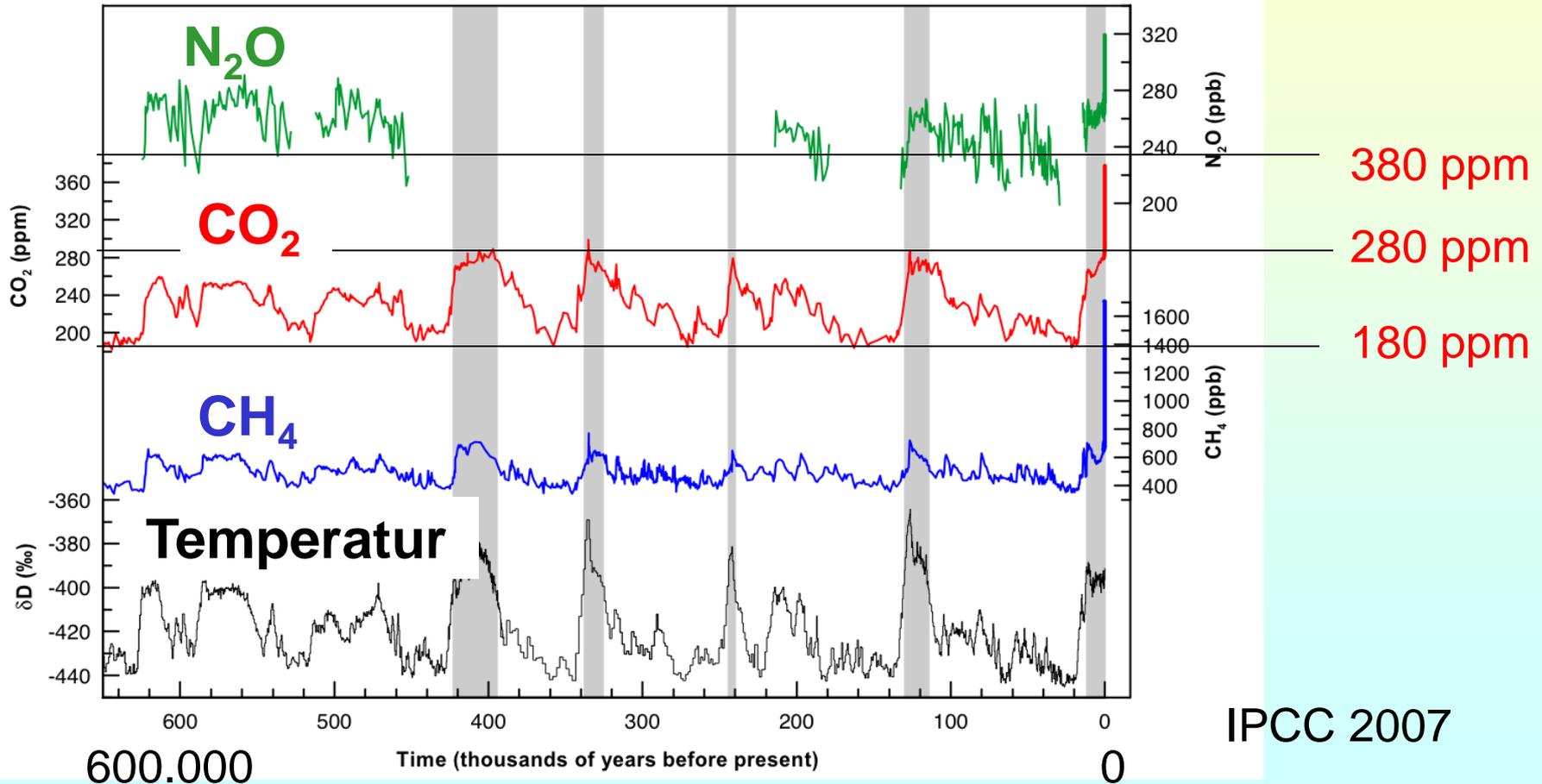
Treibhauseffekt und Klimawandel

Der Treibhauseffekt oder die Einengung des atmosphärischen Fensters

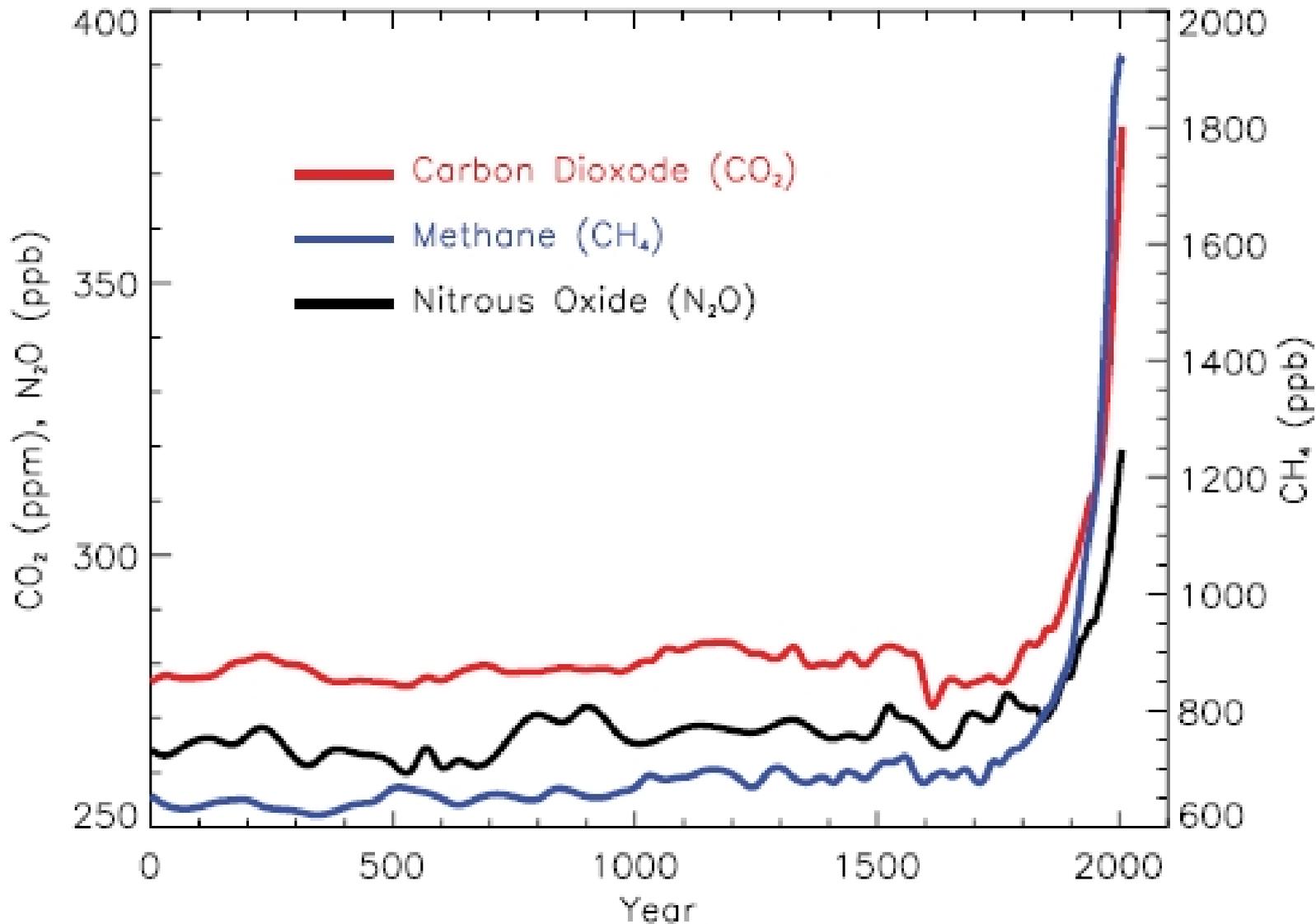


Eisbohrkern-Daten

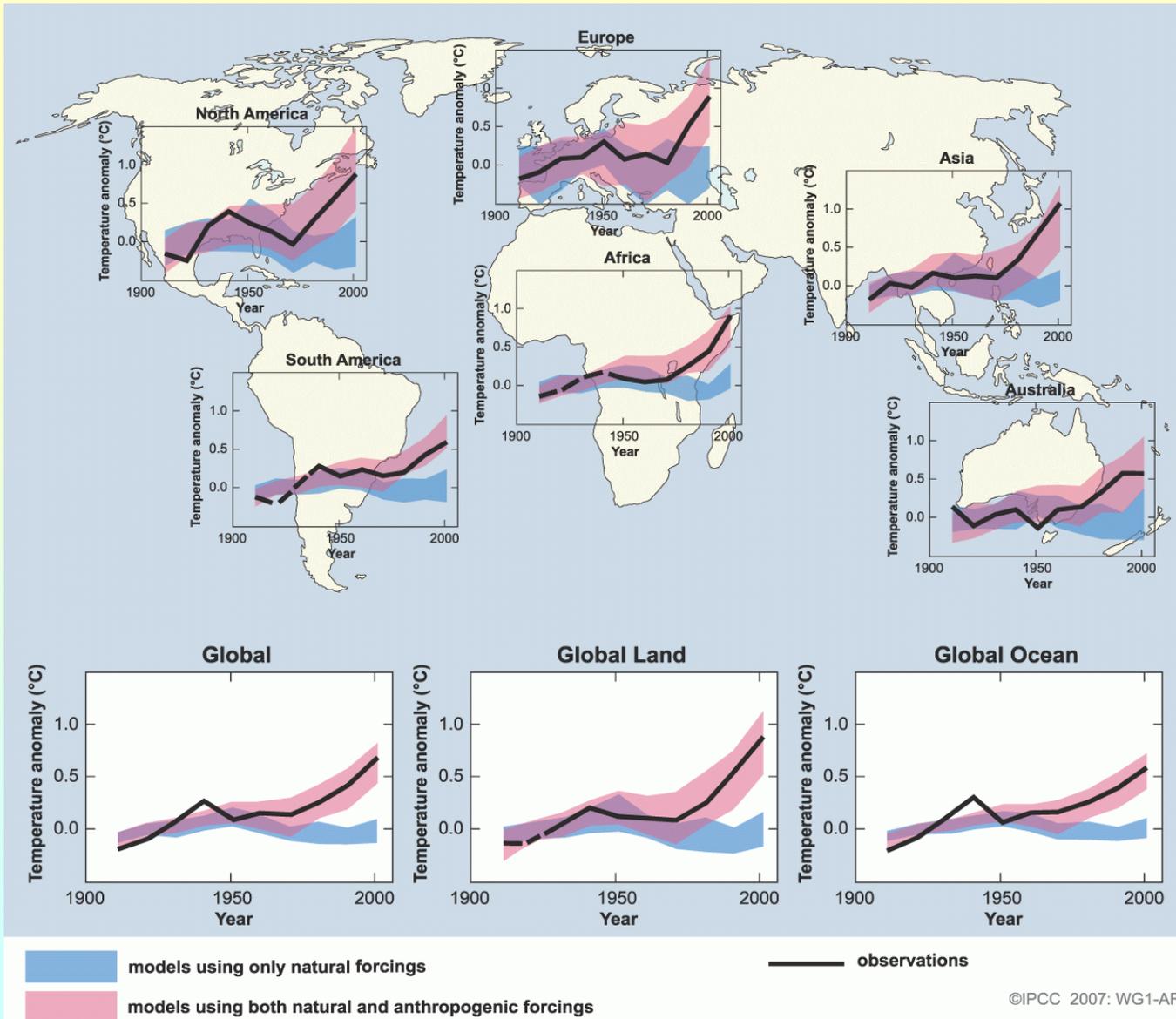
Glacial-Interglacial Ice Core Data



Concentrations of Greenhouse Gases from 0 to 2005

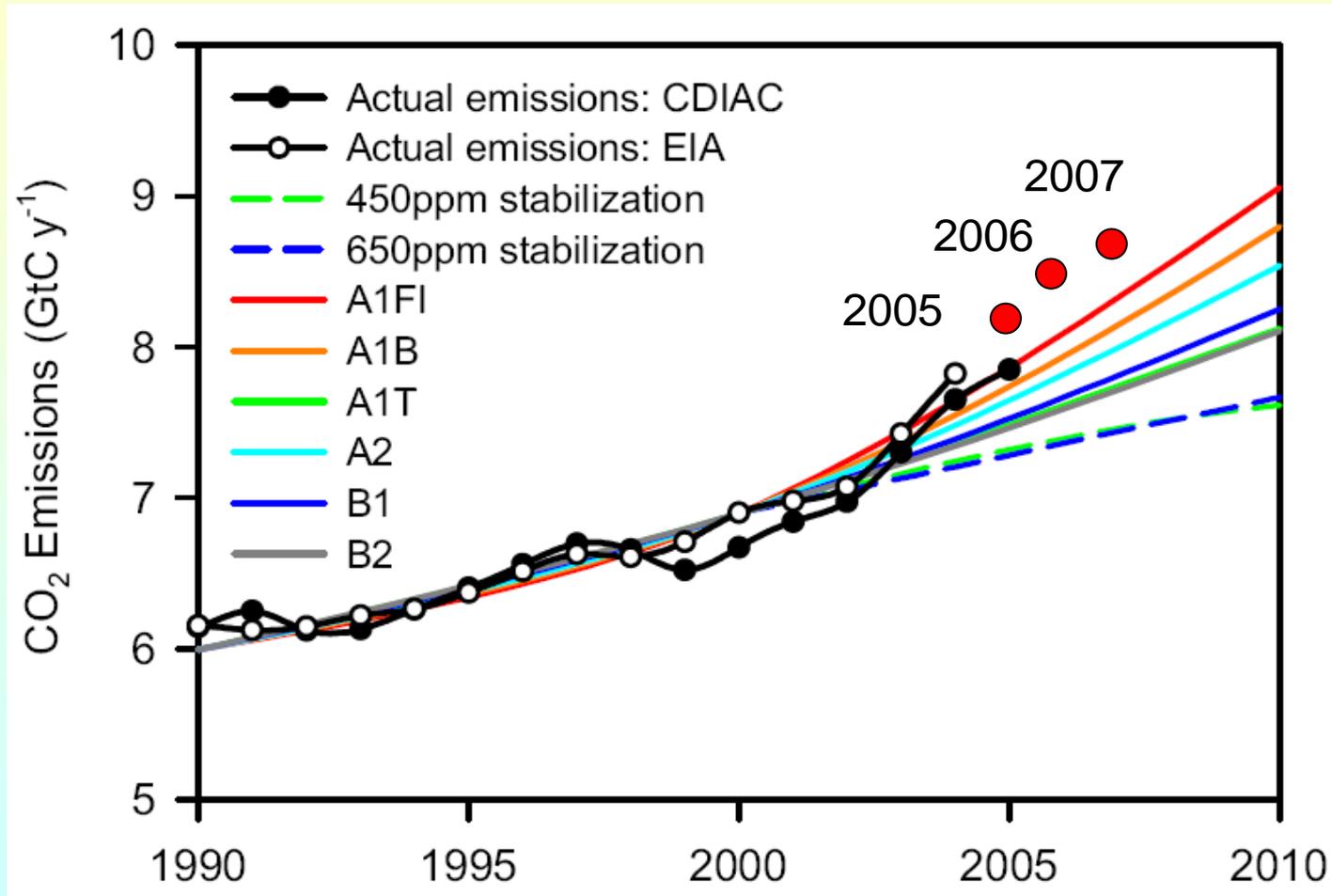


Treibhausgase der letzten 2000 Jahre, IPCC 2007



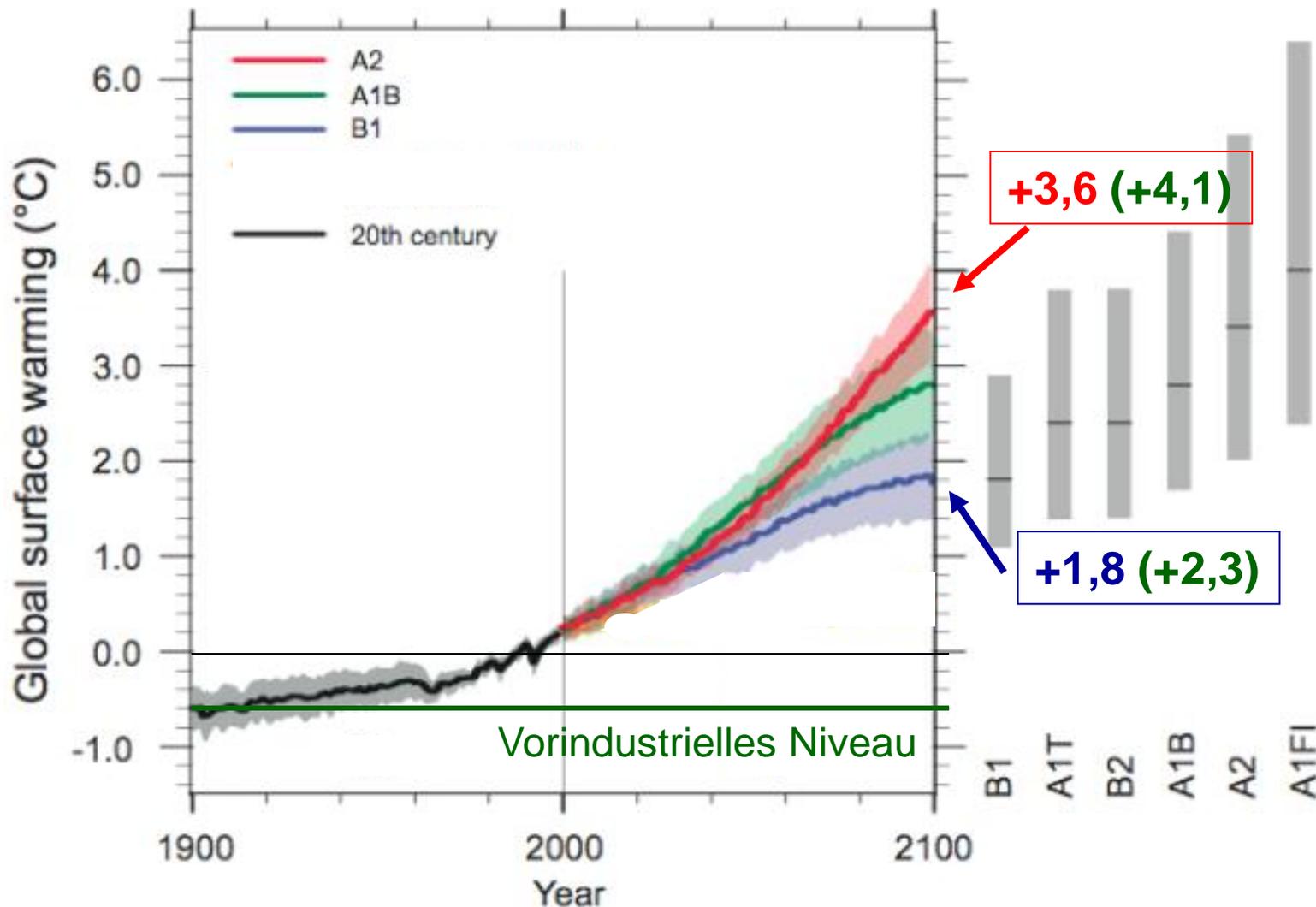
Der „menschliche“ Einfluß auf die Temperatur (Quelle: IPCC)

Aktuelle Emissionsentwicklung - global

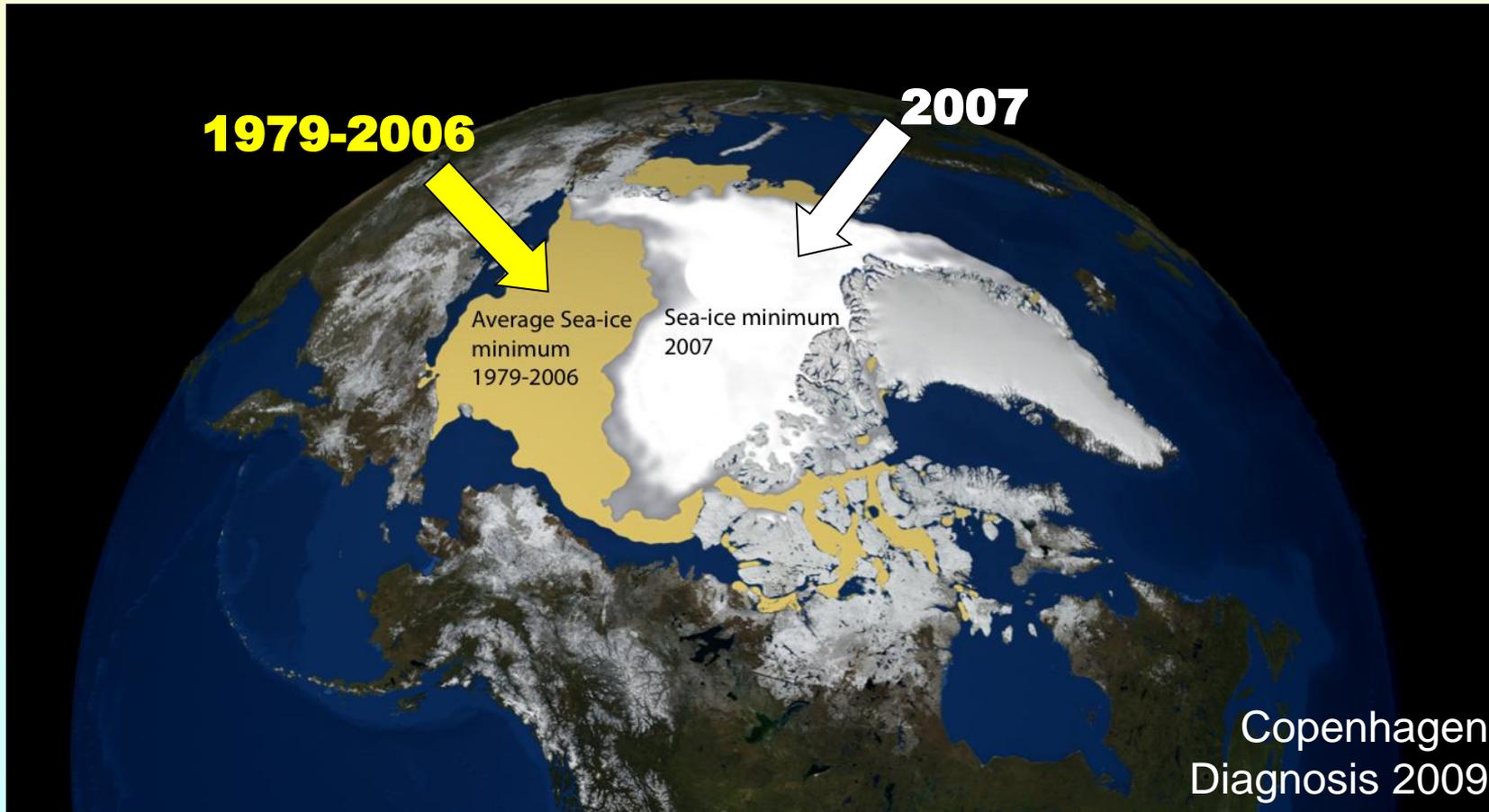


Raupach et al., 2007, ergänzt

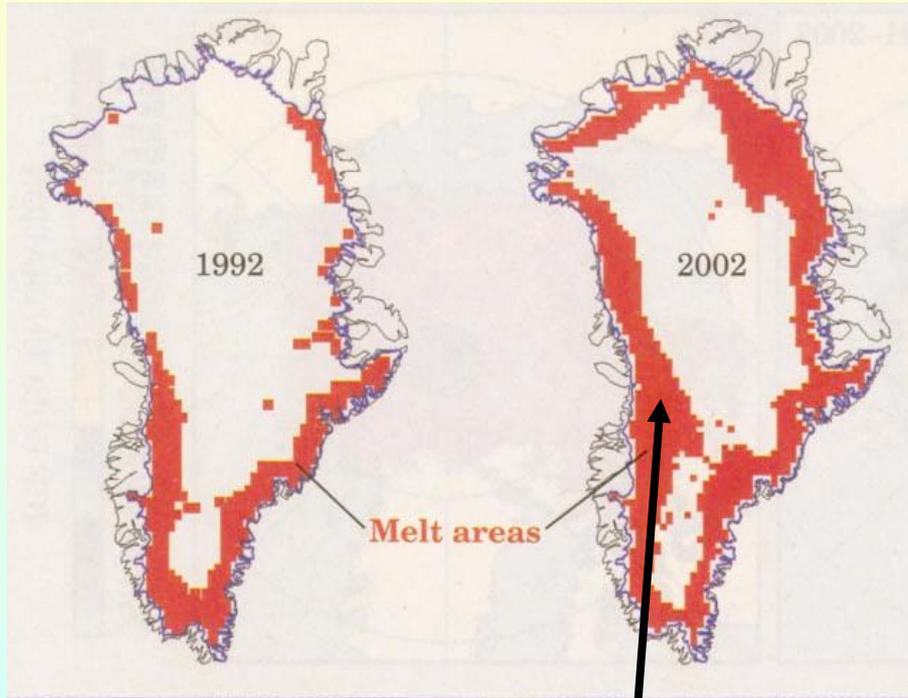
IPCC Temperatur-Szenarien



Polareis-Ausdehnung Ende Sommer



Eisschmelze in Grönland



Roger Braithwaite,
University of
Manchester (UK)



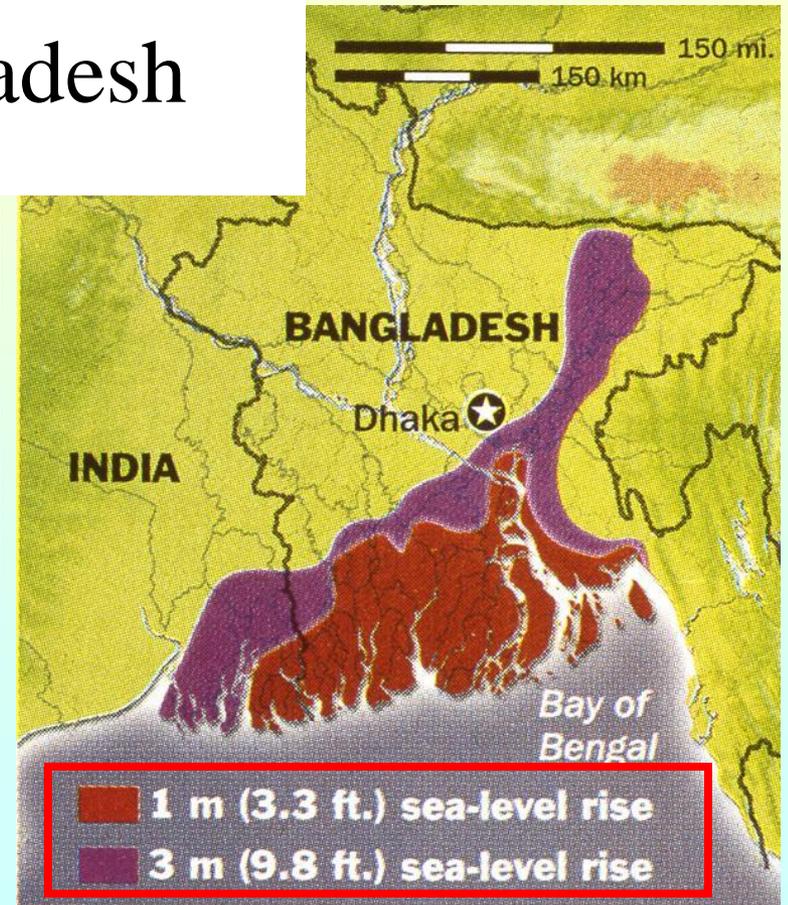
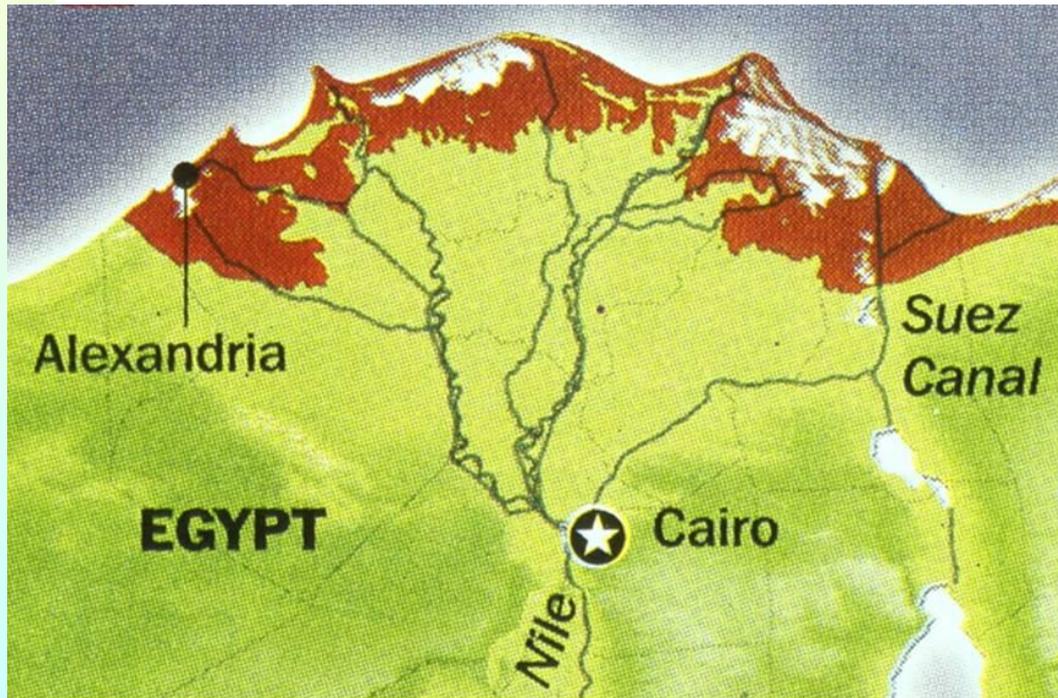
70 Meter Dickenverlust in 5 Jahren

Rekordschmelze von 2002 im Jahr 2005 übertroffen.

Source: Waleed Abdalati, Goddard Space Flight Center

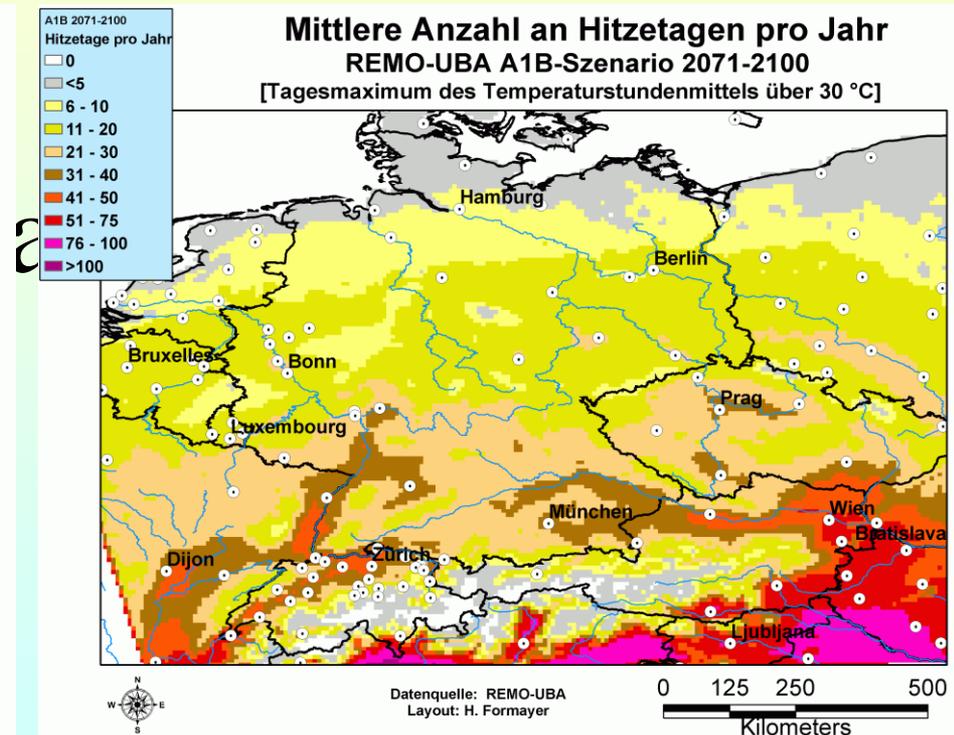
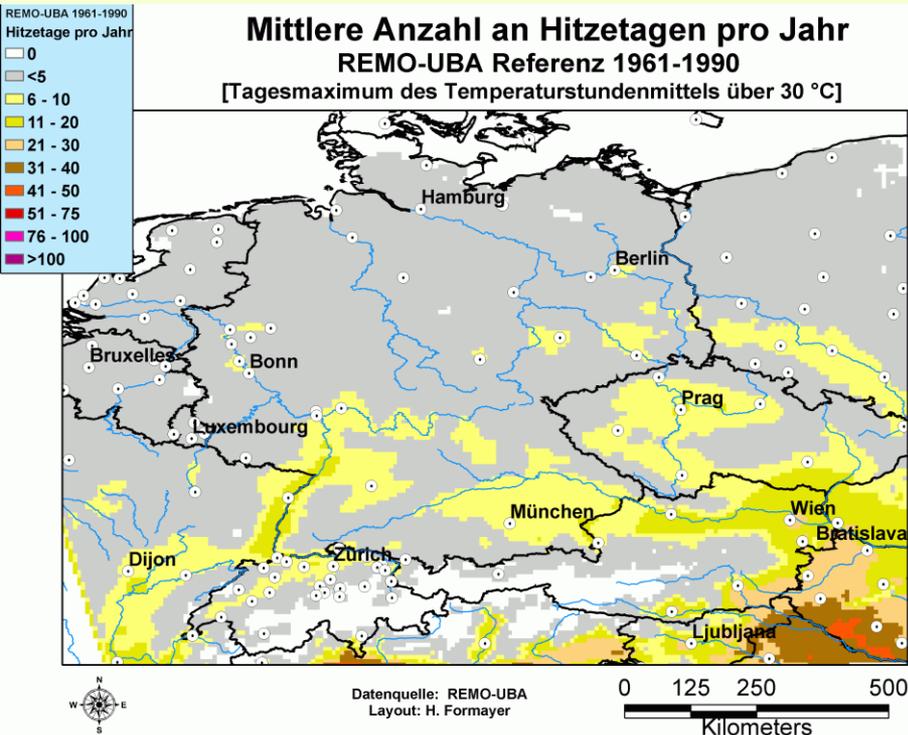
Anstieg des Meeresspiegels

Ägypten Bangladesh

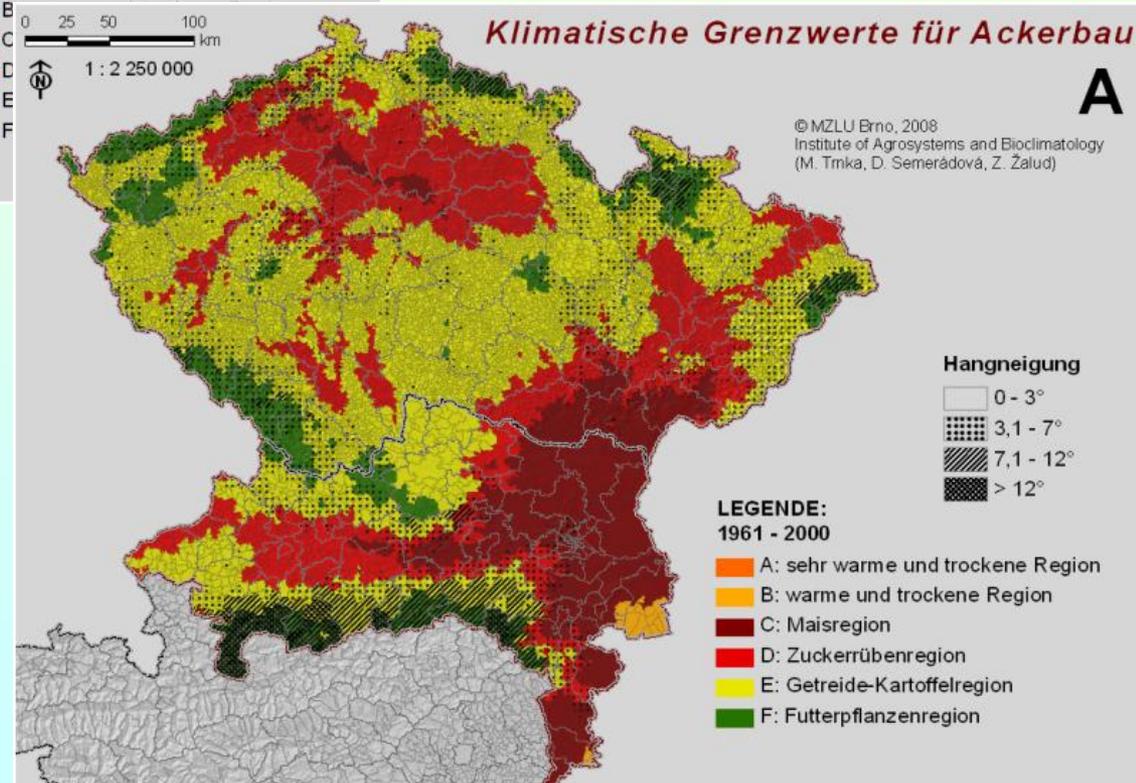
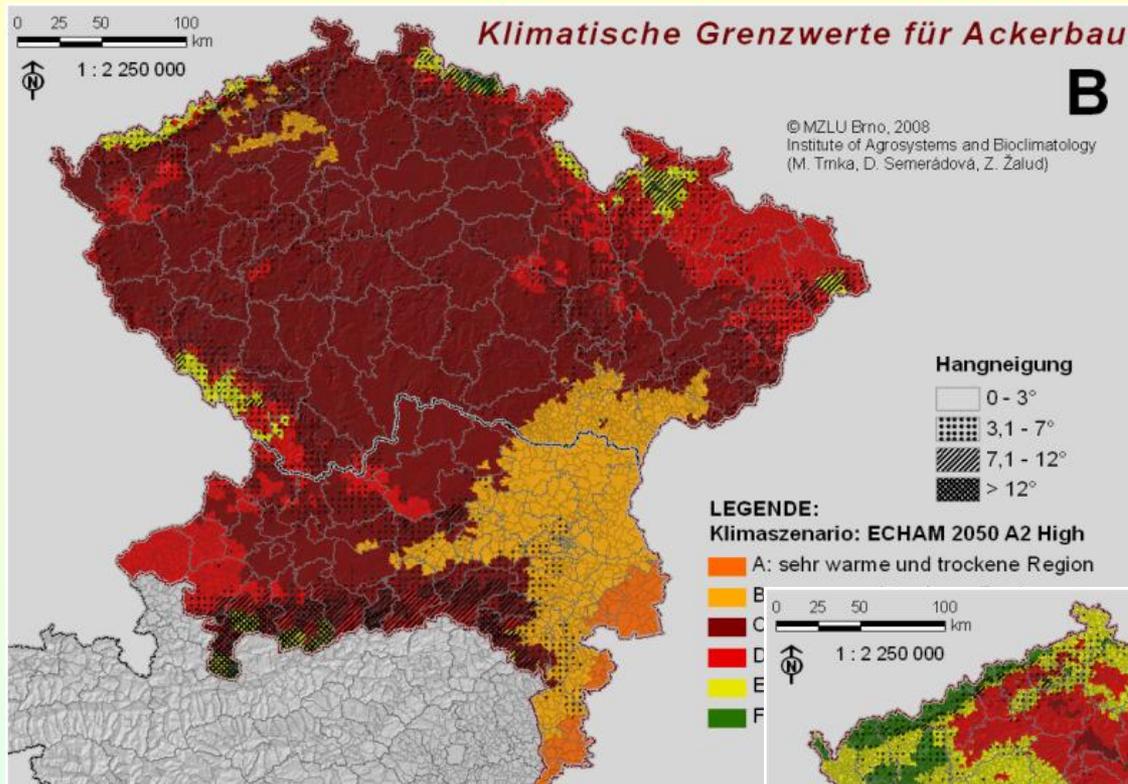


<http://www.science.org.au/events/rowland>

Zunahme der Hitzetage bis 2071/2100: ca. 400%



Mittlere Anzahl an Hitzetagen (maximales Stundenmittel größer als 30 °C) nach dem REMO-UBA-Modell für den Kontrolllauf 1961–1990 (a) und das A1B-Szenario für 2071-2100 (b) (Eitzinger et al., 2009)



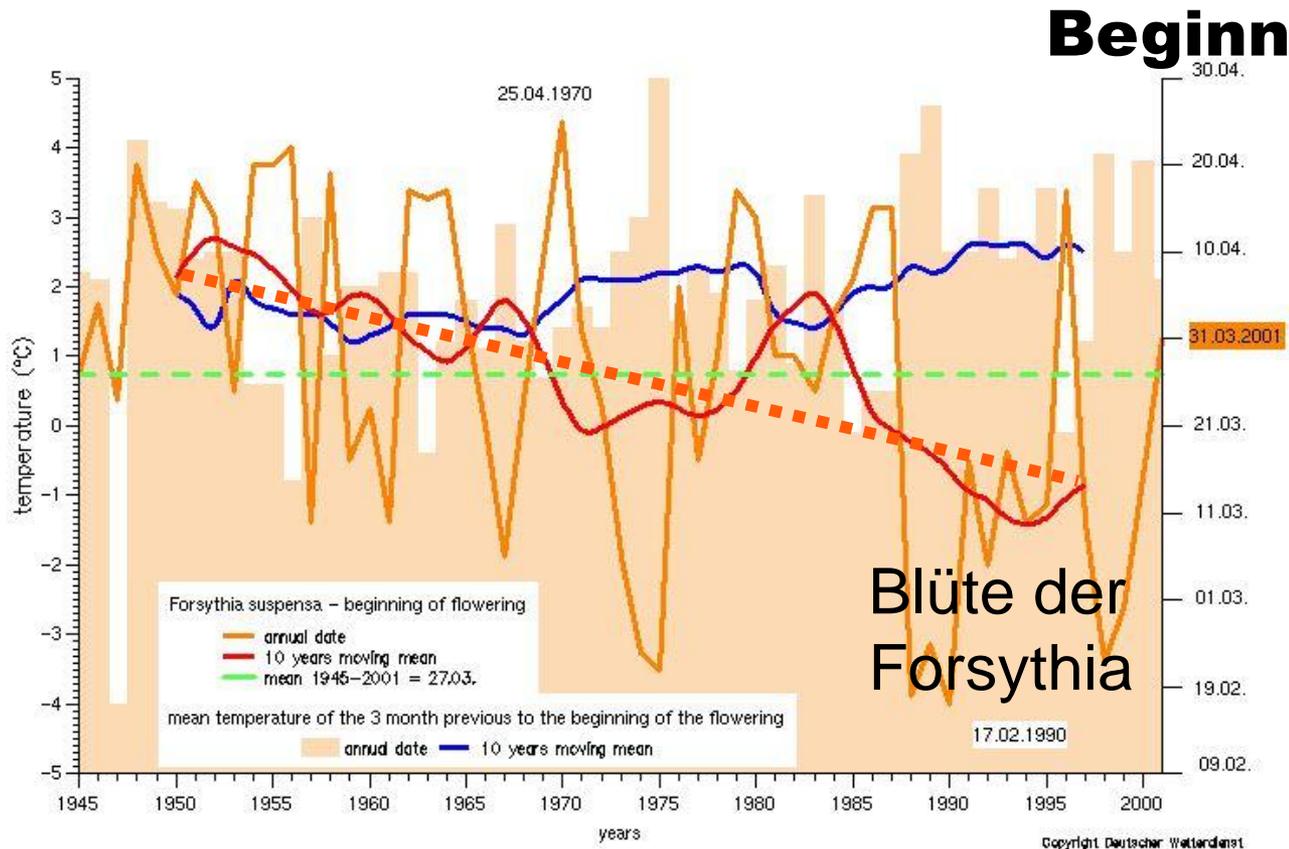
Verschiebung von agrarökologischen Anbauzonen für die 2050er

Jahre unter dem Klimaszenario ECHAM, SRES A2 (b) im Vergleich zur Periode 1961-2000 (a) in Tschechien und im Norden Österreichs (Modell AGRICLIM, Berechnung: Trnka)

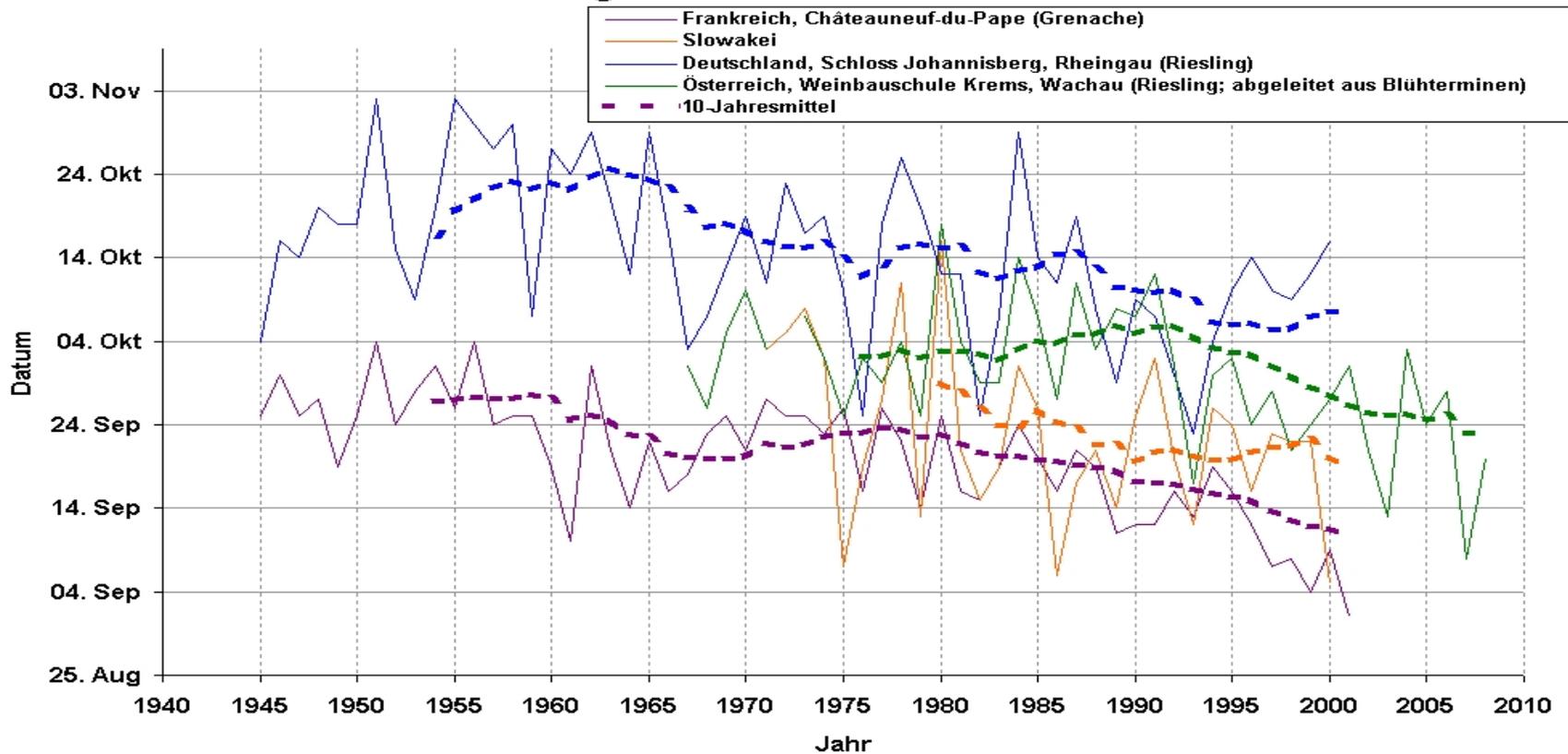
(Quelle: Eitzinger et al., 2009)

Änderung der Phänologie der Pflanzen

Blüte der Forsythia (Hamburg) 1945 - 2001



Veränderung des Lesereifedatums bei Wein



Trend zur früherer Lesereife und Leseterminen bei Wein in den vergangenen Dekaden an verschiedenen Standorten und bei verschiedenen Sorten in Deutschland, Frankreich, Österreich und Slowakei (nachgebildet aus verschiedenen Quellen, in: Eitzinger et al., 2009)



Bodenerosion nach Starkniederschlag bei offenem Boden und leichter Hanglage mit enormen Bodenabtrag (Quelle: Klik, in: Eitzinger et al., 2009)

Temperatureinfluß auf biogene Schadfaktoren: Schädlinge, Krankheiten, Unkräuter



Die Raupe des Maiszünslers verursacht häufig ein Abbrechen der Maisfahnen
(Quelle: Glauning, in: Eitzinger et al., 2009)



Dürrfleckenkrankheit (Alternaria) bei Kartoffel (Quelle: Glauning, in: Eitzinger et al., 2009)



Verunkrautung mit Ambrosie in einem Maisfeld (Quelle: Glauning, in: Eitzinger et al., 2009)

Entwicklung der Weinbau-Eignung – Europa

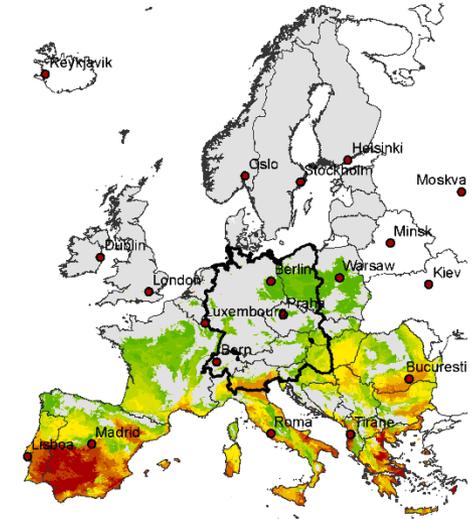
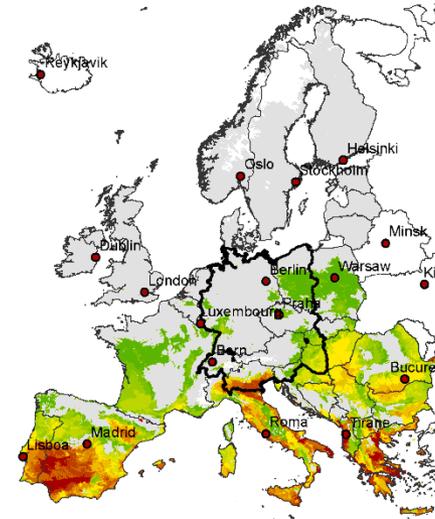
Entwicklung des Huglin-Index für Wein in Europa für verschiedene Zeiträume von 1901 bis 2080

HUGLIN Index für Wein

1901-1930

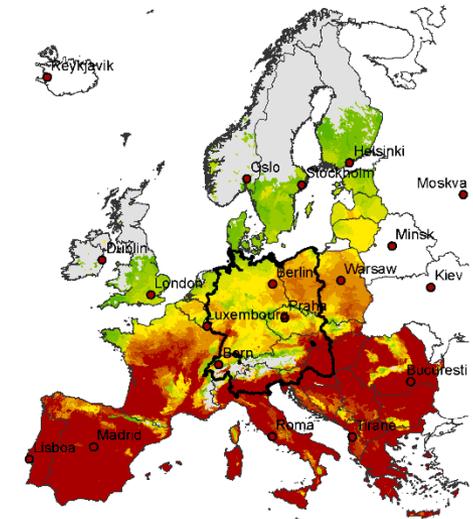
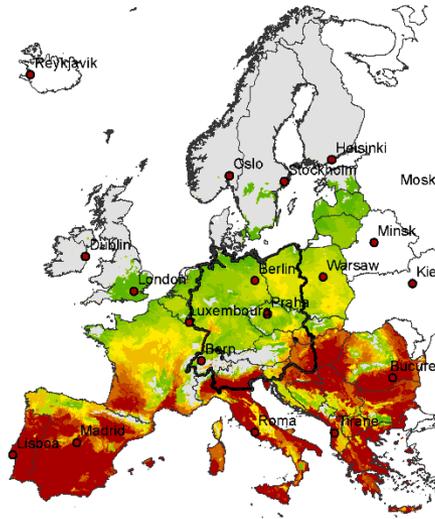
Mai bis September

1961-1990

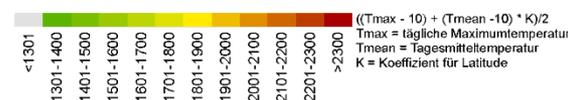


2041-2050

2071-2080



HUGLIN Index für Wein



Klimaszenario: HadCM 3, SRES A2;
Klimadaten: ATEAM

(Quelle: Eitzinger et al., 2009)

Was ist zu tun?

**Das Unbeherrschbare vermeiden,
das Unvermeidbare beherrschen**

Schellnhuber, PIK

→ **Minderung** (des Klimawandels = Klimaschutz)

→ **Anpassung**

Klima-Kipp-Punkte

Instabilität d. Eisschildes

Albedo d. Arkt. Eises

Auftauen d. Permafrost

Instab. d. Golfstromes

Albedo d. Tibet. Hochplateaus

Zerstörung des Amazonaswaldes

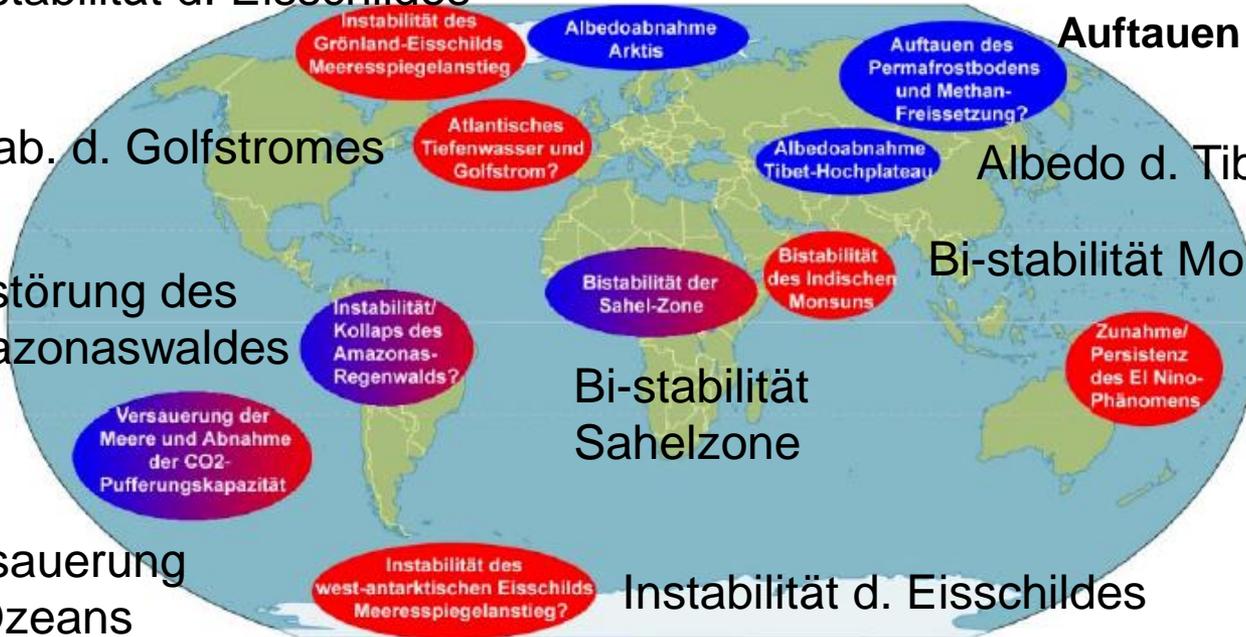
Bi-stabilität Monsun

Persistenz El Nino

Versauerung d. Ozeans

Bi-stabilität Sahelzone

Instabilität d. Eisschildes



- Tipping Points mit direkten und großen Folgen für Menschen
- Tipping Points mit positiver Rückkopplung auf Temperatur

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

Schellnhuber

**Klimaschutz
(=„Mitigation“ bzw. Vermeidung)**

und

Anpassung (=Risikominderung)

durch effektivere Ressourcennutzung

Schutz und effiziente Nutzung der lokalen Ressourcen in der Landwirtschaft



BODEN



WASSER



PFLANZEN



KLIMA



Effekt einer Begrünung der Fahrgasse auf die Bodenerosion in einem Weingarten nach einem Starkniederschlag (Foto: Bauer)

(Quelle: Eitzinger et al., 2009)



Mikroklimatische Wirkungen von Landschaftstrukturen

(Quelle: Eitzinger et al., 2009)

Effiziente Wassernutzung !



Beispiel einer unsachgemäßen Bewässerung mit hohem Wasserverbrauch im Marchfeld in Österreich, (Foto: Neudorfer)

(Quelle: Eitzinger et al., 2009)

Potentiell notwendige Anpassungsmassnahmen (Überblick)

**Sicherstellung der Wasserversorgung für Bewässerung
(zunehmender Wasserbedarf der Kulturen)**

**Alternativen : Begrenztes Potential für Biomasseproduktion in den niederschlagsarmen
Regionen - hohes Potential in den niederschlagsreicheren Regionen (>ca. 700mm)**

**Verdunstungsschutzmassnahmen fördern (Mulchdecken, Hecken,
Bodenverbesserungen)**

Zunahme des Ertragsrisikos durch Extreme - Versicherung, Notfallstöpfe

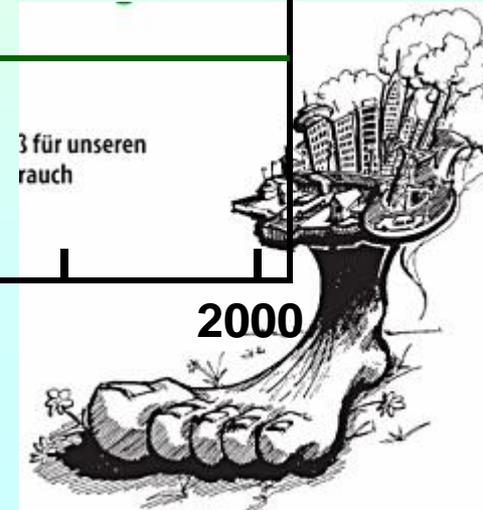
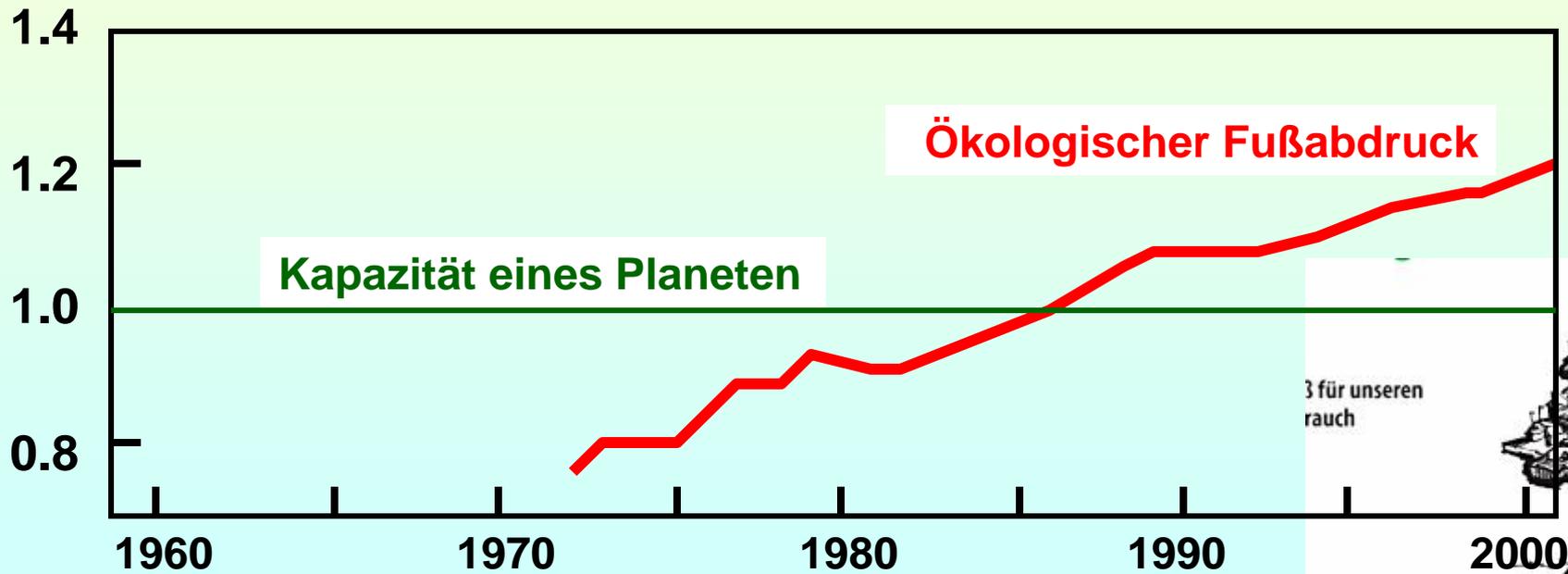
**Ackerbau : Umstellung von Fruchtfolgen (Winterungen statt Sommerungen
in Trockenregionen), Umstieg auf wärmeliebende Sorten/Arten,
Verschiebung Anbauregion von Körnermais, mehr Potential für Soja, etc.**

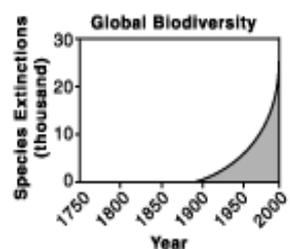
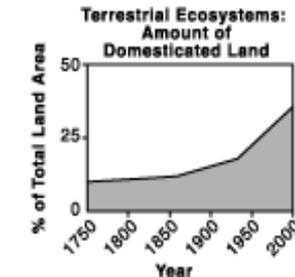
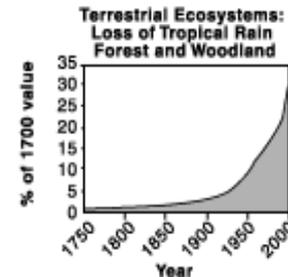
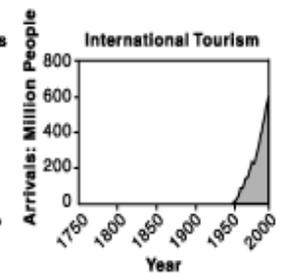
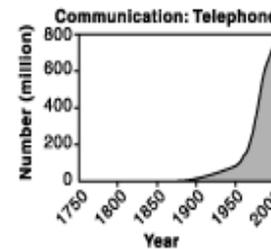
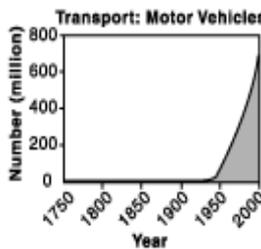
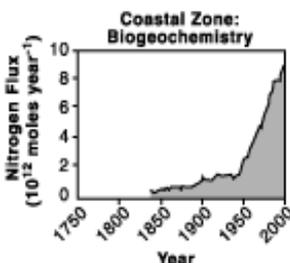
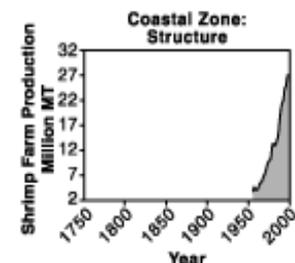
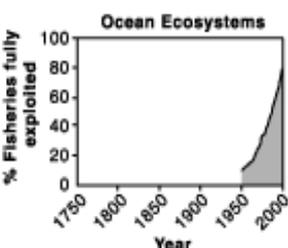
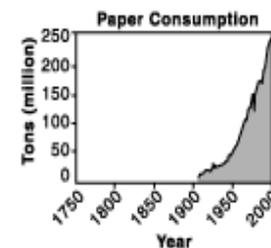
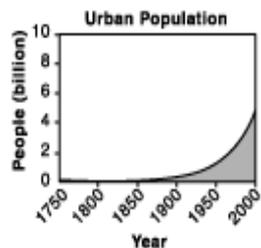
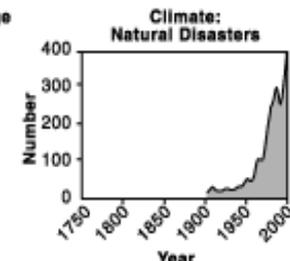
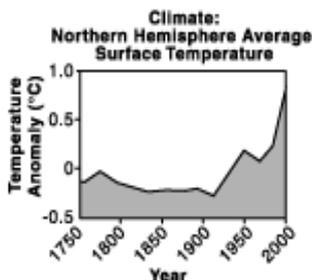
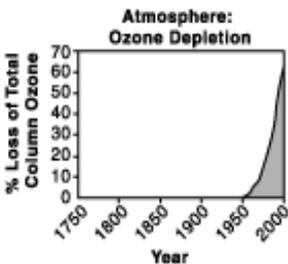
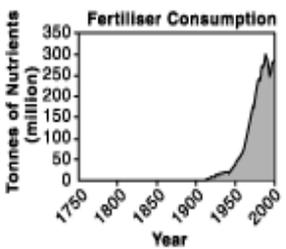
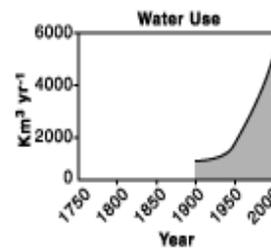
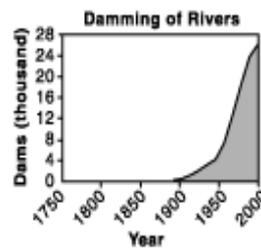
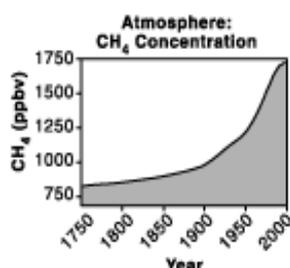
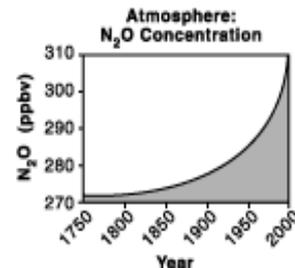
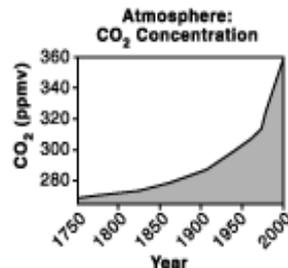
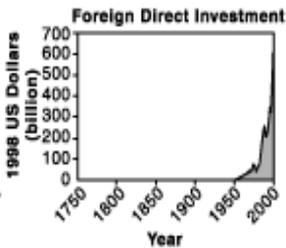
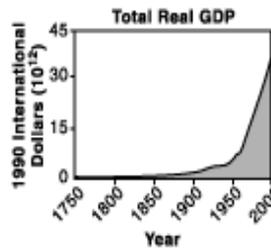
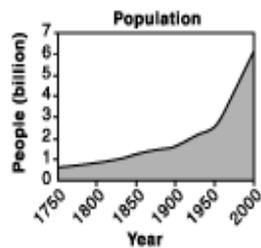
Vorverlegung von Anbauterminen, Stressresistentere Sorten

Weinbau : Sorten- und Qualitätsverschiebungen - Umstellung Marketing

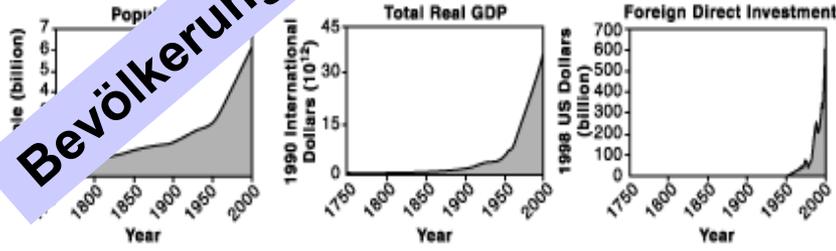
**Grünland : Grenzregionen bzgl. Wasserversorgung :
Flächenausdehnung, Bewässerung, mehr intensiver Futterbau, Alternativen**

Globaler Ökologischer Fußabdruck

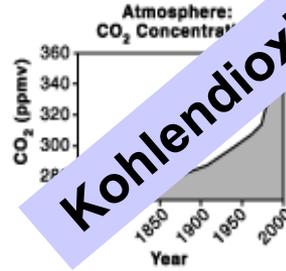




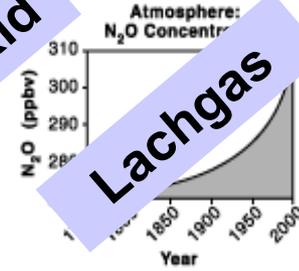
Bevölkerung



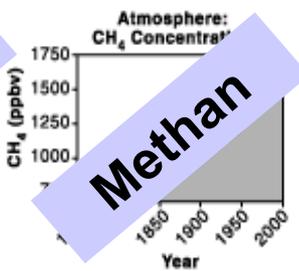
Kohlendioxid



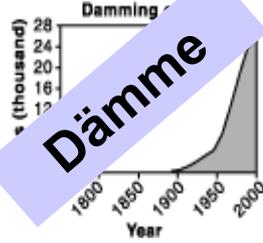
Lachgas



Methan



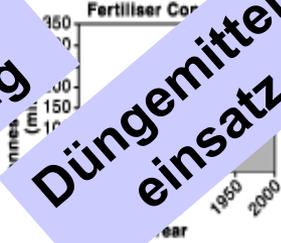
Dämme



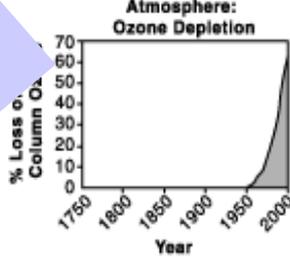
Wasser-nutzung



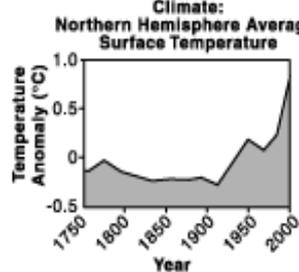
Düngemittel-einsatz



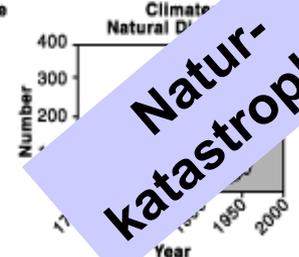
Atmosphere: Ozone Depletion



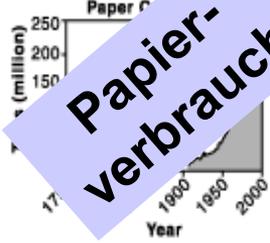
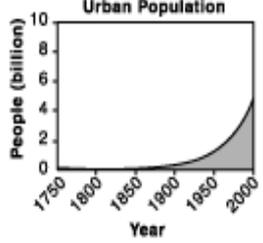
Climate: Northern Hemisphere Average Surface Temperature



Natur-katastrophen



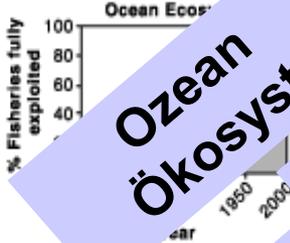
Papier-verbrauch



McDonalds



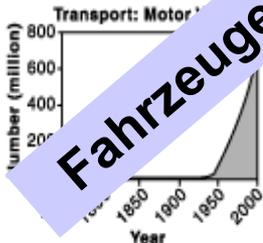
Ozean Ökosyst.



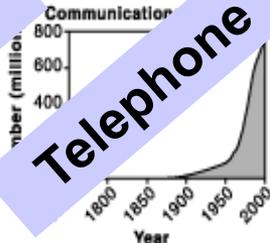
Verbaute Küsten



Fahrzeuge



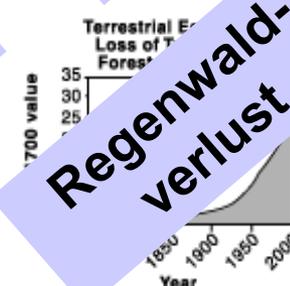
Telephone



Tourismus



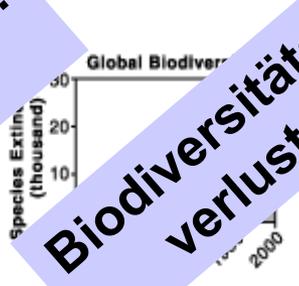
Regenwald-verlust



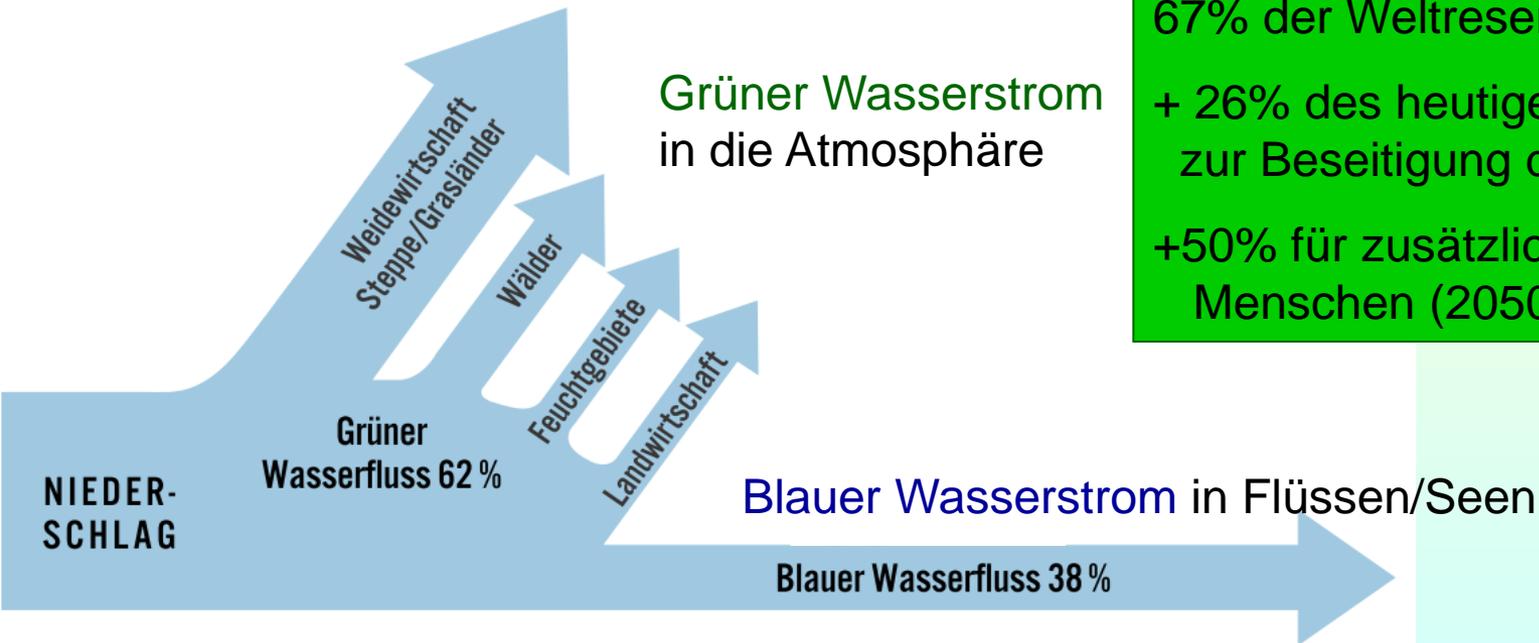
Landwirtsch. Fläche



Biodiversitäts-verlust



Grünes und blaues Wasser



67% der Weltreserven dzt. genutzt
+ 26% des heutigen Verbrauchs
zur Beseitigung des Hungers
+50% für zusätzliche 3 Milliarden
Menschen (2050)

- **grünes** Wasser: wird von der Vegetation verdunstet (Einmalnutzung)
- **blaues** Wasser: fließt in Flüssen und Seen (Mehrfachnutzung)

Mauser 2008

Was kann ICH tun?

- **Bewusster einkaufen** (nur kaufen was gebraucht wird, regionale Produkte, klima-freundliche Produkte, z.B. Obst/Gemüse der Saison, Bioprodukte,...)
- **Sparsamer wohnen**: kürzer heiß duschen, Heizung herunterdrehen, Stoßlüften, Licht abschalten, Stand-by abschalten, Investieren in Wärmedämmung, erneuerbare Energien, ...
- **Gesünder bewegen**: Gehen, Fahrrad, öffentliche Verkehrs-mittel, Bahn/Bus benützen, Auto nur wenn nötig, Sprit-sparend fahren, sparsameres Auto, Flüge vermeiden, ...
- **Info verbreiten**: in Schule, Kirche, Verein, Partei, Firma, Gemeinde, Land,... aktiv werden, bewusst wählen,
- **Heute beginnen**



Die notwendigen Änderungen sind vorwiegend psychologischer, nicht technischer Natur (nach Dennis Meadows 2006)



**Mit der Natur kann man
nicht verhandeln ...**

Unser
globales
Ökosystem

**... gesteuert
durch
Naturgesetze**



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Universität für Bodenkultur
Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt
Institut für Meteorologie

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