

Klimawandel - Lebenswandel

Über die enge Verstrickung der Biosphäre mit der Atmosphäre

Hans Peter (HaPe) Schmid

Atmosphärische Umweltforschung

**Institut für Meteorologie und
Klimaforschung (IMK-IFU)**

Forschungszentrum Karlsruhe

Garmisch-Partenkirchen

• **Interaktionen**

• **Rückkoppelung**

• **Austausch**
 „Die Verstrickung der Biosphäre mit der Atmosphäre“:
 • **Beeinflussung**

... Ein riesiges Thema

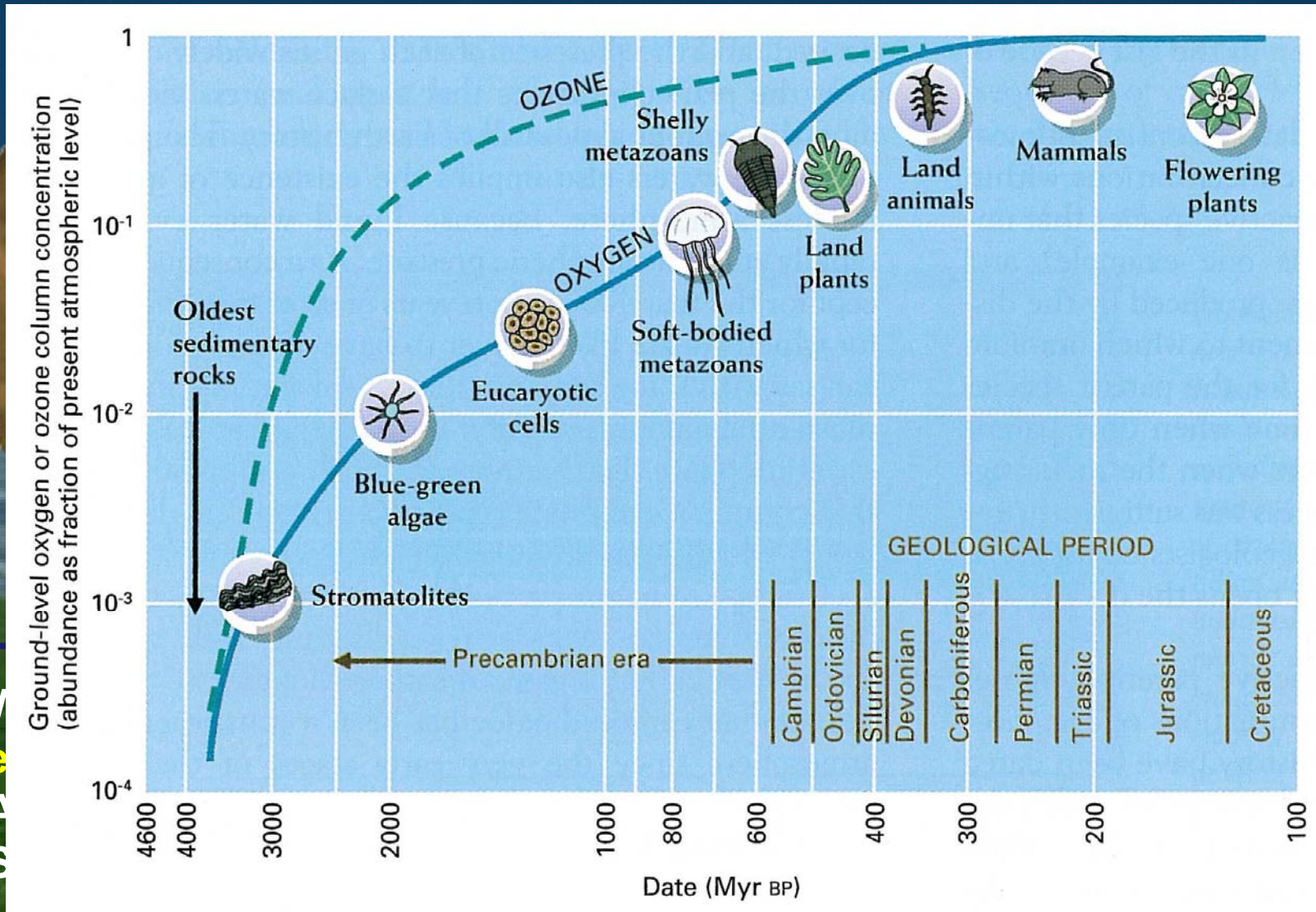
Wo anfangen?

Terrestrial
Biosphere

Am Anfang!

Terrestrial
Hydrosphere
& Land
Surface

Am Anfang war es unwohnlich: Vergleich mit unseren Nachbarn...



S:

auf

Atmosphäre – Biosphäre Interaktion:



- **Atmosphäre beeinflusst Biosphäre**

Huhn-und-Ei Problem?

- Erdgeschichtlich: Atmosphäre war zuerst da, aber primitive Atmosphäre war sehr verschieden
- Moderne Atmosphäre ist abhängig von Biosphäre (und umgekehrt...)

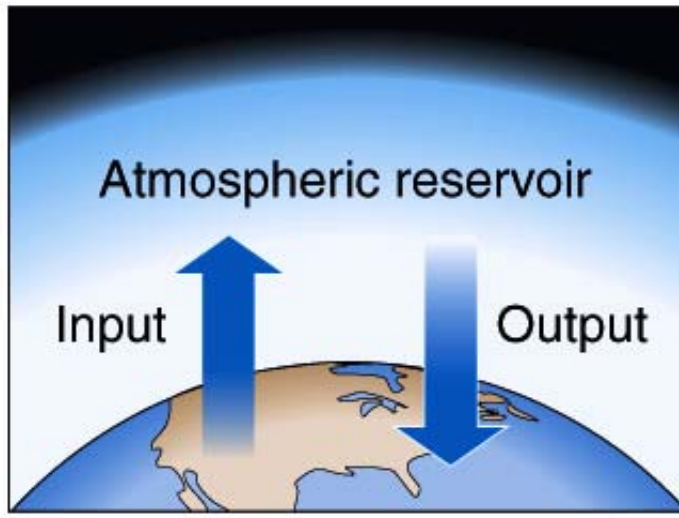
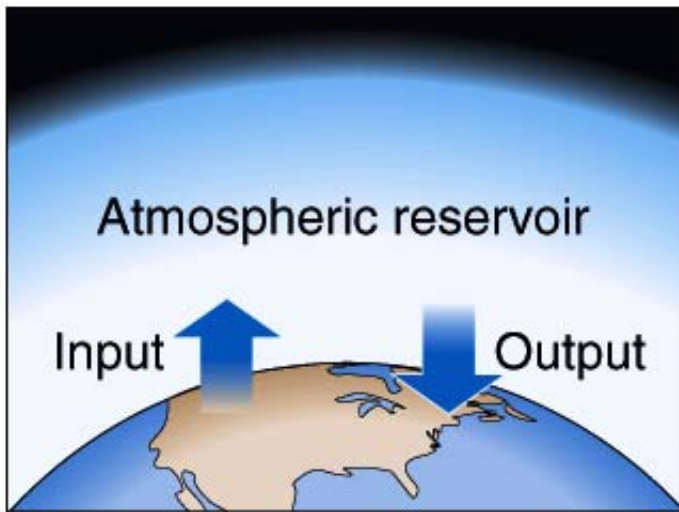
- **Biosphäre beeinflusst Atmosphäre**

Austausch: gegenseitiger Einfluss

- komplexe Interaktionen
- Rückkopplungen (z.B. O₂, Albedo, Wasserdampf)
- Selbstregulierendes System (z.B., “Daisyworld”, “Gaia”)
- verschiedenste Zeit- und Raumskalen involviert

Diskussion:

Kreislauf von H_2O , CO_2 etc. wird
zwischen Biosphäre & Atmosphäre



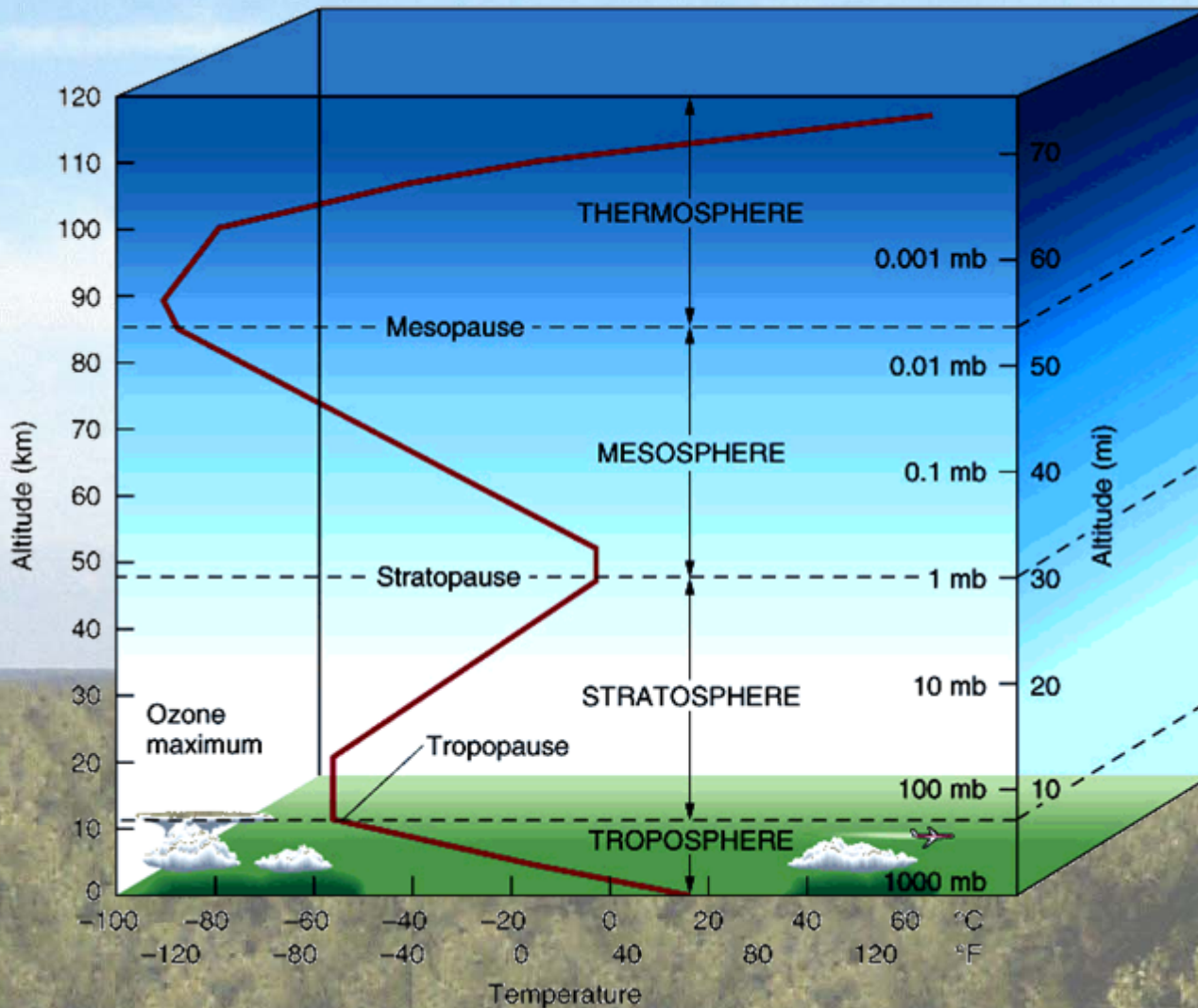
schwache Interaktion:

- kleiner Austausch Fluss
- lange Verbleib Zeit
- langsame Anpassung

starke Interaktion:

- grosser Austausch Fluss
- kurze Verbleib Zeit
- schnelle Anpassung

Diskussion: Welcher Teil der Atmosphäre wird von der Biosphäre beeinflusst?

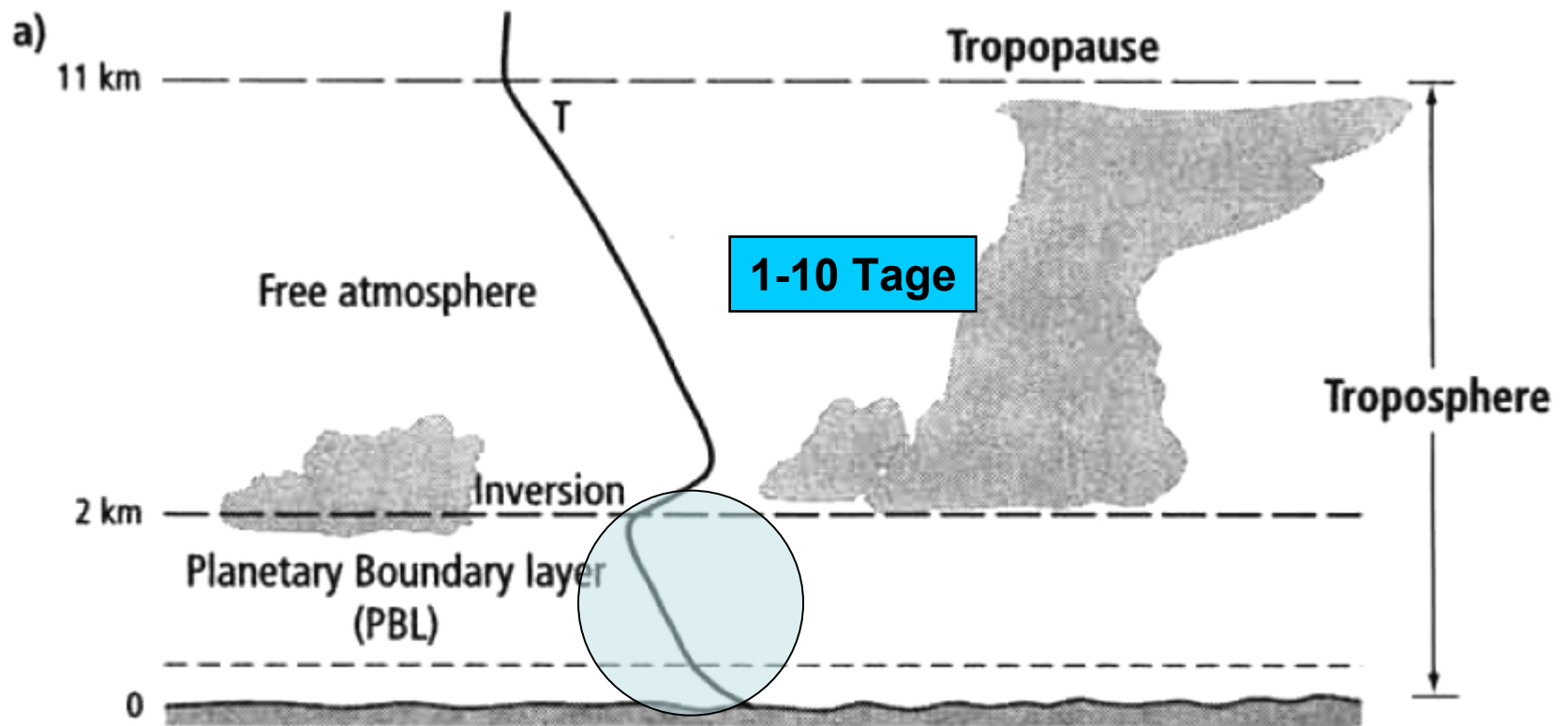


**schwacher Austausch:
langsame Anpassung
 $10^0 - 10^2(+)$ Jahre**

**starker Austausch:
schnelle Anpassung
< 10 Tage**

Diskussion: Welcher Teil der Atmosphäre wird von der Biosphäre beeinflusst?

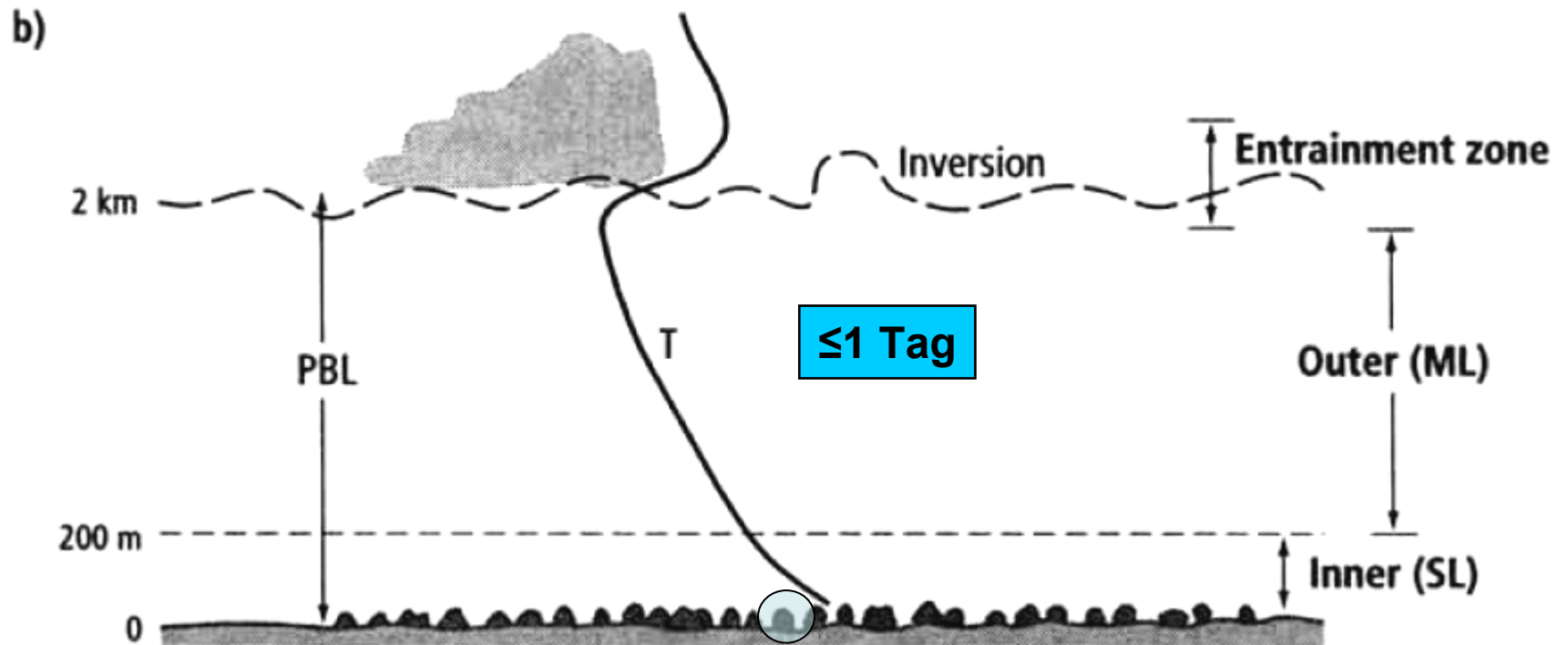
Layering of the Atmosphere: The Troposphere



from Oke (1997)

Diskussion: Welcher Teil der Atmosphäre wird von der Biosphäre beeinflusst?

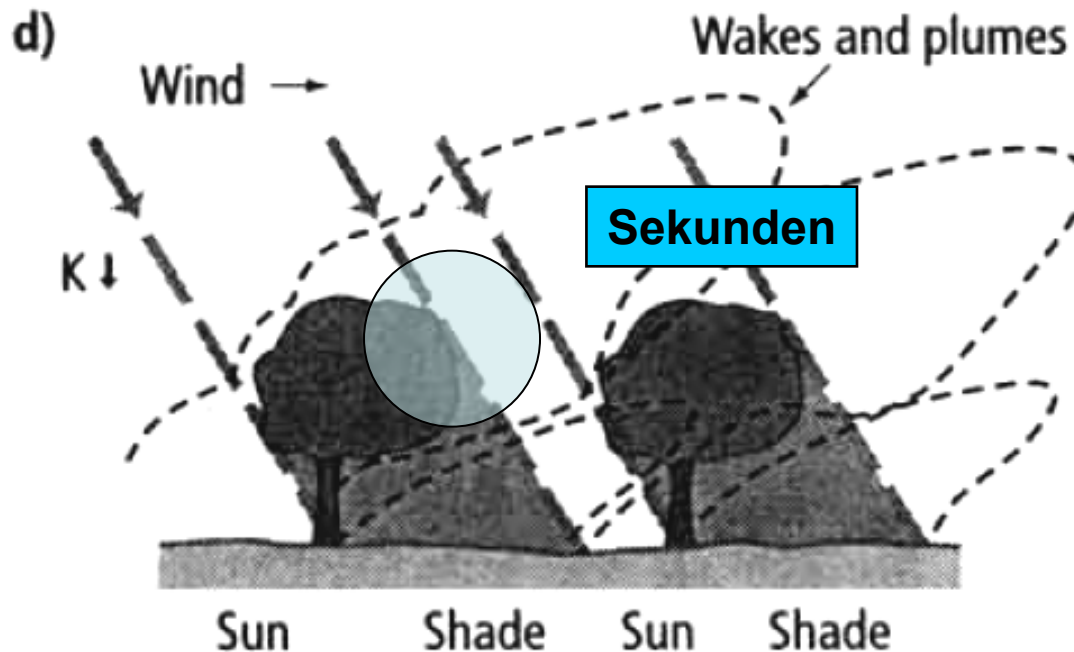
Layering of the Atmosphere: The Planetary Boundary Layer (PBL)



from Oke (1997)

Diskussion: Welcher Teil der Atmosphäre wird von der Biosphäre beeinflusst?

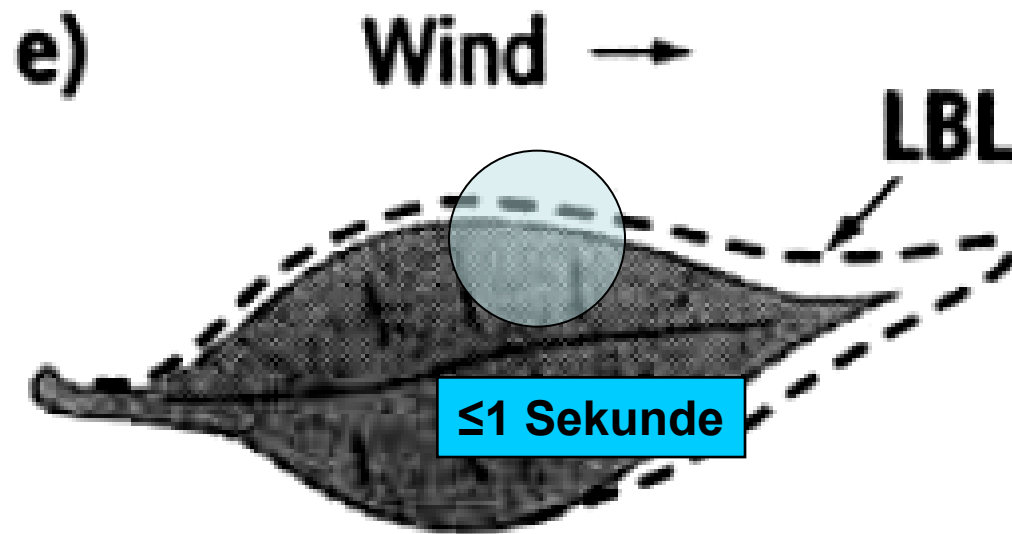
Layering of the Atmosphere: The Roughness Sublayer



from Oke (1997)

Diskussion: Welcher Teil der Atmosphäre wird von der Biosphäre beeinflusst?

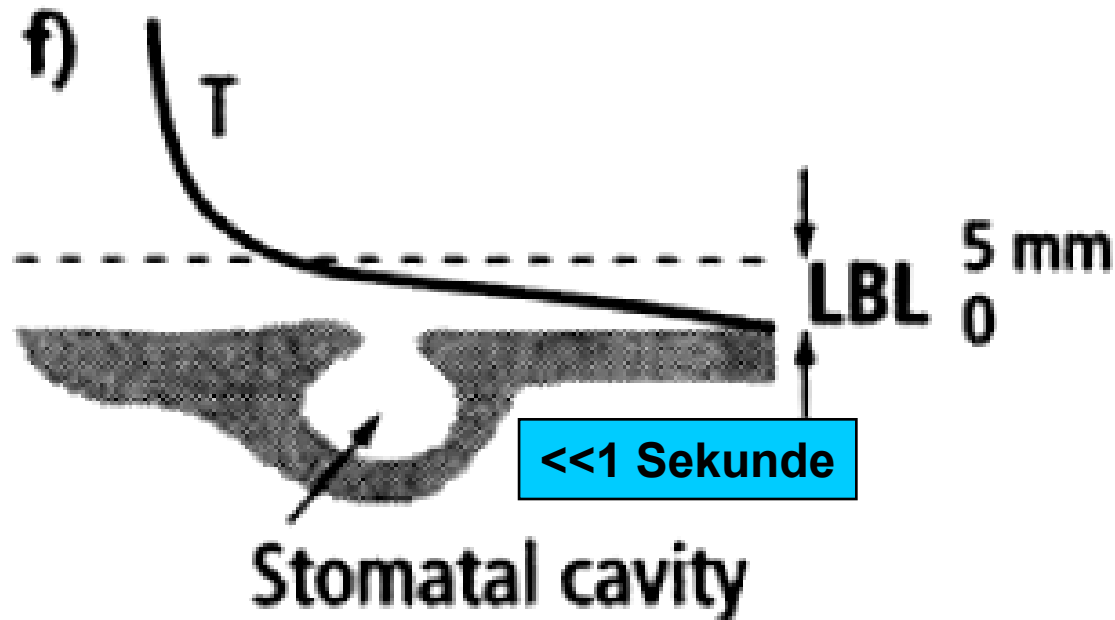
Layering of the Atmosphere: **The Leaf Boundary Layer (LBL)**



from Oke (1997)

Diskussion: Welcher Teil der Atmosphäre wird von der Biosphäre beeinflusst?

Layering of the Atmosphere: **The Stomatal Cavity**



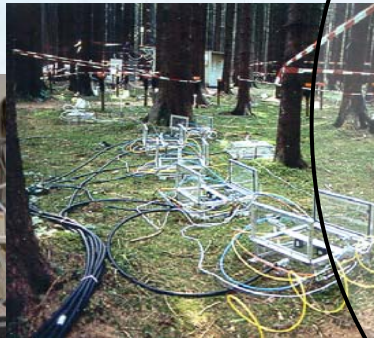
from Oke (1997)

Die Herausforderung:

Erfassung der Breite von Zeit- und Raum-Skalen



Organismus
(Labormessungen)



Plotskala
(Kammermessungen)



Ökosystemskala
(Turmmessungen)

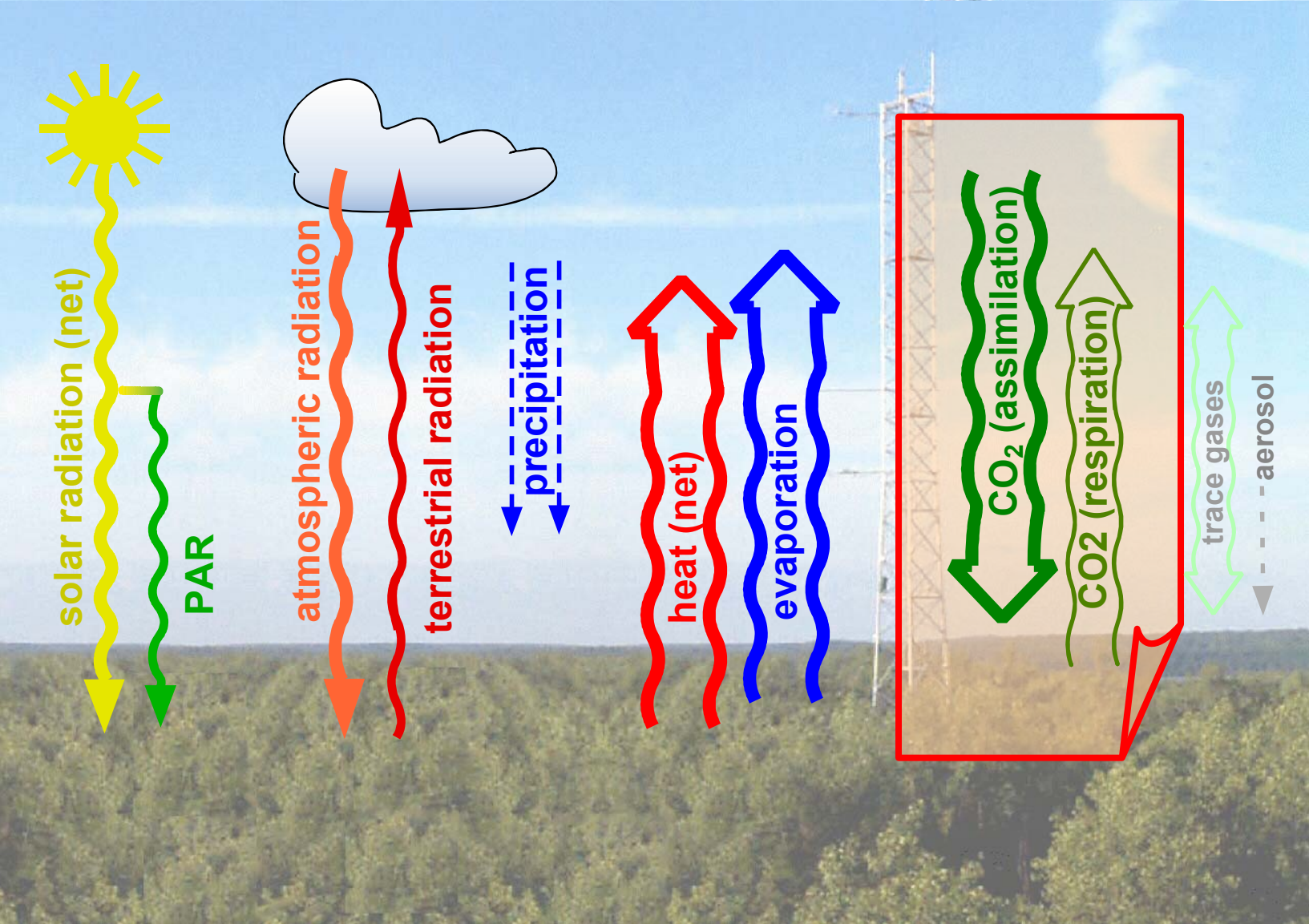


Regionale Skala
(Flugzeugmessungen)

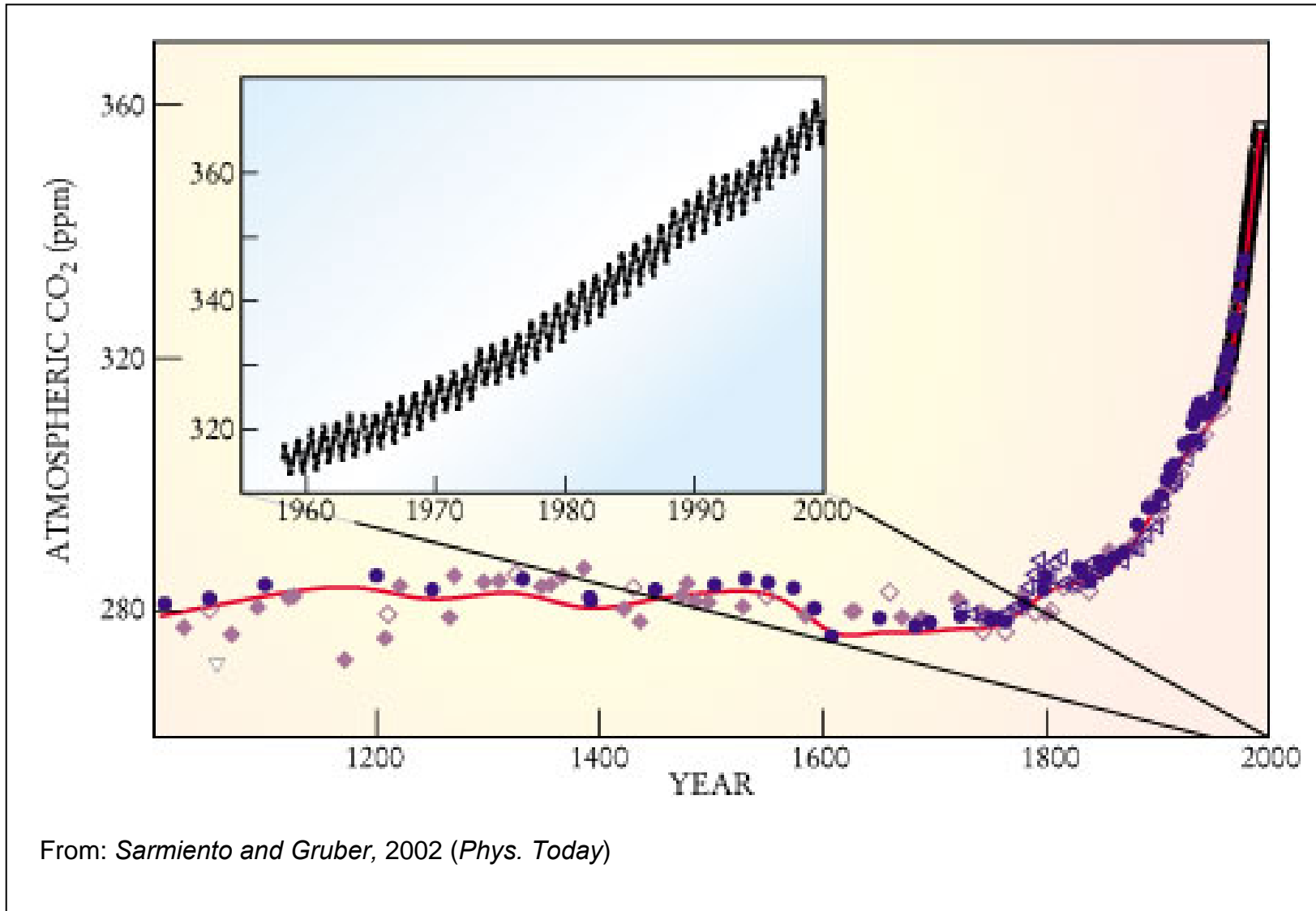


Globale Skala
(Fernerkundung)

Atmosphere - Biosphere Exchange



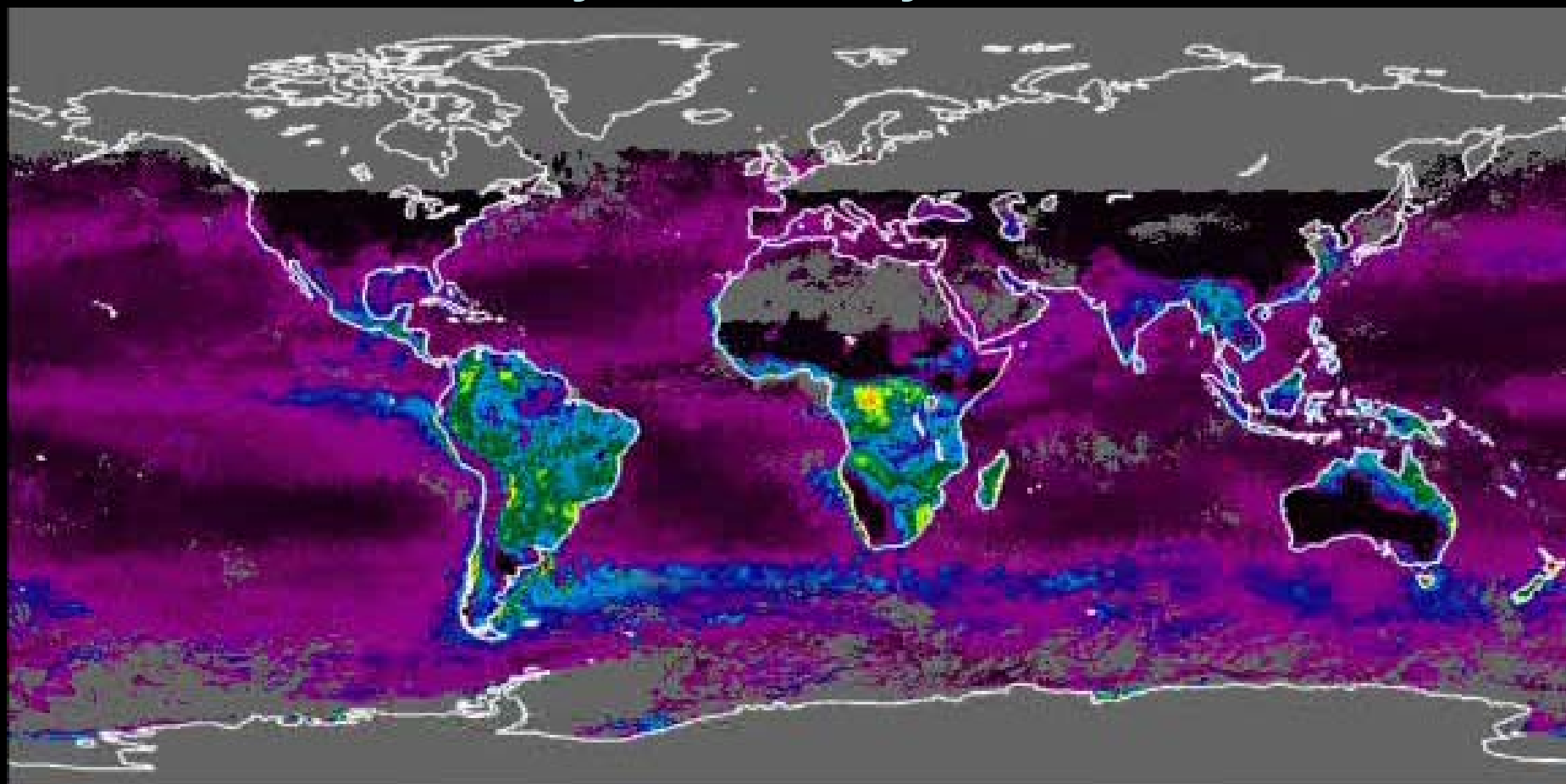
Hintergrund: Globales Kohlenstoff Budget



nken

(from Sarmiento and Gruber, 2002)

Global Net Primary Productivity – MODIS Based Modelling

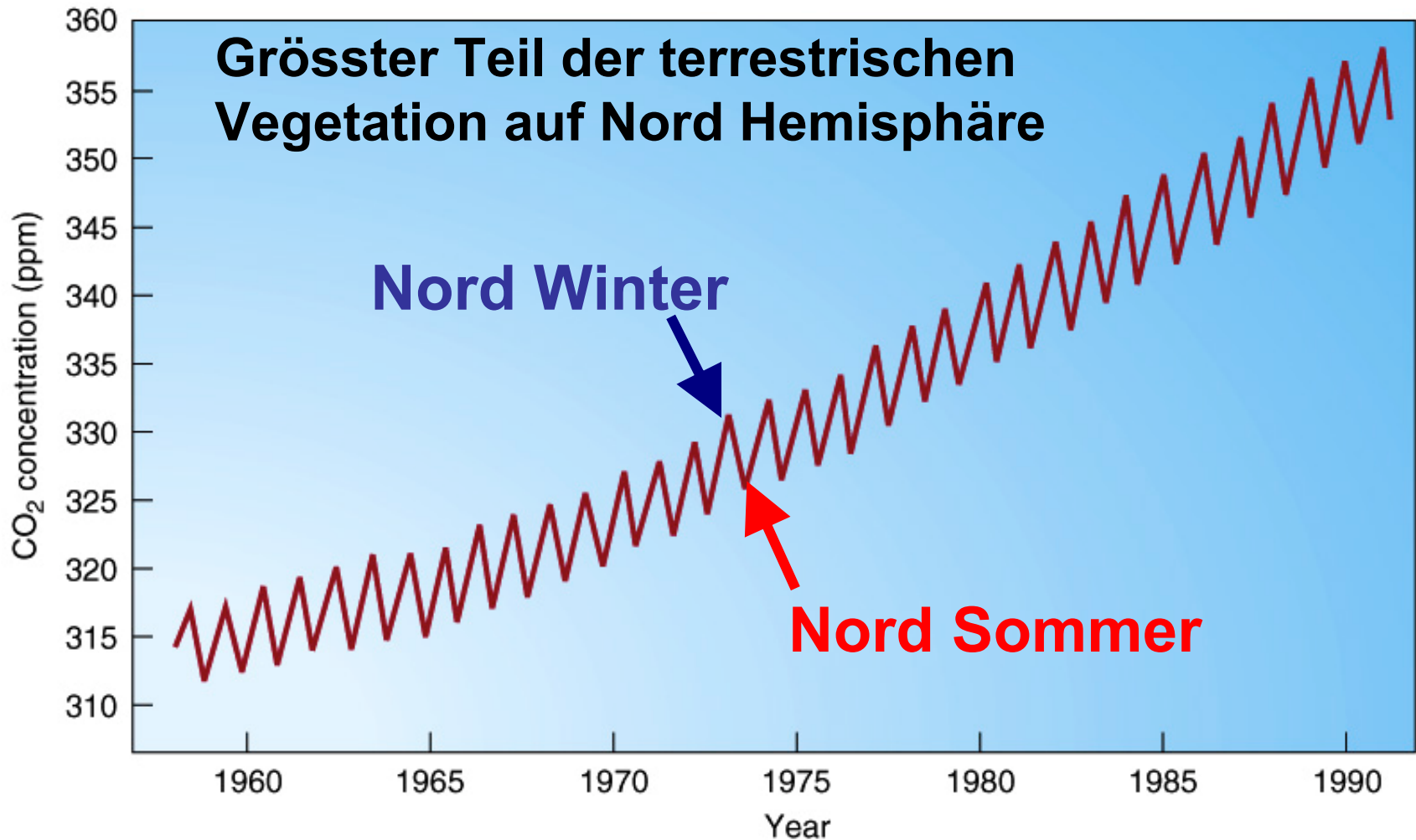


2001

2002



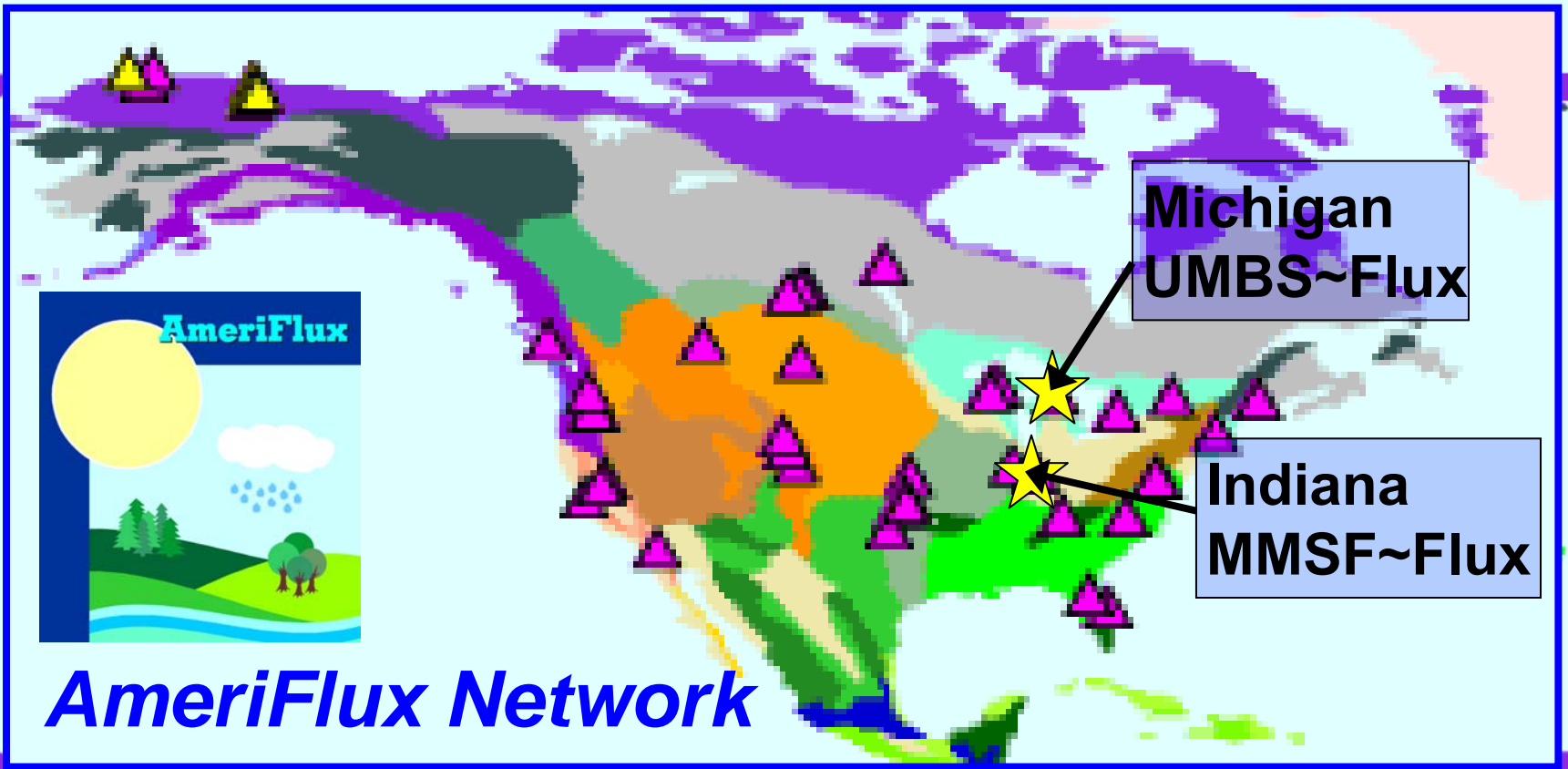
Hintergrund: Globales Kohlenstoff Budget



FLUXNET

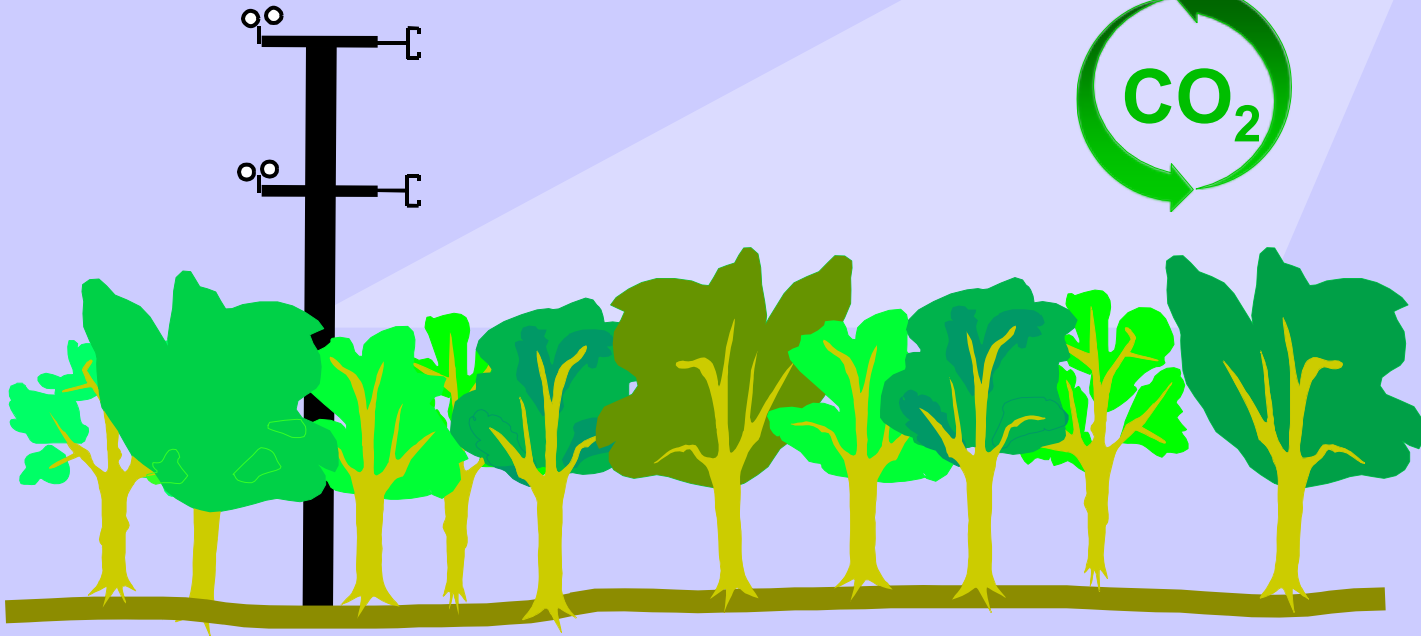
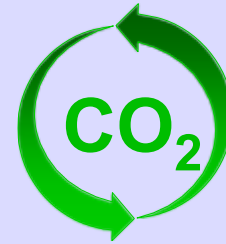
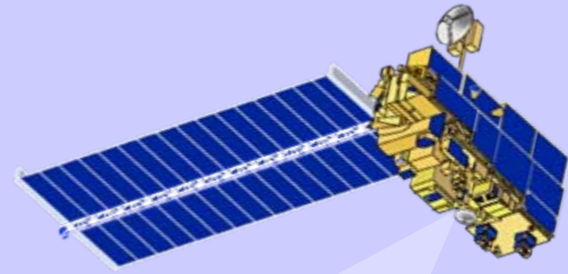
Weltweite Integration von
CO₂ Fluss Messungen

(zur Zeit ~ 200 Stationen)



MMSF, Indiana

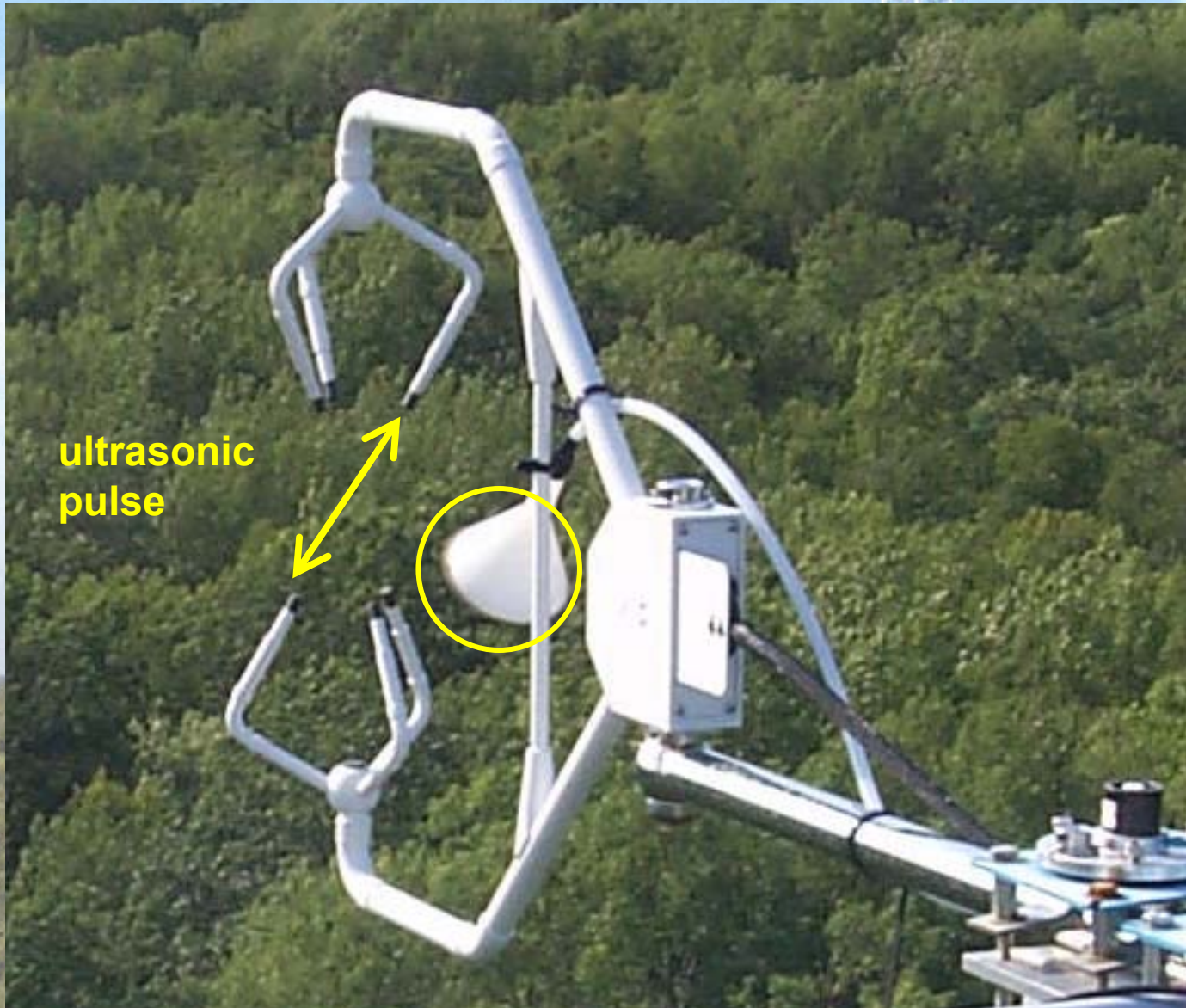


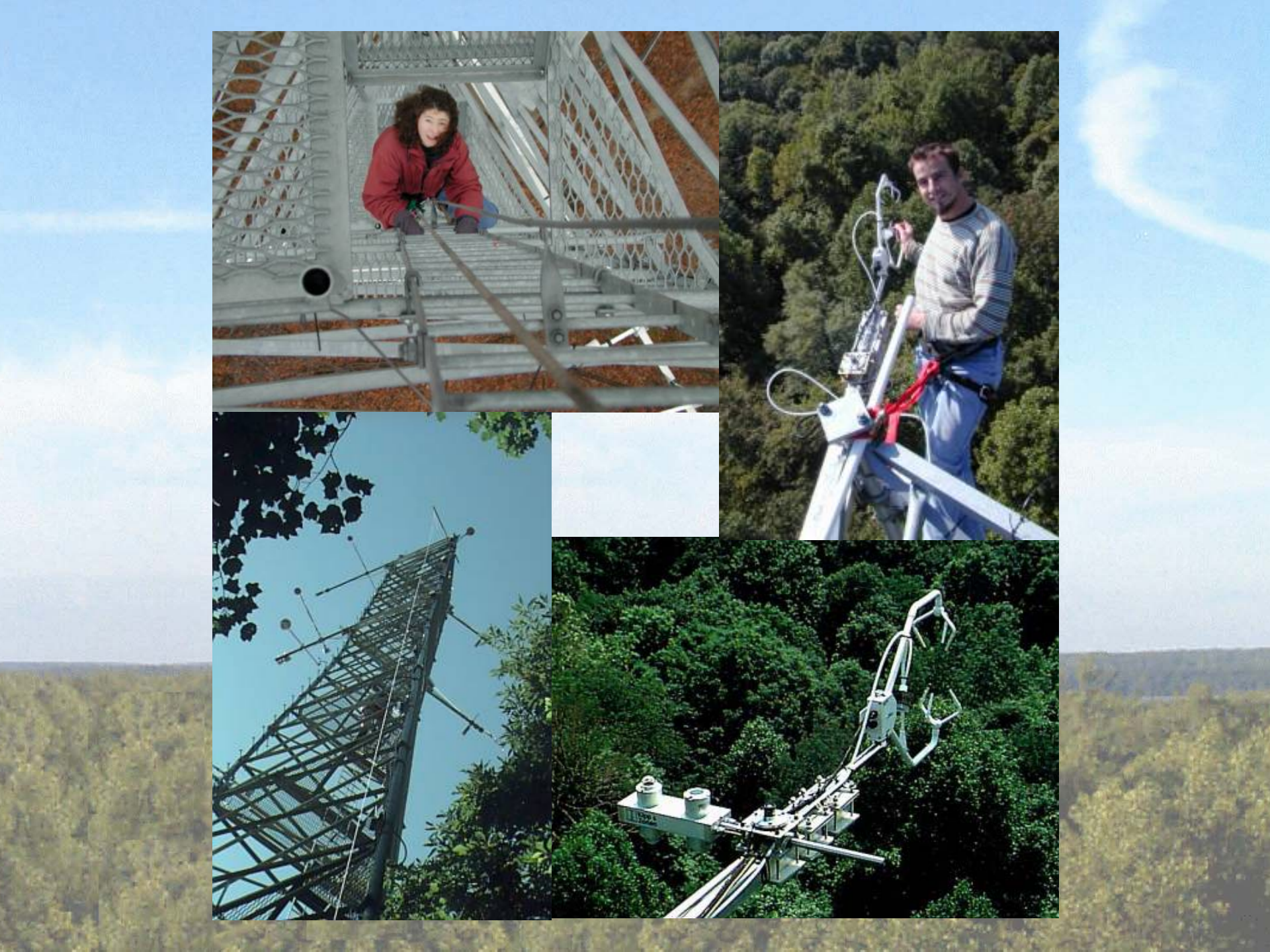


Turbulenter Austausch: Boden-Vegetation-Atmosphäre



Turbulent Flux: the correlation of eddies

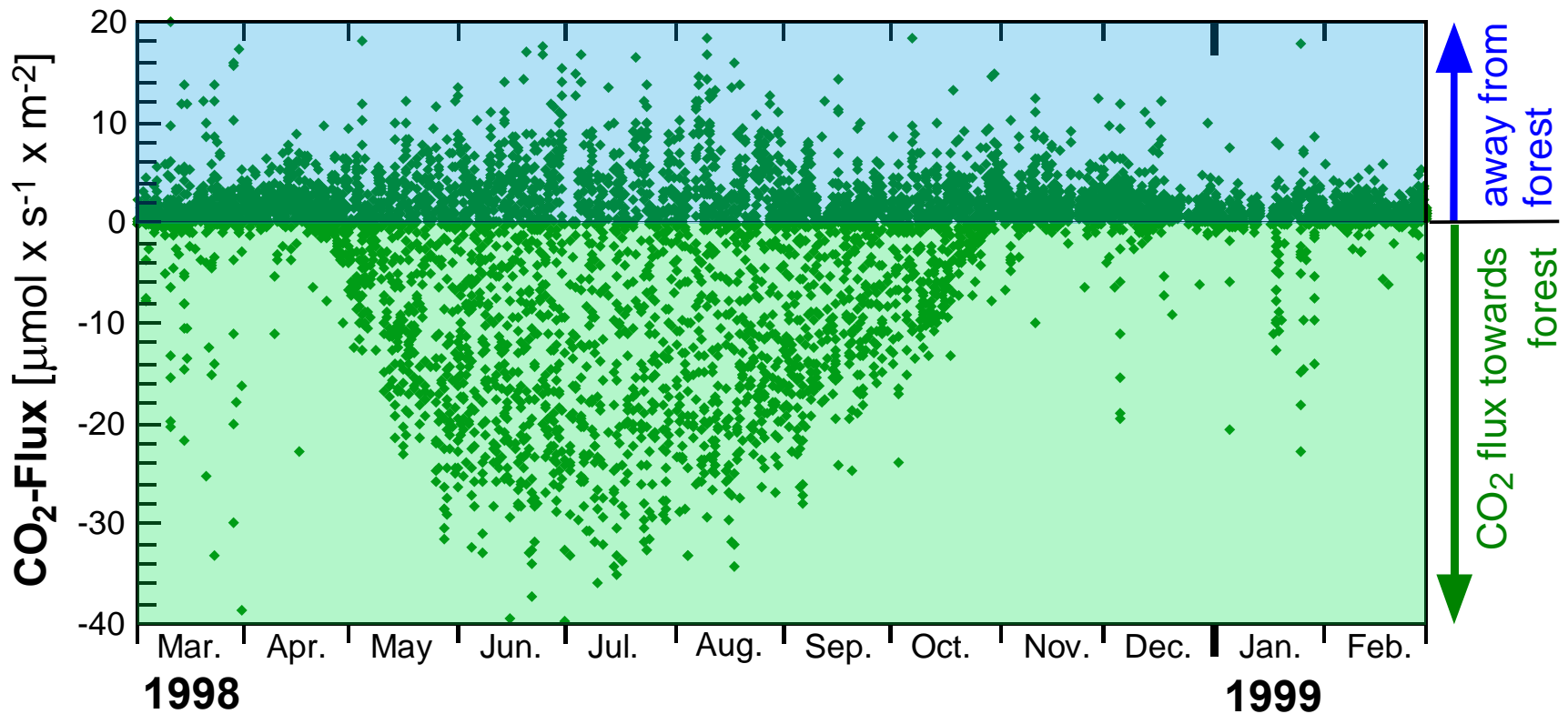






Annual Net Ecosystem Production (NEP): How to get there from Measured Data

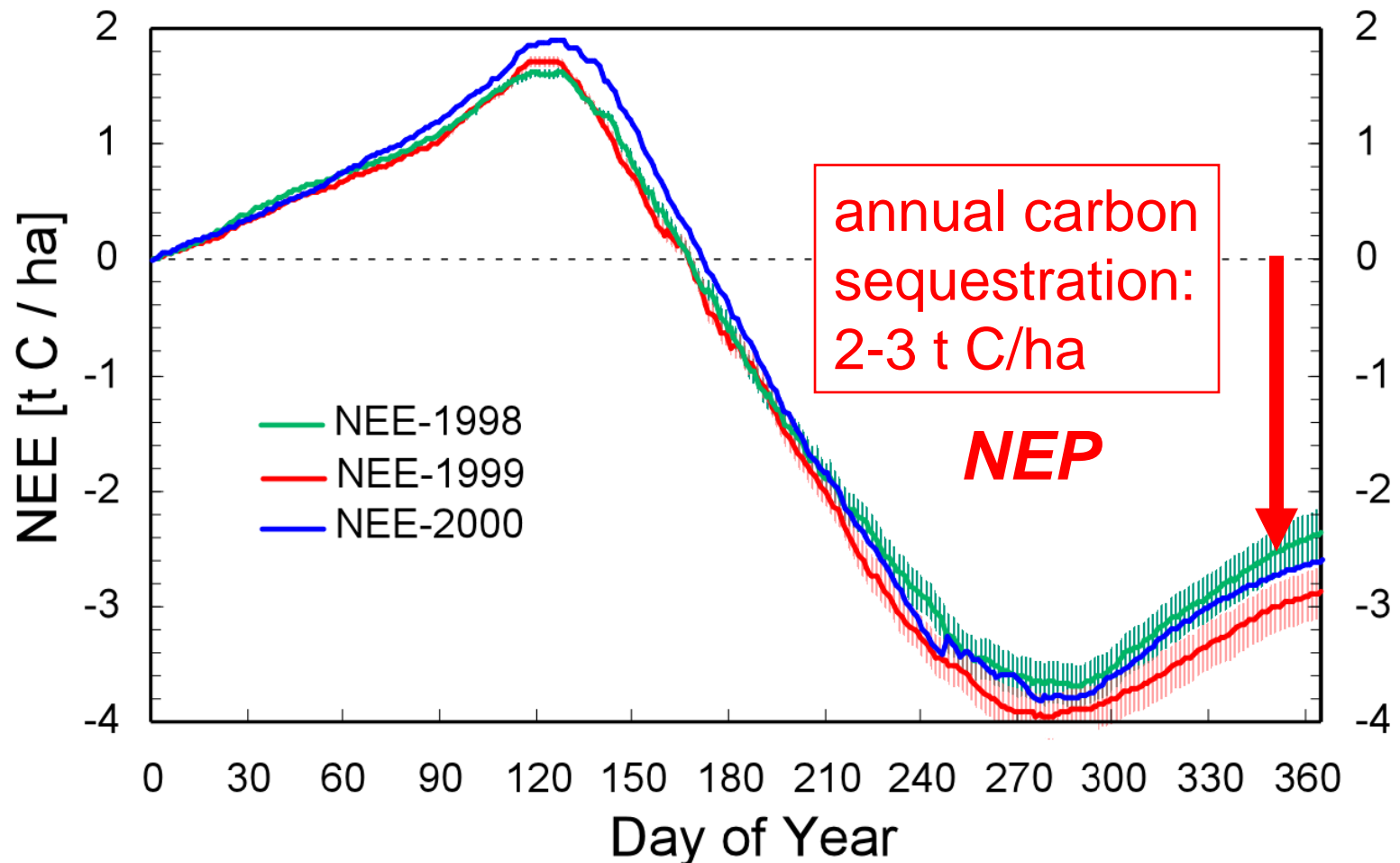
From hourly eddy-covariance fluxes of CO₂ for an entire year (or more)...



(measurements from MMSF, Schmid et al., 2000)

Annual Net Ecosystem Production (NEP): How to get there from Measured Data

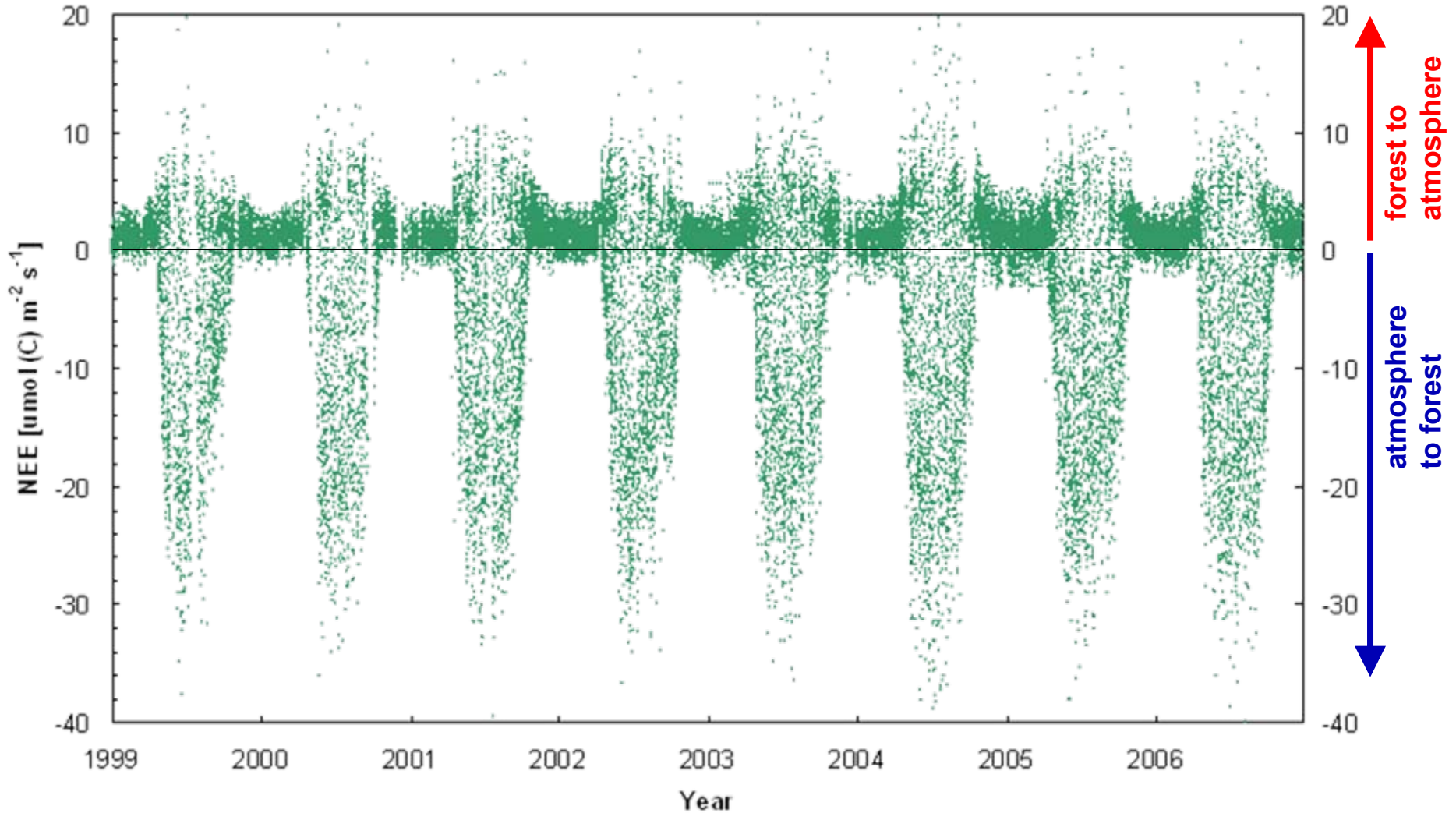
... to cumulative Net Ecosystem Exchange (NEE).



(measurements from MMSF)

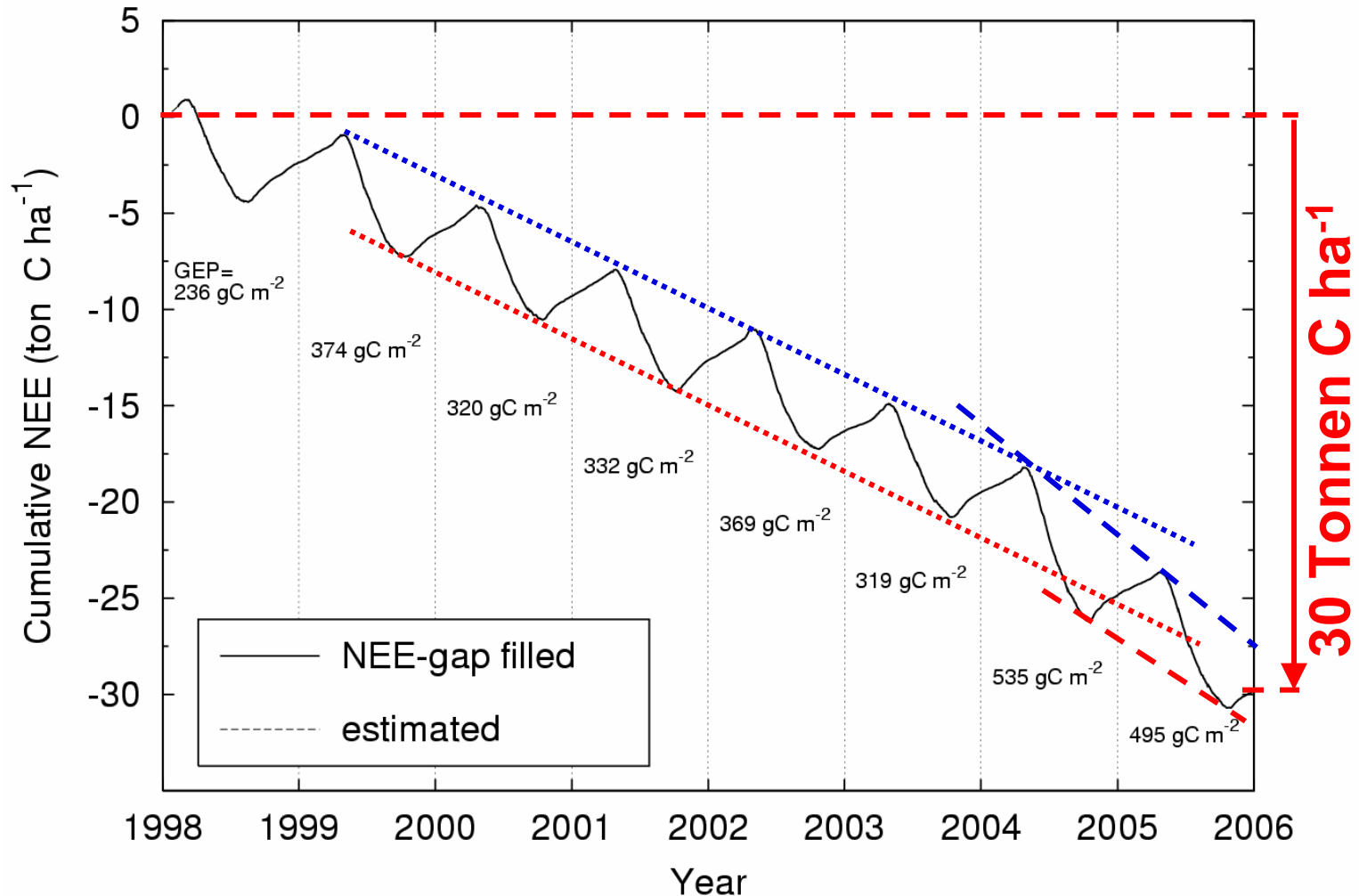
Hourly Fluxes of CO₂ over 8 Years (MMSF)

NEE: *Net Ecosystem Exchange* = Respiration - Assimilation



Kumulativer Austausch von CO₂ nach 8 Jahren

NEE: *Net Ecosystem Exchange* = Respiration - Assimilation



30 Tonnen C ha^{-1} = 3 kg C m^{-2}

Verdankungen:

The crew: Gabriella Villani (Italy), Hong-Bing Su (China), Steve Scott (Scotland), Laura Ciasto (USA), Shane Hubbard (USA), Heidi Zutter (USA), Norma Froelich (Canada), HaPe Schmid (Switzerland), Andrew Oliphant (New Zealand), Sue Grimmond (New Zealand), Chris Vogel (USA), Jennifer Hutton (USA).

Not present: Ford Cropley (UK), Reiko Toriumi (Japan), Danilo Dragoni (Italy), Bin Deng (China), Jessica Howe, Catherine Wade, Ben Crawford, Jen Klippel, Matt Seavitte, Nate Langwald, Brian Bovard (all USA)

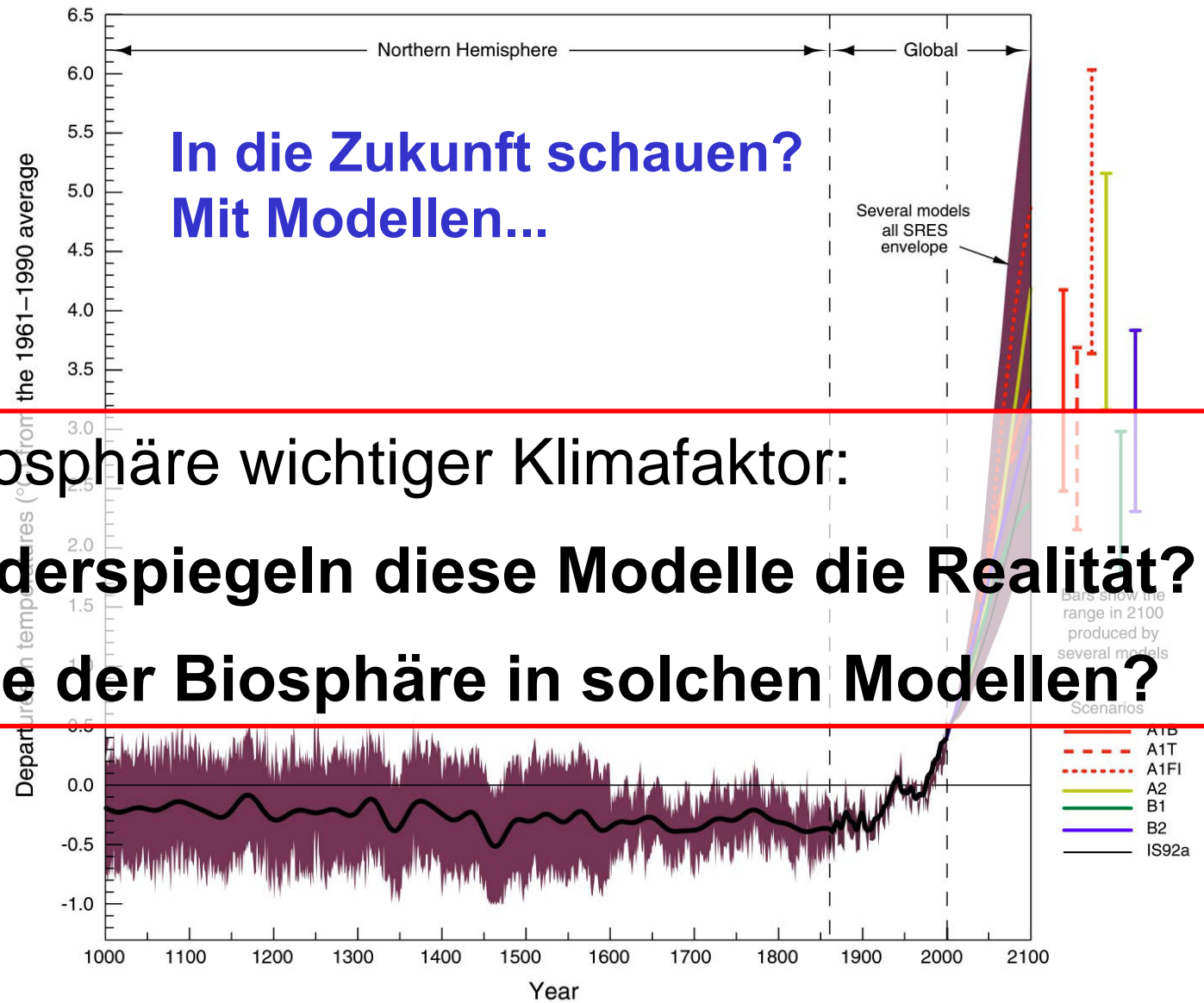
MMSF

UMBS



This work is being supported by a grant from the US Dept. of Energy (TCP/Office of Science) through its participation in the joint-agency Carbon Cycle Science Program and by several grants from National Institute for Global Environmental Change (NIGEC/US-DOE).

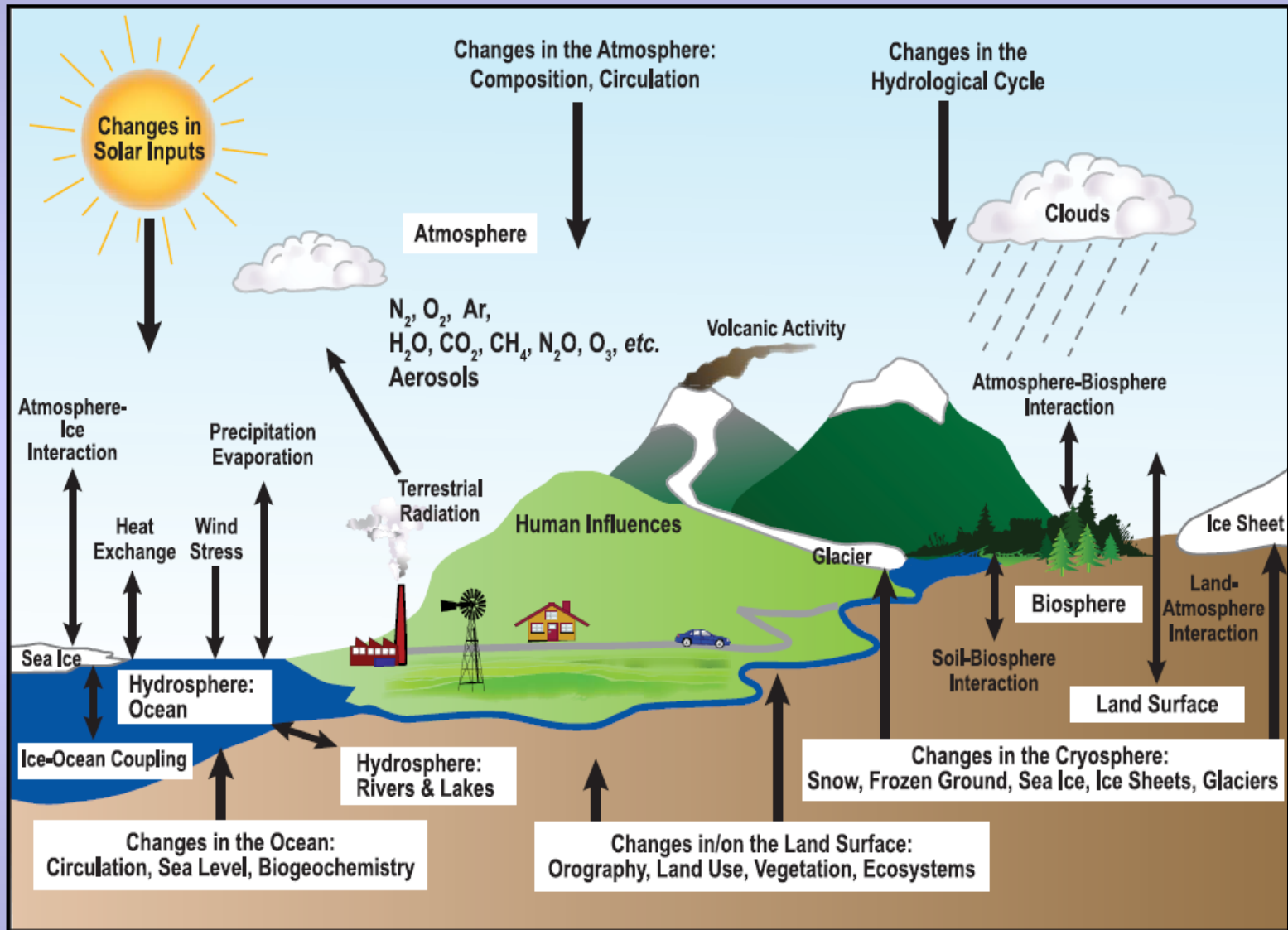
1000 to 1861, N.Hemisphere, proxy data; 1861 to 2000 Global, instrumental; 2000 to 2100, SRES projections



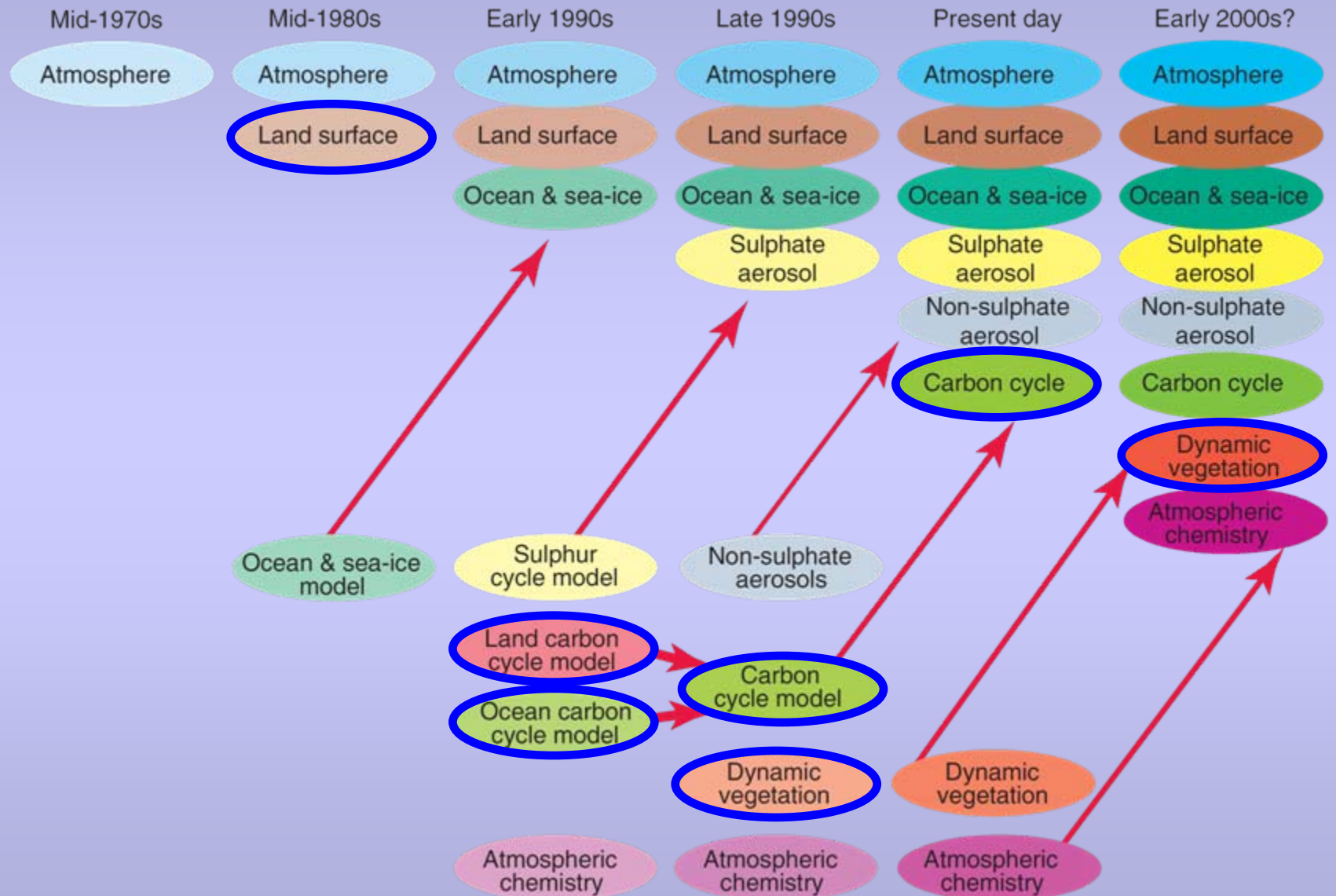
Da Biosphäre wichtiger Klimafaktor:

- **Wiederspiegeln diese Modelle die Realität?**
- **Rolle der Biosphäre in solchen Modellen?**

Herausforderung: Komplexität des Modellsystems

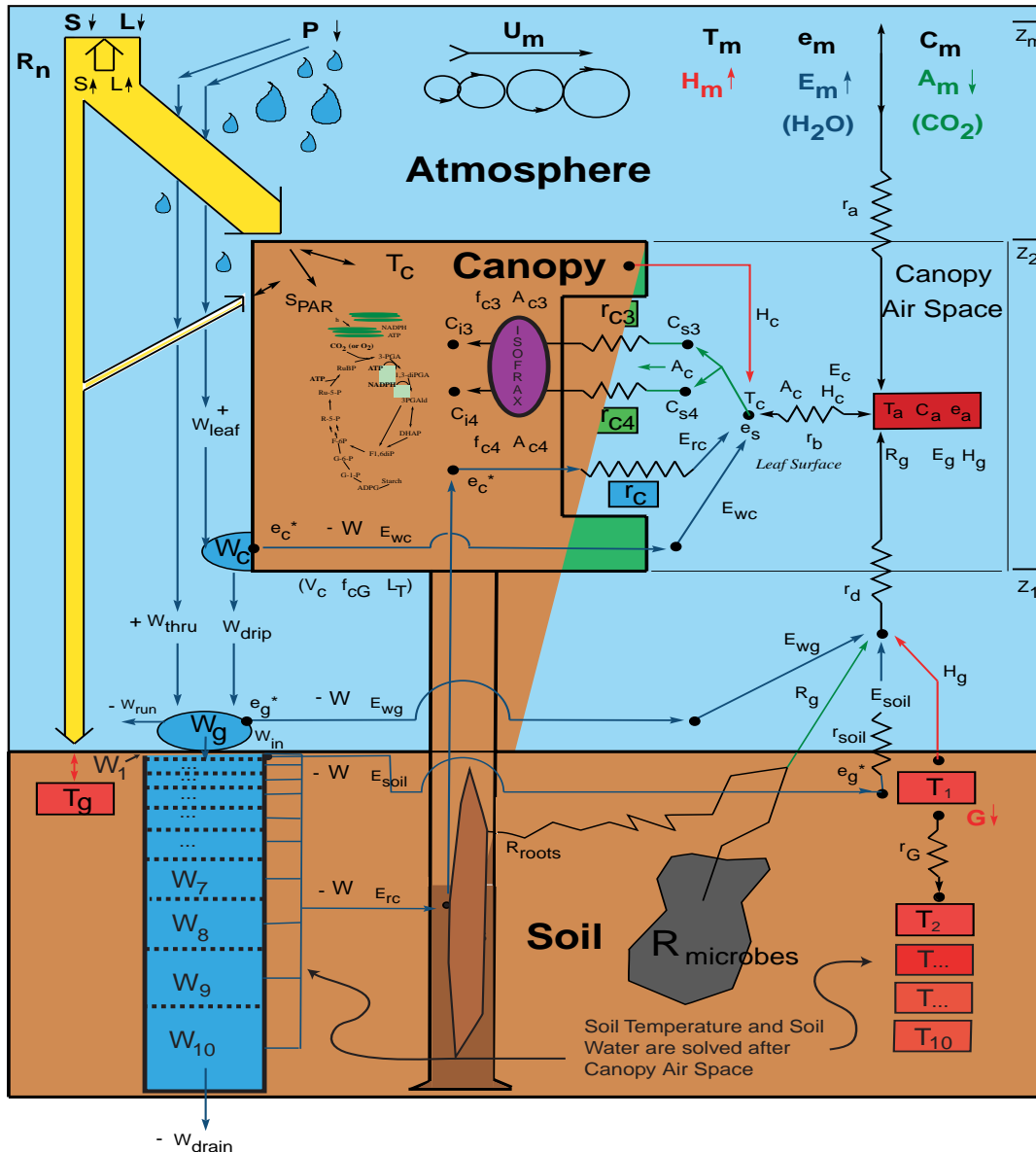


The Development of Climate models, Past, Present and Future



(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

„Simple“ Biosphere Model (Version 3)



(from Scott Denning, Colo. State U.)

Globaler Klimawandel: regionale Auswirkungen

Hochwasser im Alpenraum



Eschenlohe 1999, 2005

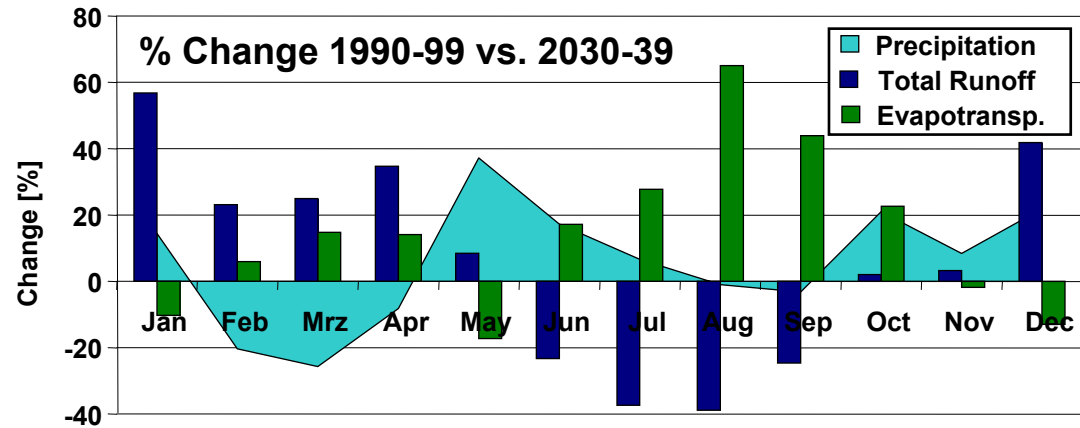
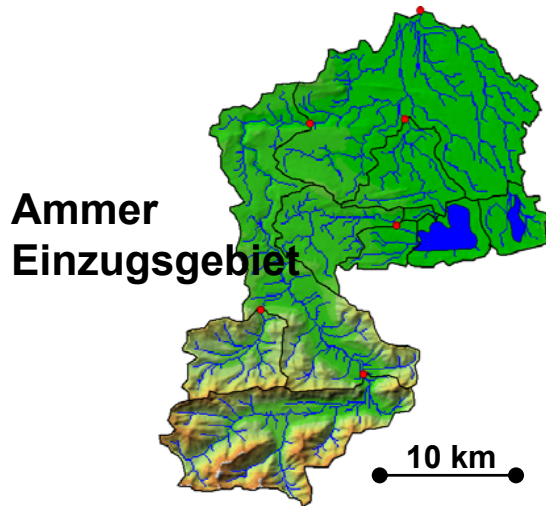
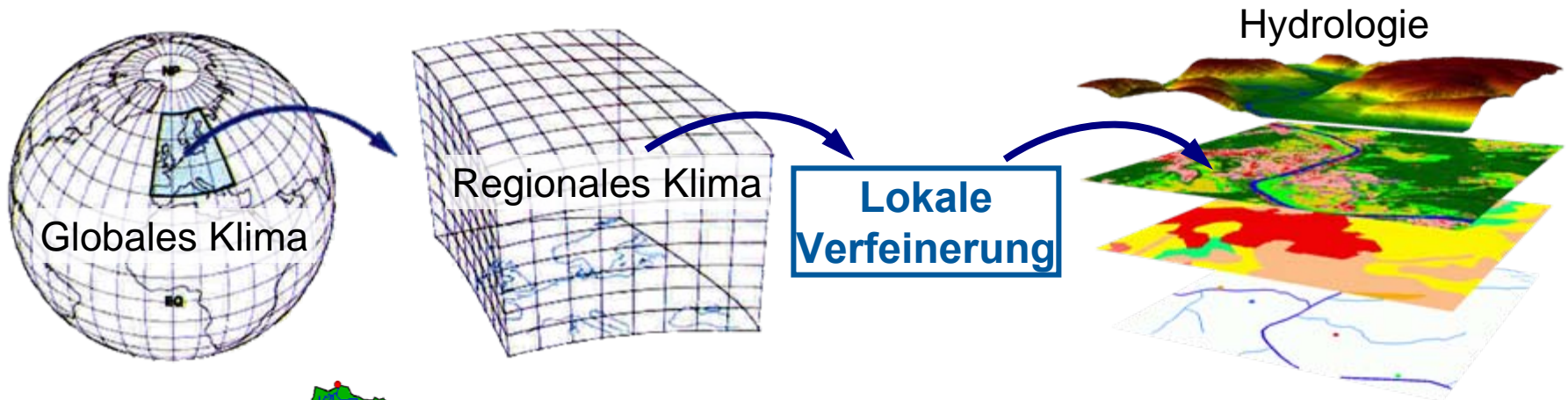


Dürre in Europa



Rhein (Düsseldorf) 2003

Globaler Klimawandel: regionale Auswirkungen

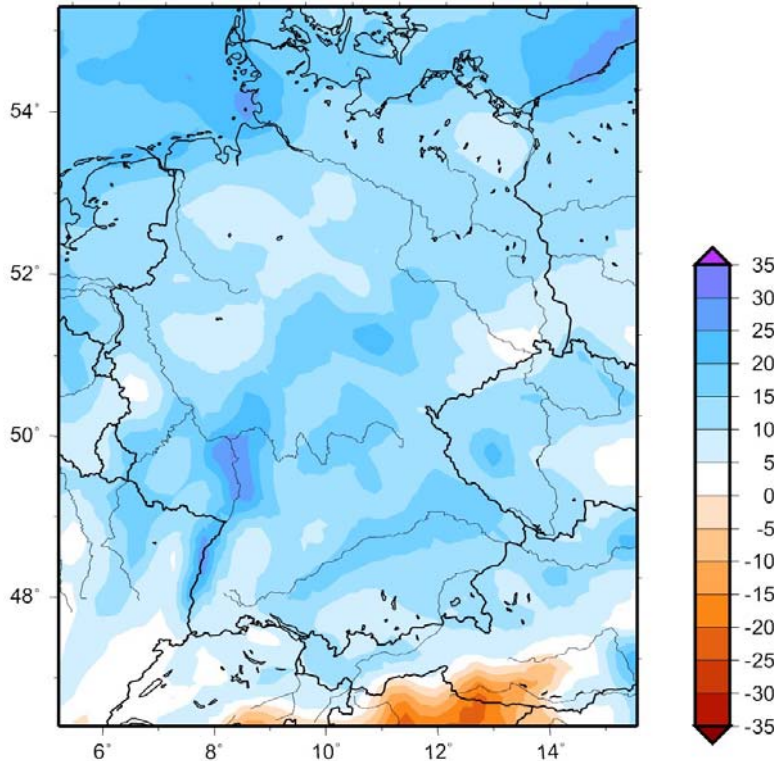


Blick in die Zukunft: Regionale Klima Modellierung

Niederschlag: Änderung in % (2070/99 – 1960/89)

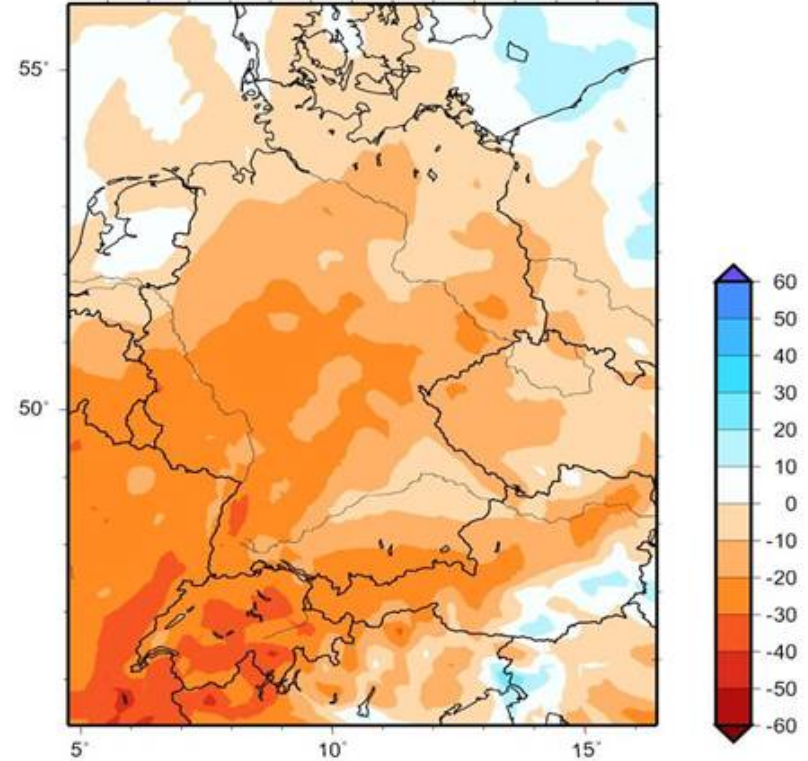
Winter

Precipitation Sum dec-feb
2070/99 - 1960/89 (%) MM5 19.2 km



Sommer

Precipitation jun-aug
2070/99-1960/89 (%) deklim $\Delta = 19.2$ km

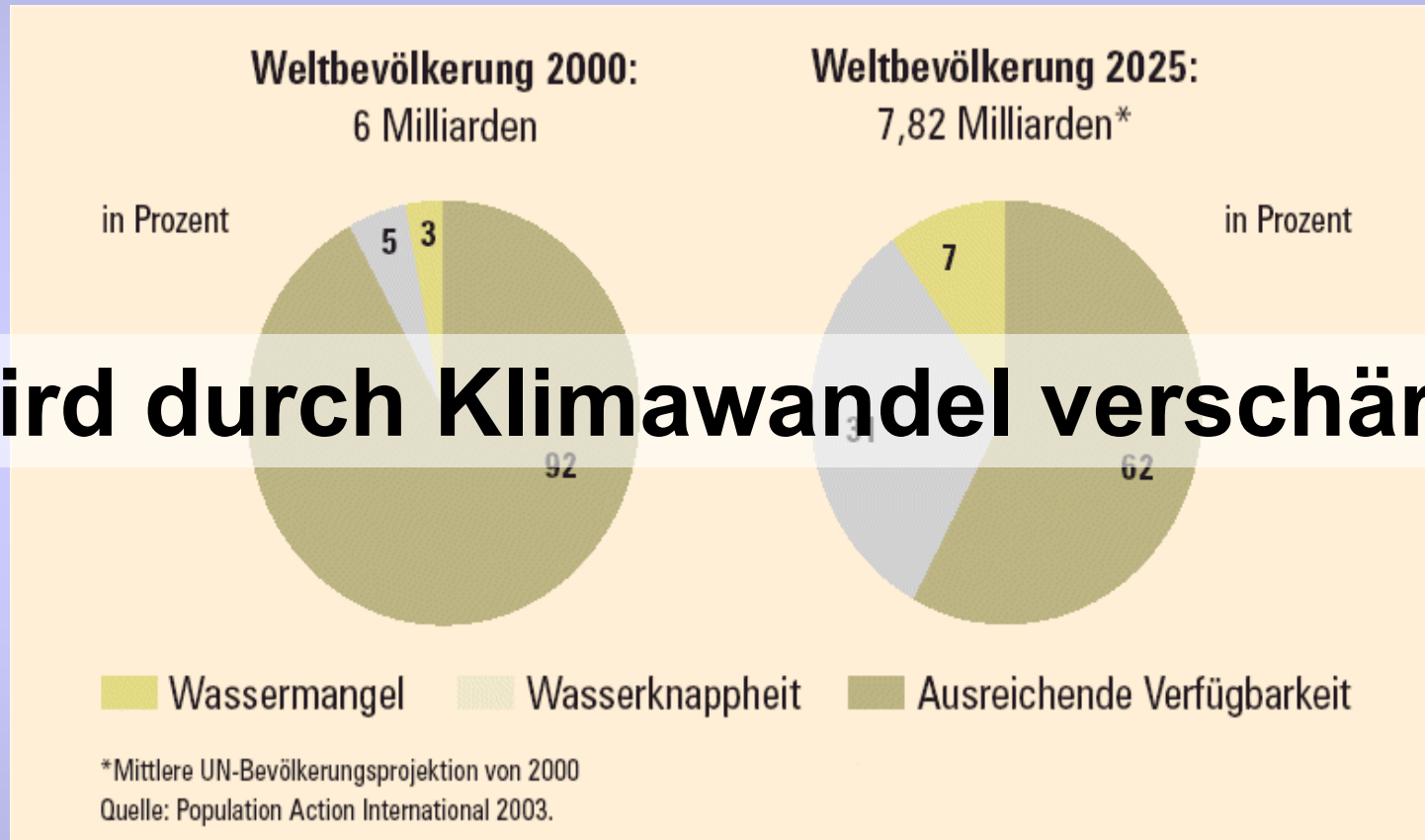


bis 30% mehr Niederschlag im Winter (Europa $\bar{\approx}$ +11%)

bis 40% weniger Niederschlag im Sommer (Europa $\bar{\approx}$ -1%)

(Quelle: Kunstmann *et al.*, FZK-IMK-IFU)

Wasserknappheit und Weltbevölkerung



Wird durch Klimawandel verschärft!

Wassermangel: weniger als 1000 m³/Person/Jahr

Wasserknappheit: weniger als 1700 m³/Person/Jahr

Blick in die Zukunft: Regionale Klima Modellierung

Tage mit Schneebedeckung:

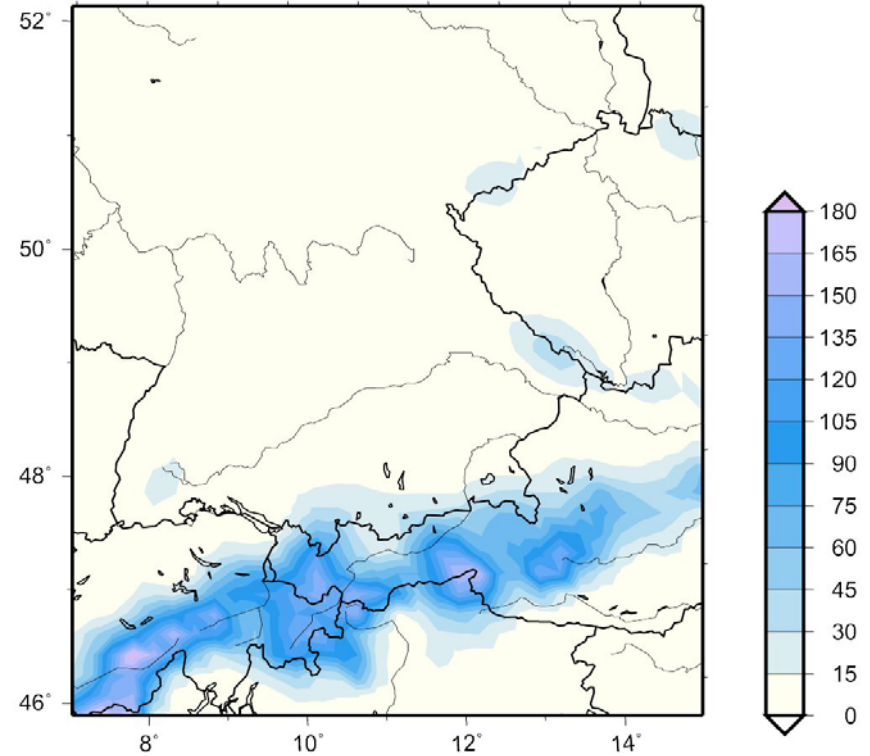
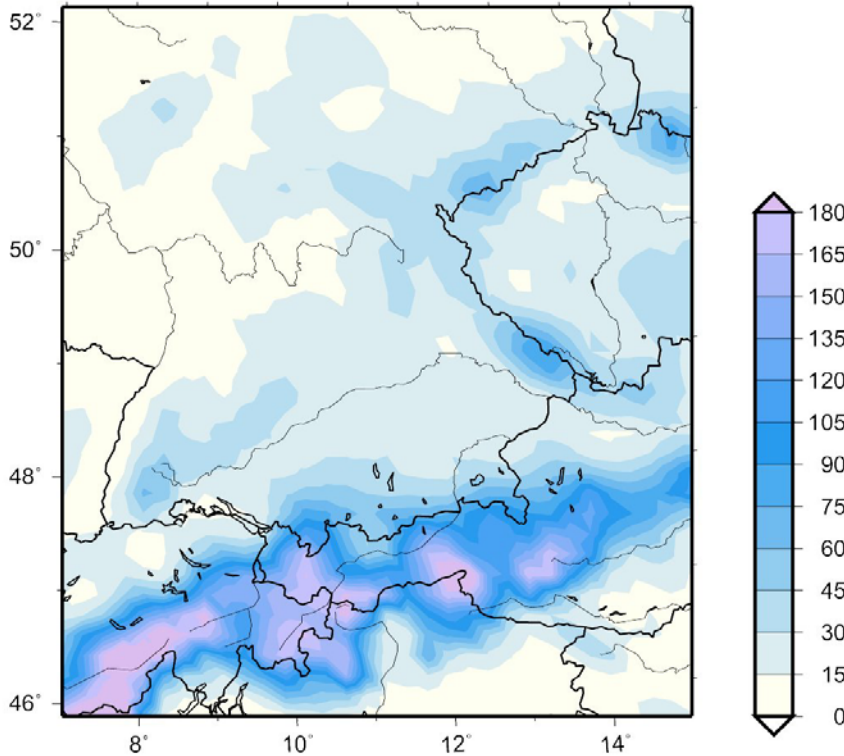
1960-1989



2070-2099

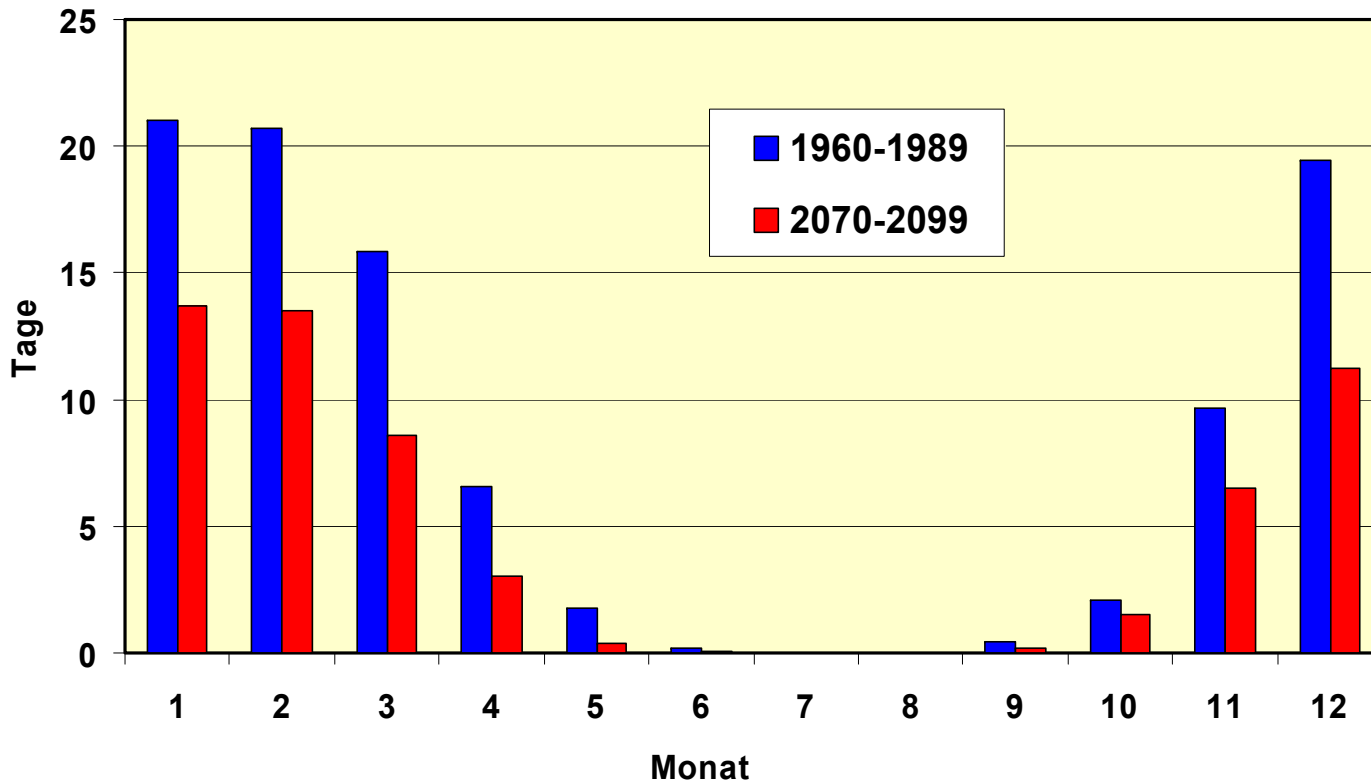
Tage mit Schneebedeckung
Jan-Dez 1960-1989 □ MM5

Tage mit Schneebedeckung
Jan-Dez 2070-2099 □ MM5



Blick in die Zukunft: Regionale Klima Modellierung

Tage mit Schneebedeckung Südbayern und nördlicher Ostalpenraum



Blick in die Zukunft: Regionale Klima Modellierung

Die Zukunft des Wintersportes?



Danke für die Aufmerksamkeit !