

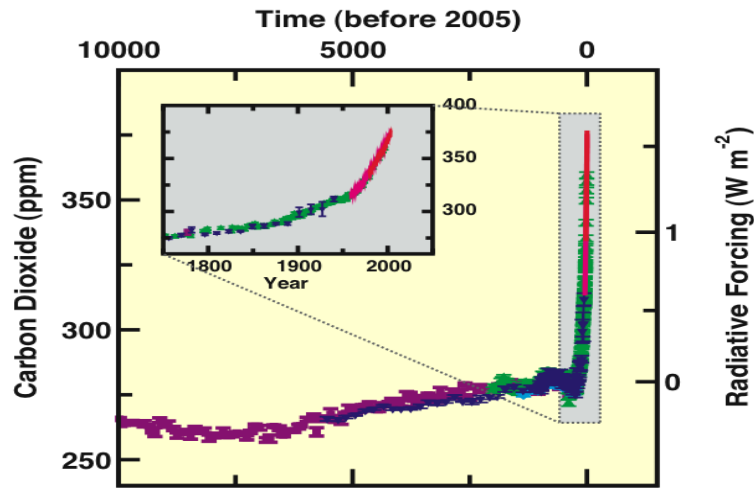
Ein Blick zurück Veränderlichkeit der Treibhausgaskonzentrationen der letzten 800.000 Jahre

Konferenz “Klima im System Erde”

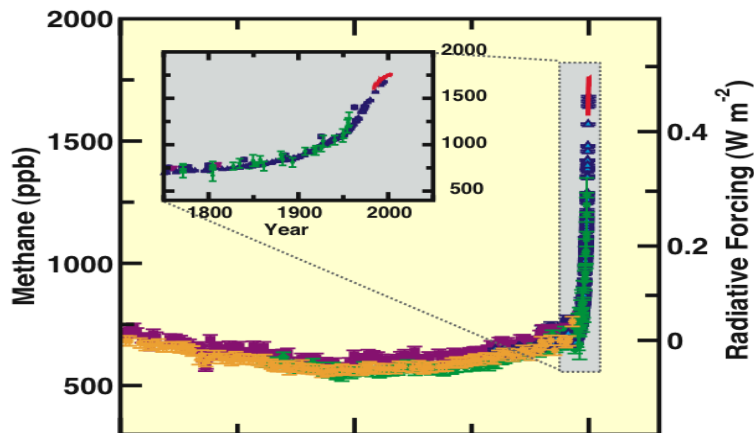
Heinrich Miller



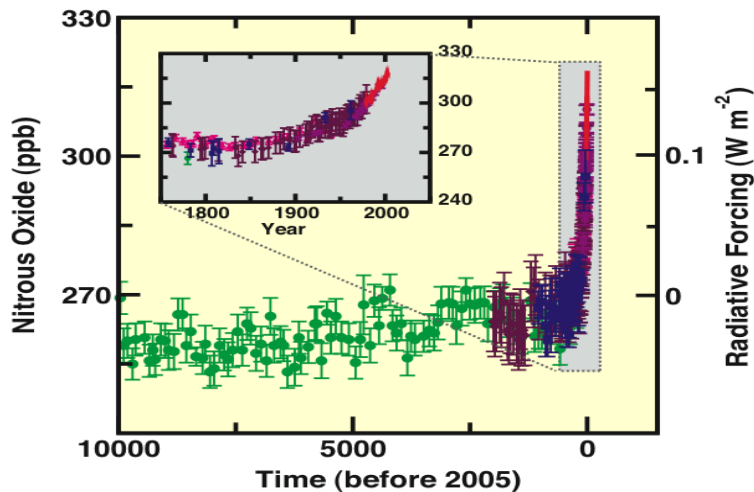
CO₂



CH₄



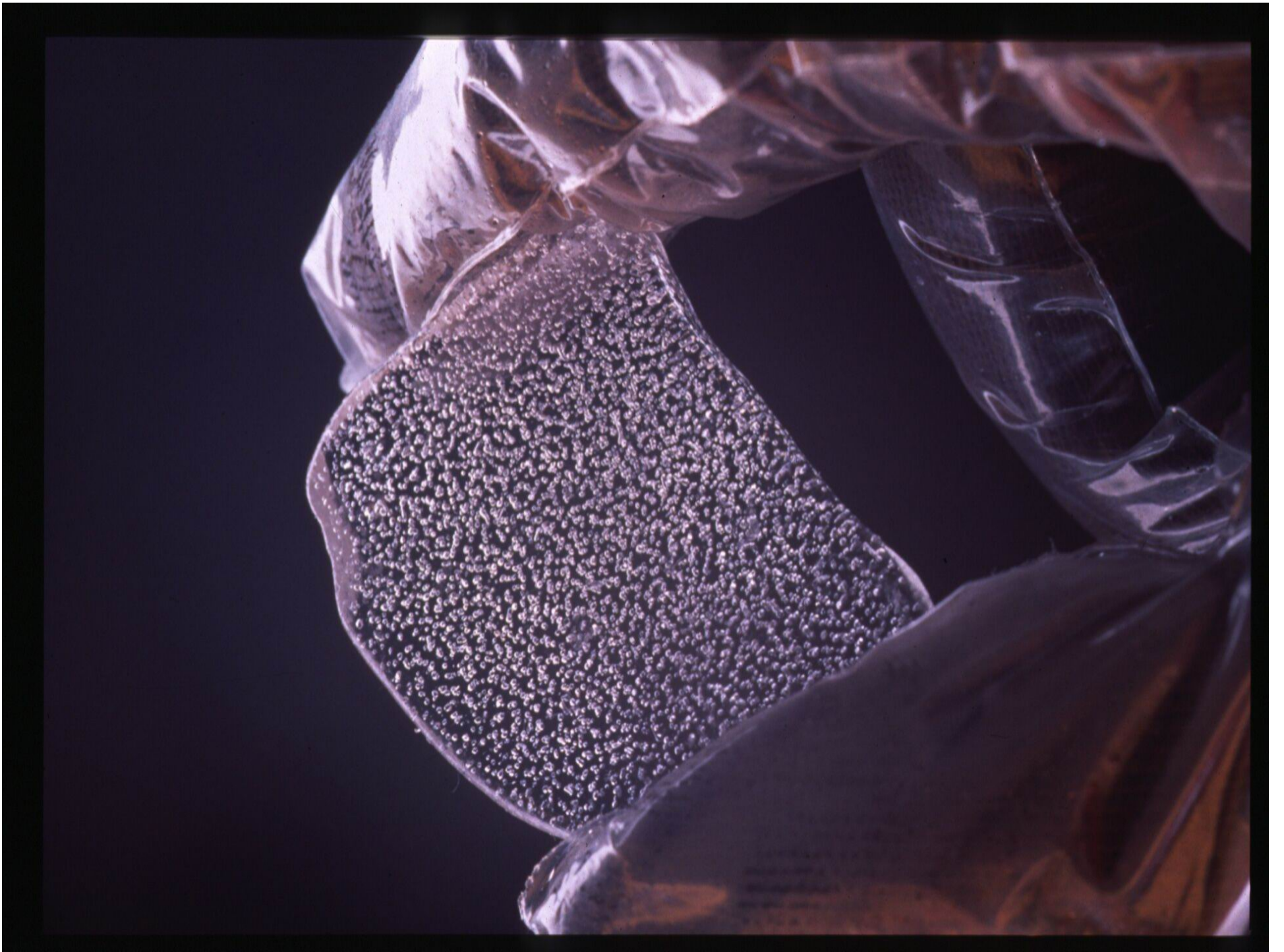
N₂O



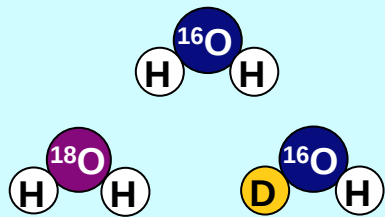
Änderung der Konzentration von CO₂, Methan und Lachgas und des Strahlungsantriebs für die letzten 10,000 Jahre bzw. vergrößert von 1750-2005

Die rasche Zunahme seit 1750 hat es vorher nicht gegeben.

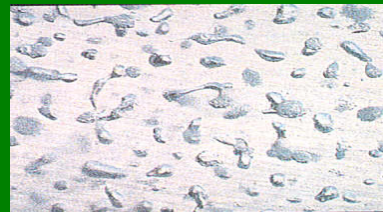
Woher wissen wir das?



Eiskerne liefern Information aus der Vergangenheit über:

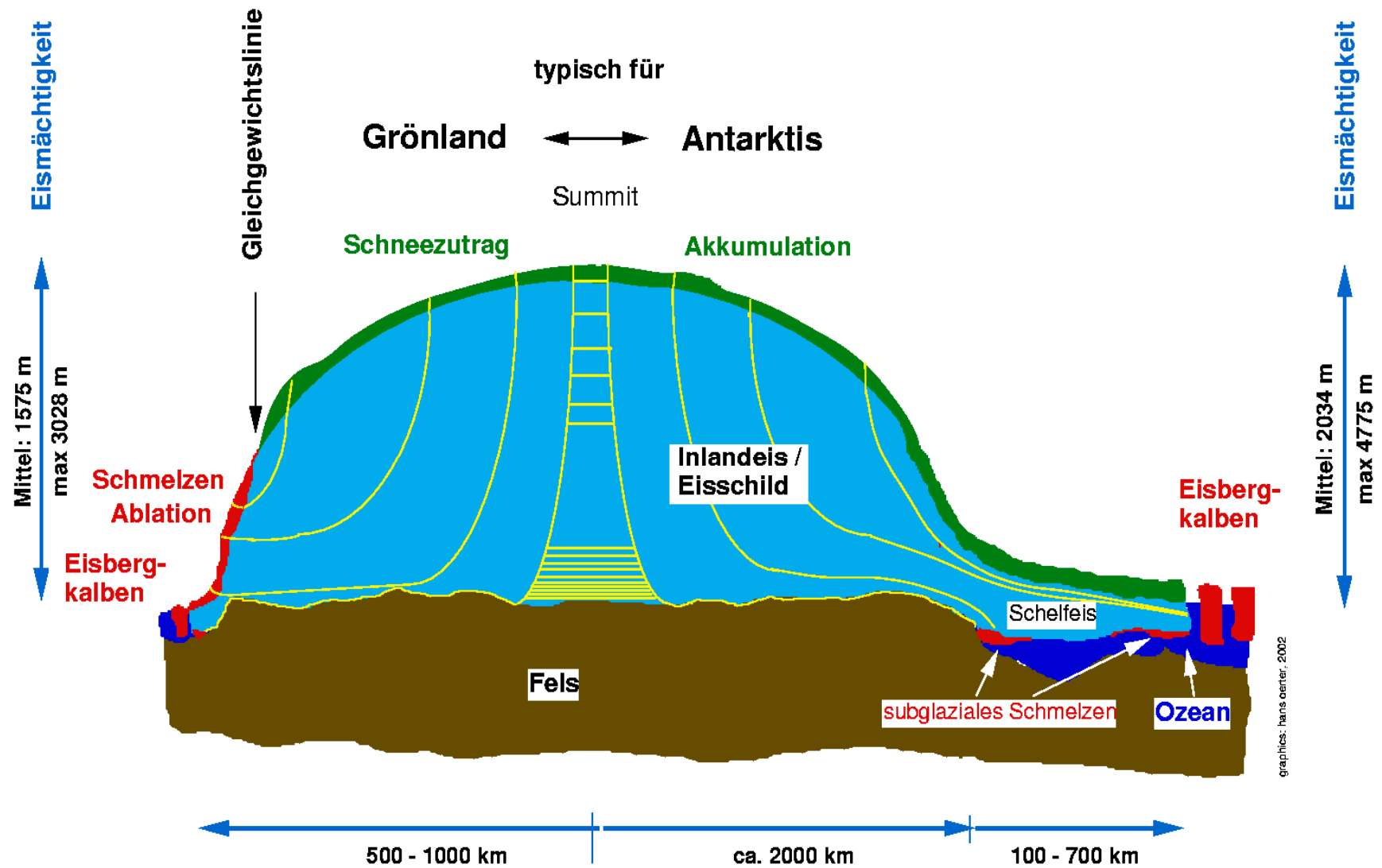


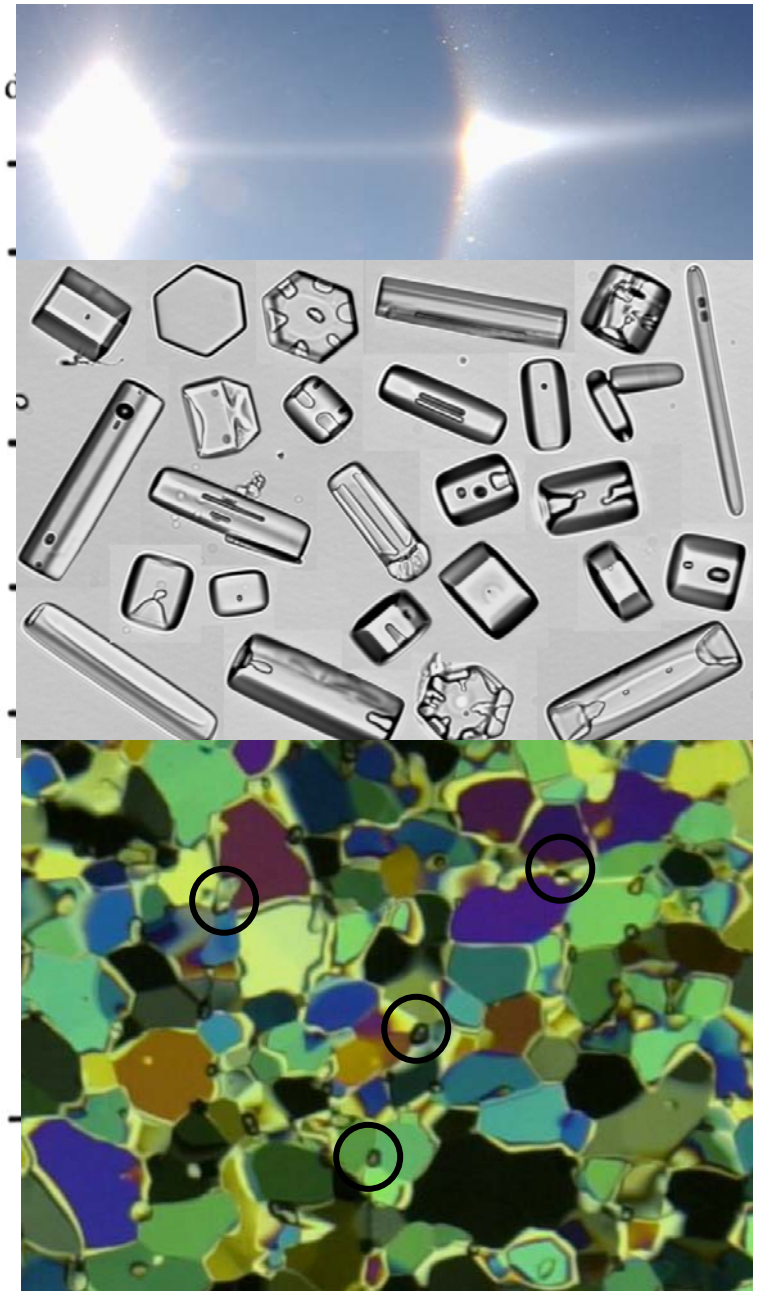
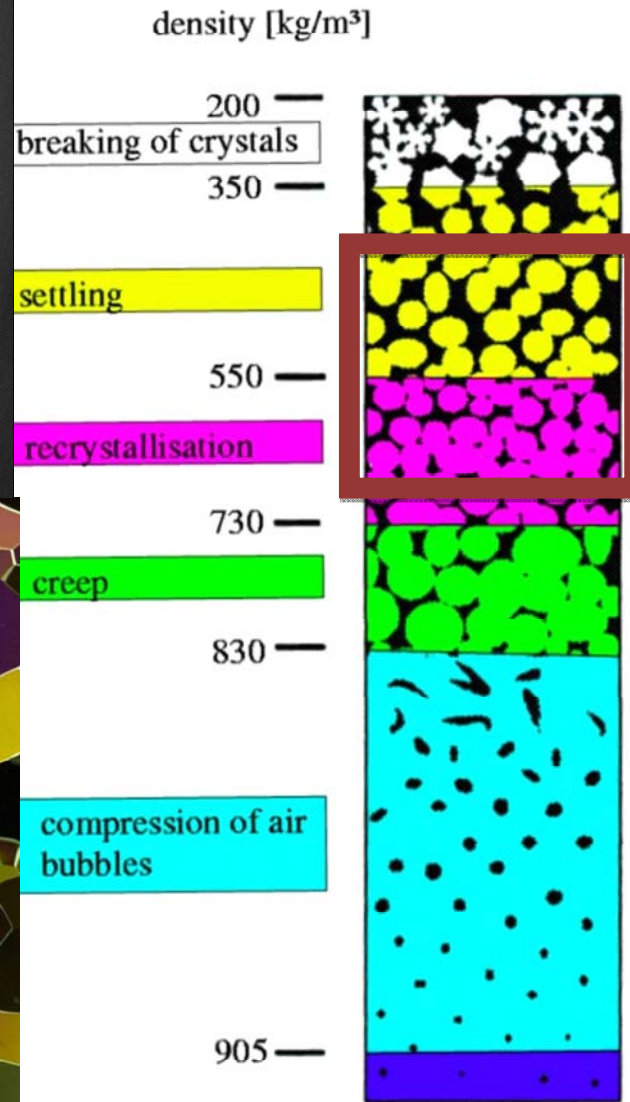
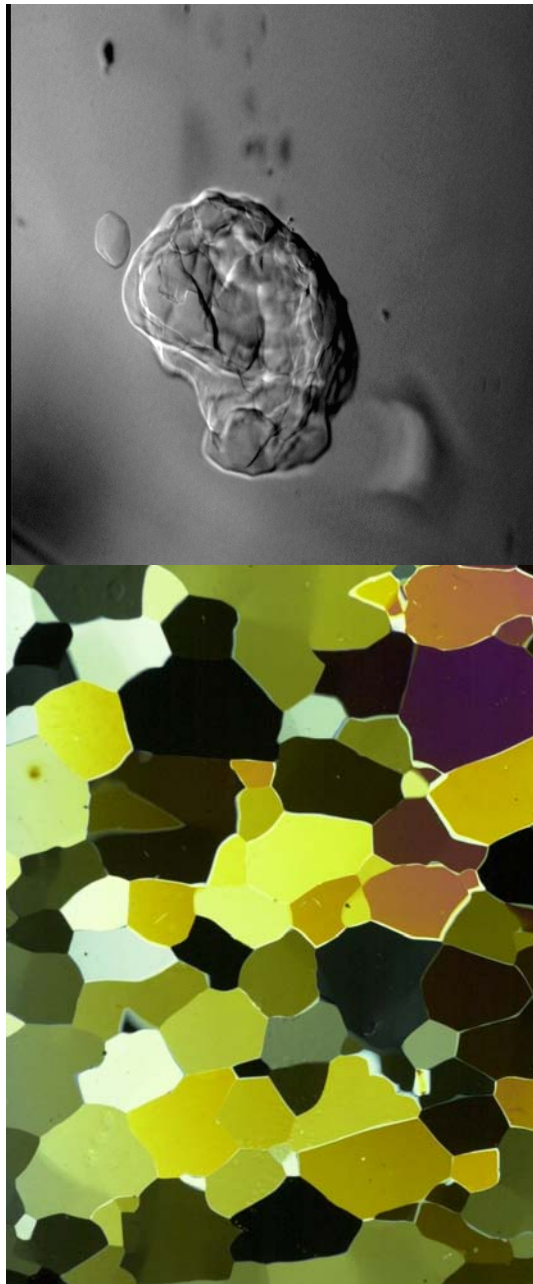
Stabile Isotope: proxy
für Temperatur
und Niederschlag



Luftbläschen:
Rekonstruktion
Paläoatmosphäre

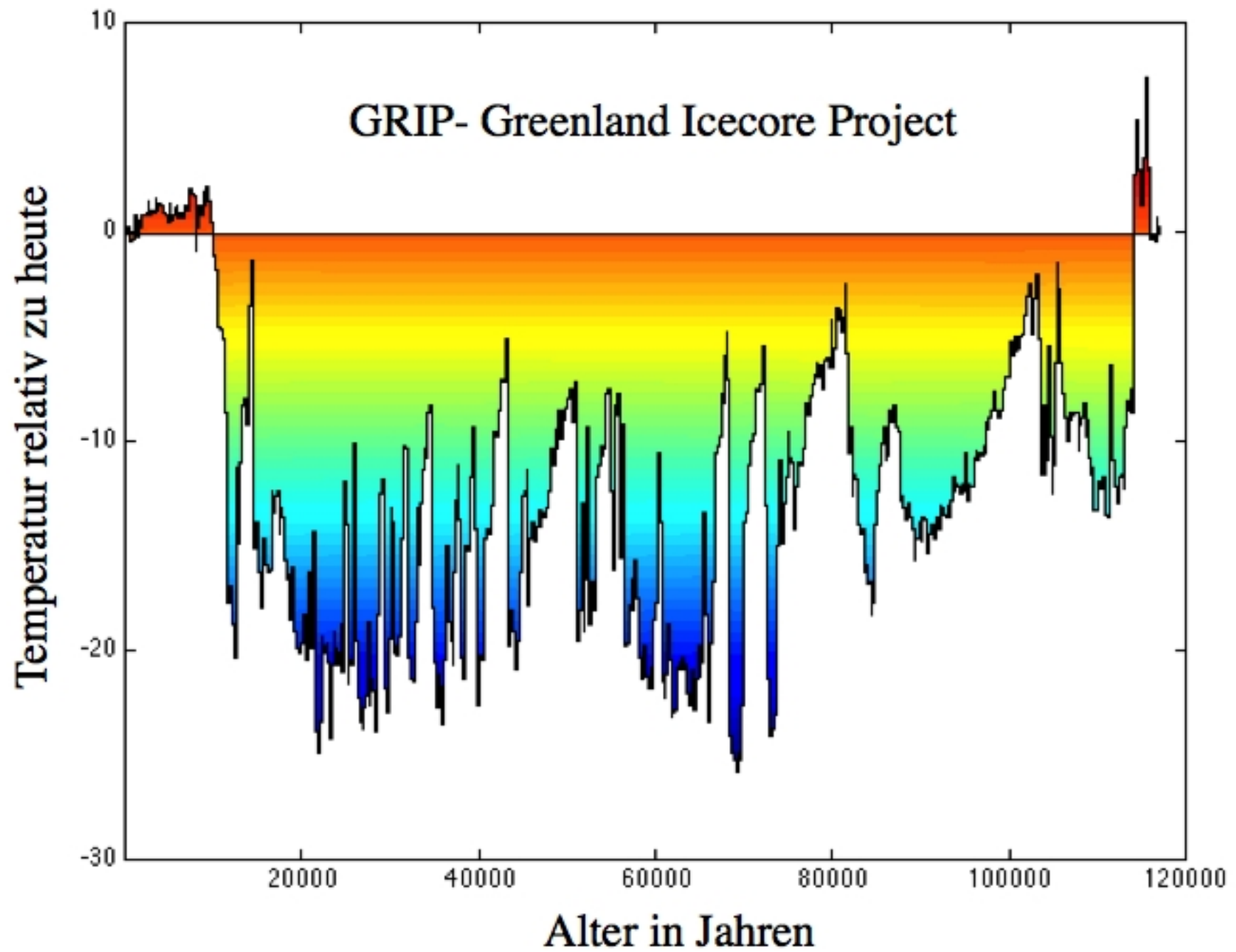
Ionengehalt:
Proxy für Aerosol-
zusammensetzung
der Atmosphäre





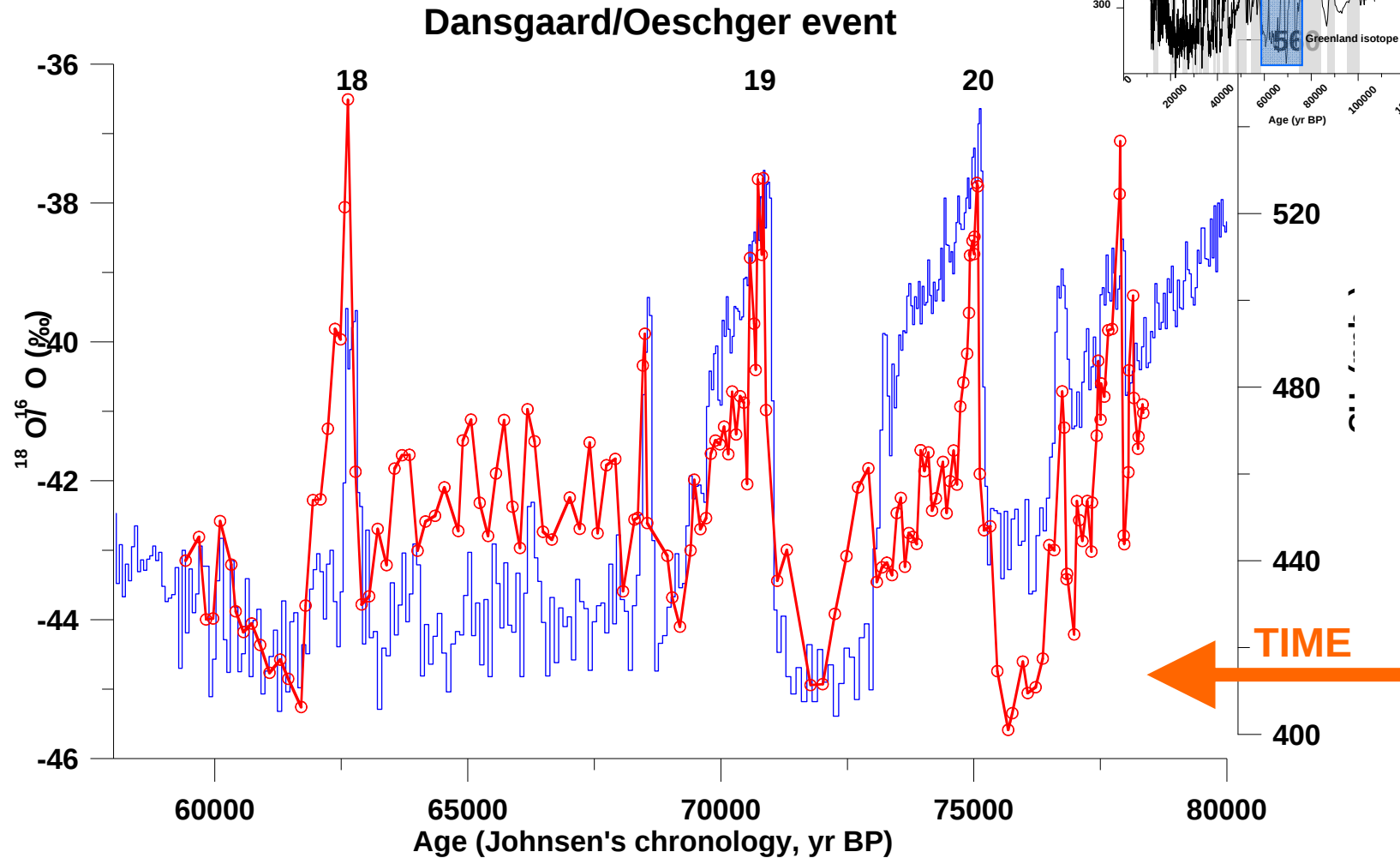
Alte Luft im Eis ??





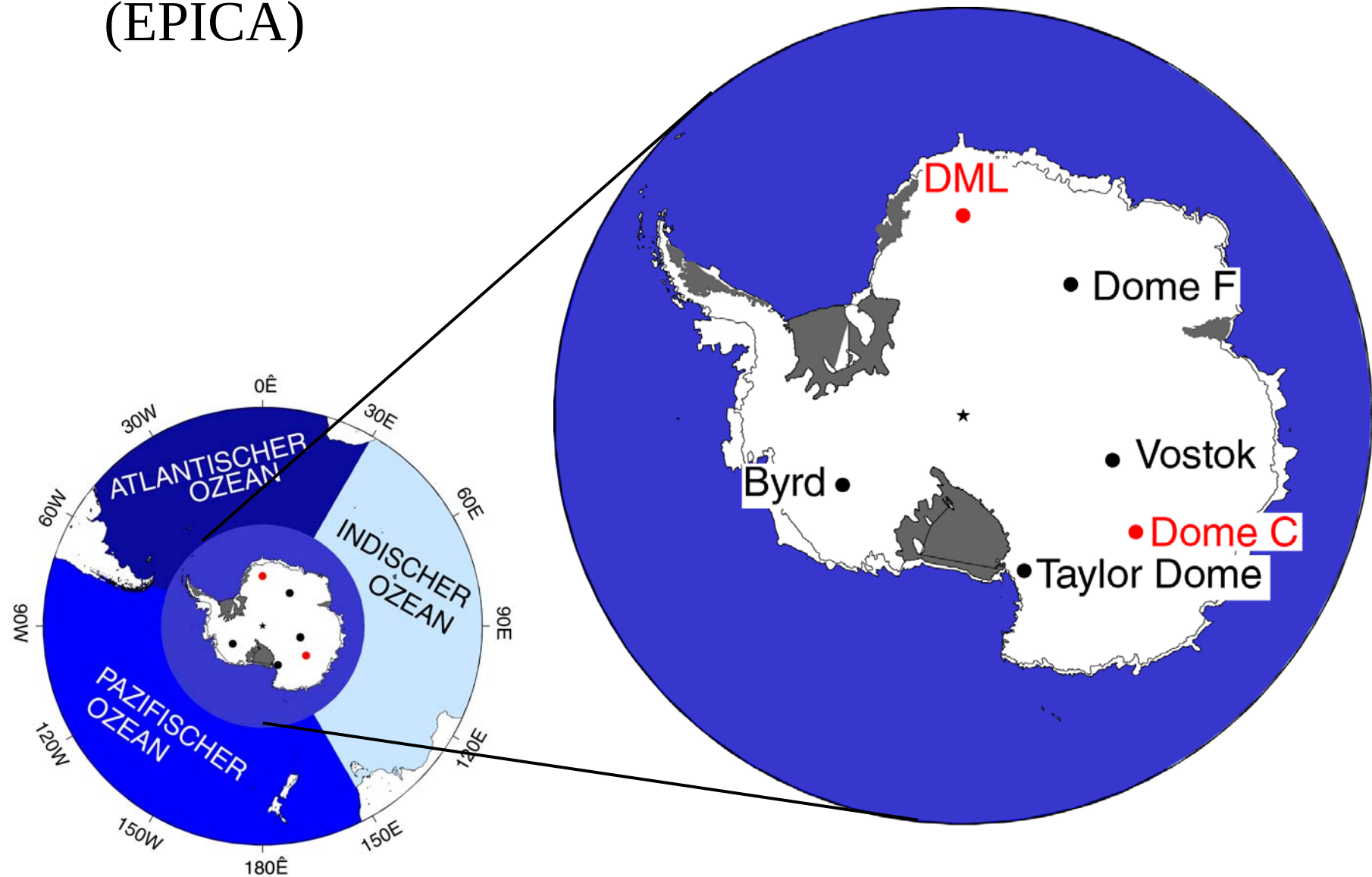
The North GRIP record over MIS 4

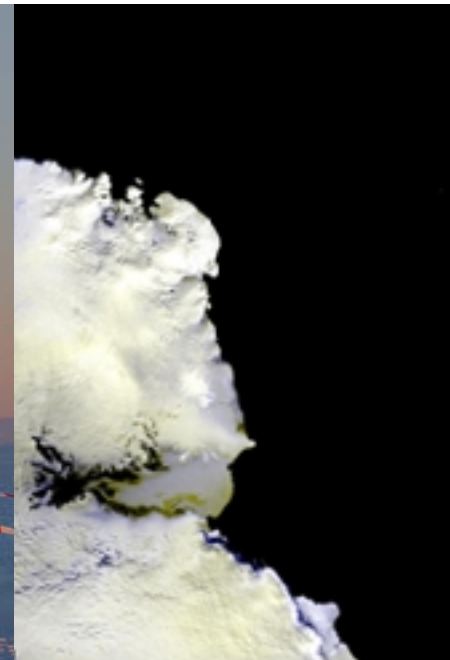
Chappellaz et al., in prep.



Methan korreliert erstaunlich gut mit der Temperatur in Grönland !

➤ European Project for Ice Coring in Antarctica
(EPICA)

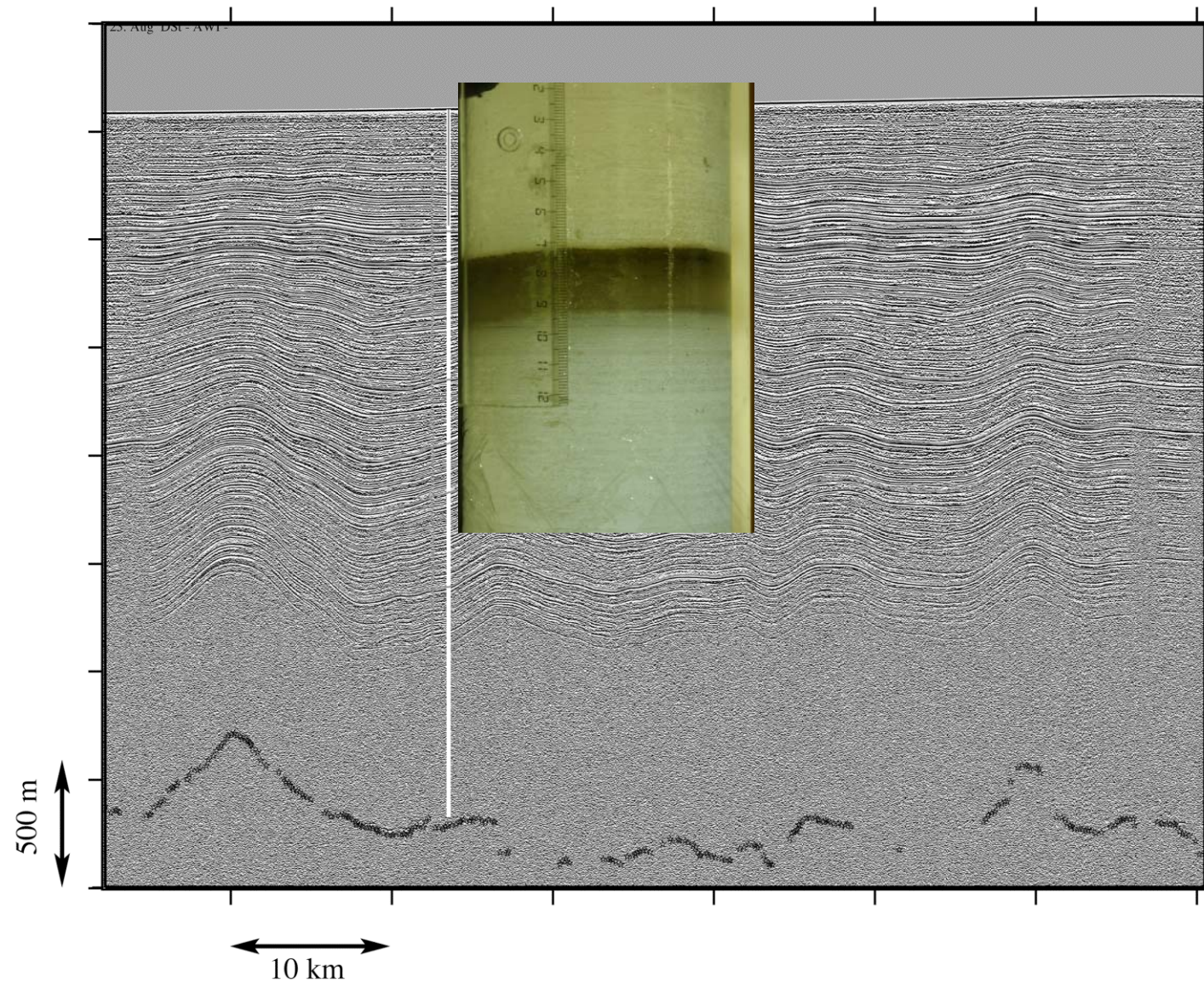




DML
Radar-Sektion

0.6°W/74.9°S

1.6°E/75.2°S



- **DML: 75°00'S 0°07'E; 2890m asl; T -47°C**

- **1996 - 2000: Vorerkundung**

- **2000 - 2001: Bau der Kohnen-Station**

Vorbohrung bis 114 m, Verrohrung

- **2001 - 2002: Einrichtung Tiefbohrsystem**

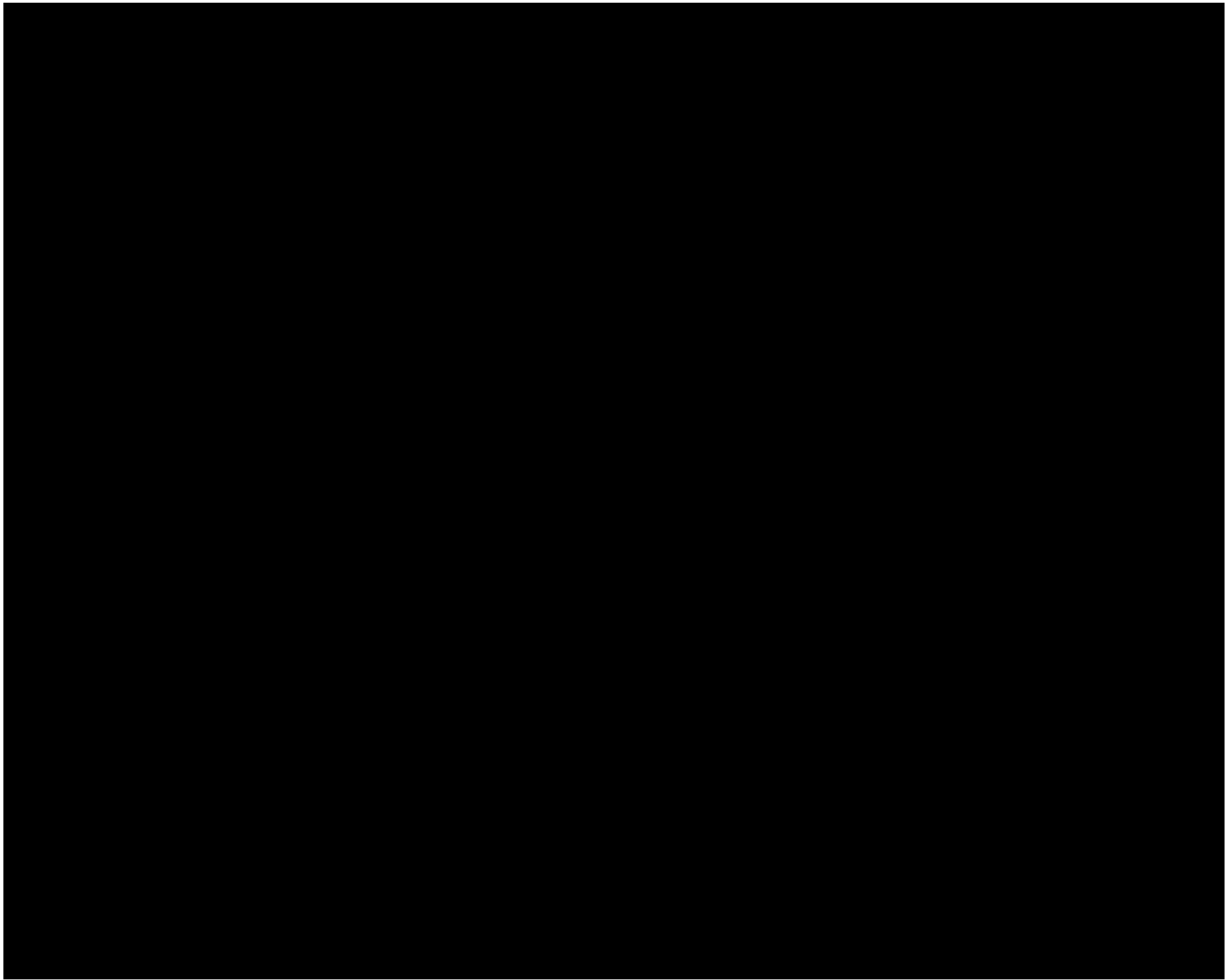
- **Feb. 2002: Tiefe: 450 m; Alter: > 6000 Jahre**

- **Feb. 2003: Tiefe: 1551 m; Alter: > 50000 Jahre**

- **Feb. 2004: Tiefe: 2565 m; Alter: ~ 190 000 Jahre**

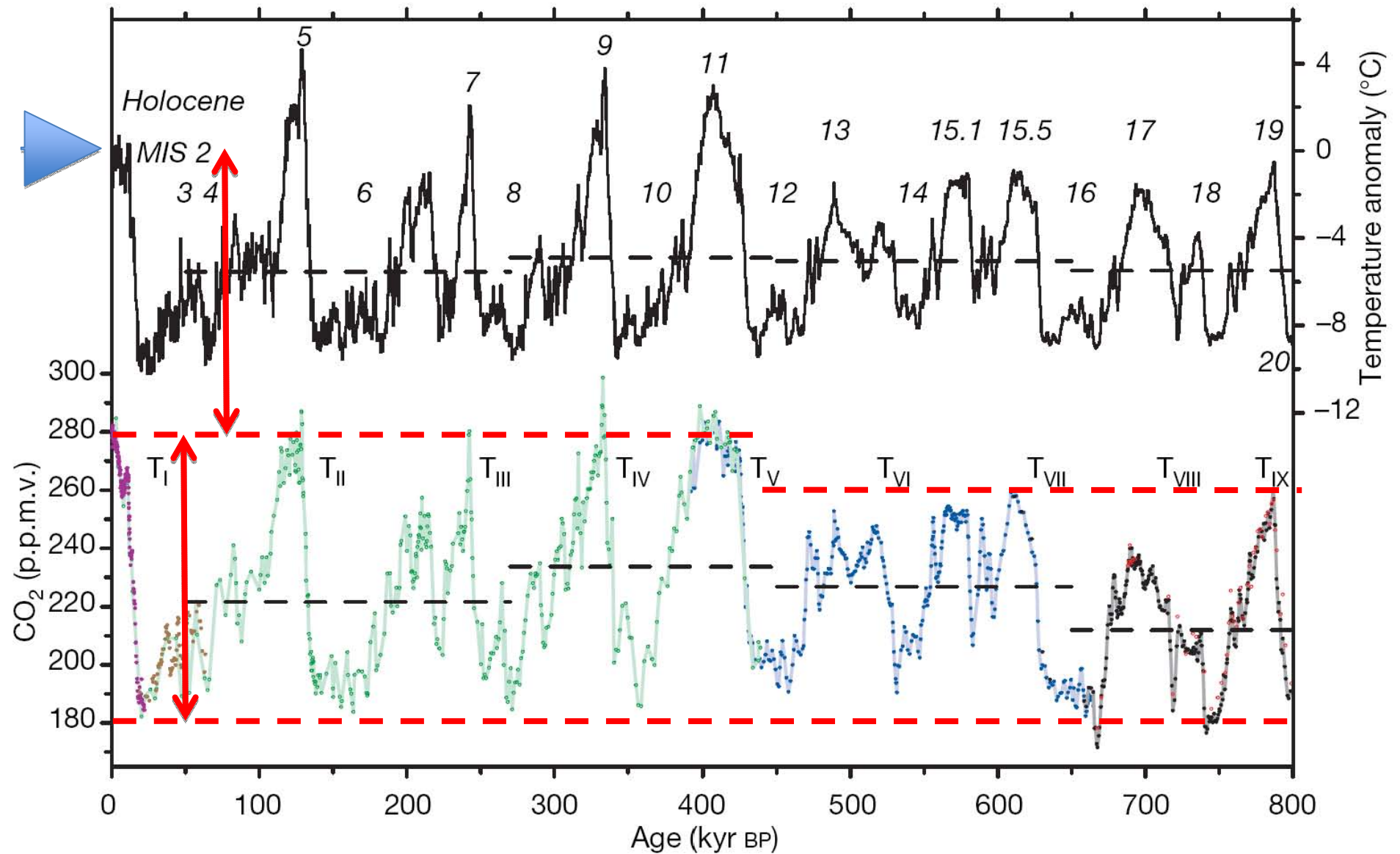
- **17.1. 2006: Eisbasis: 2782m; Alter: ? Jahre**







Atmosphärischer CO₂-Gehalt: EPICA Eiskern Dome C



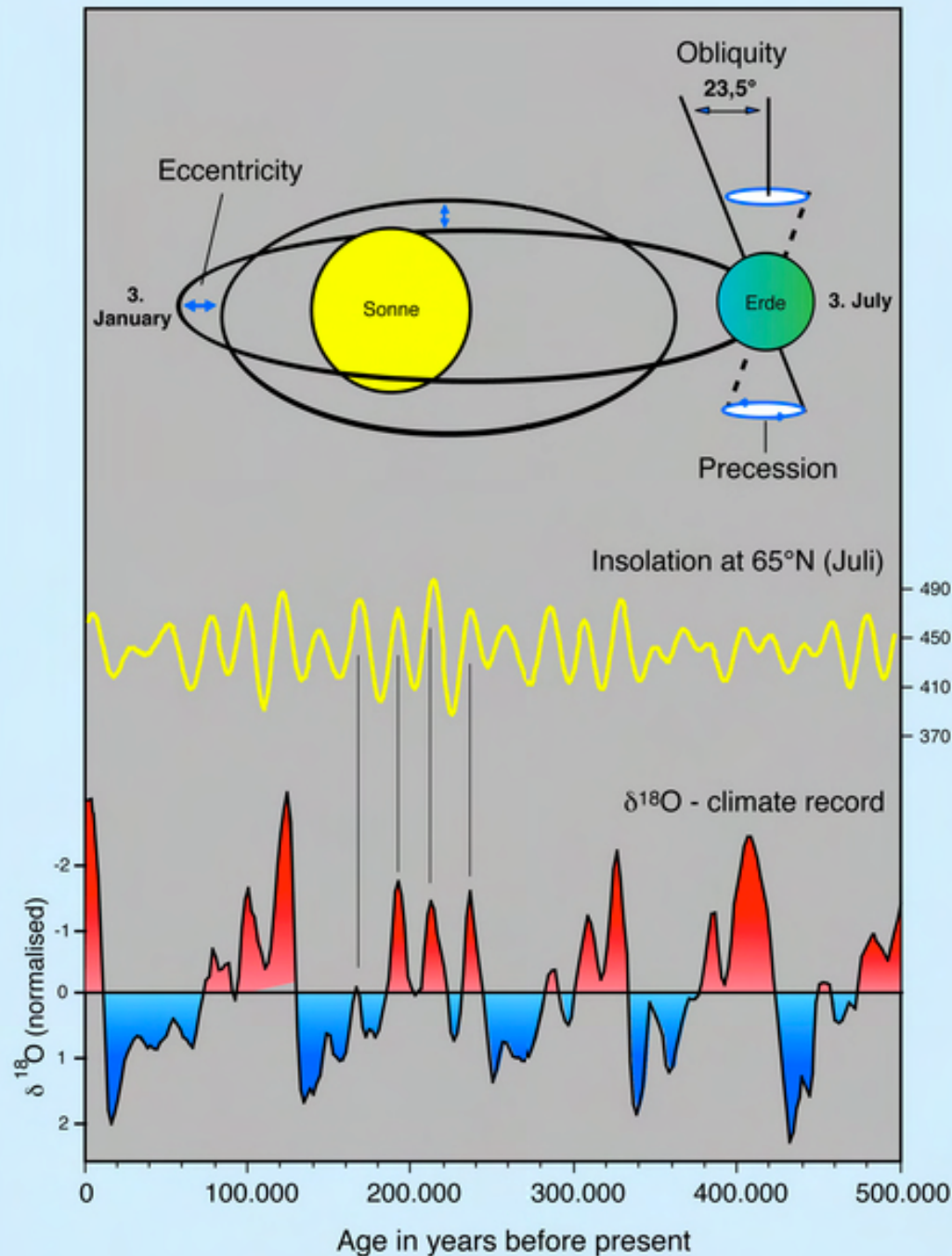
Luethi et al., Uni Bern, Nature (May 2008)

Änderung der Insolation

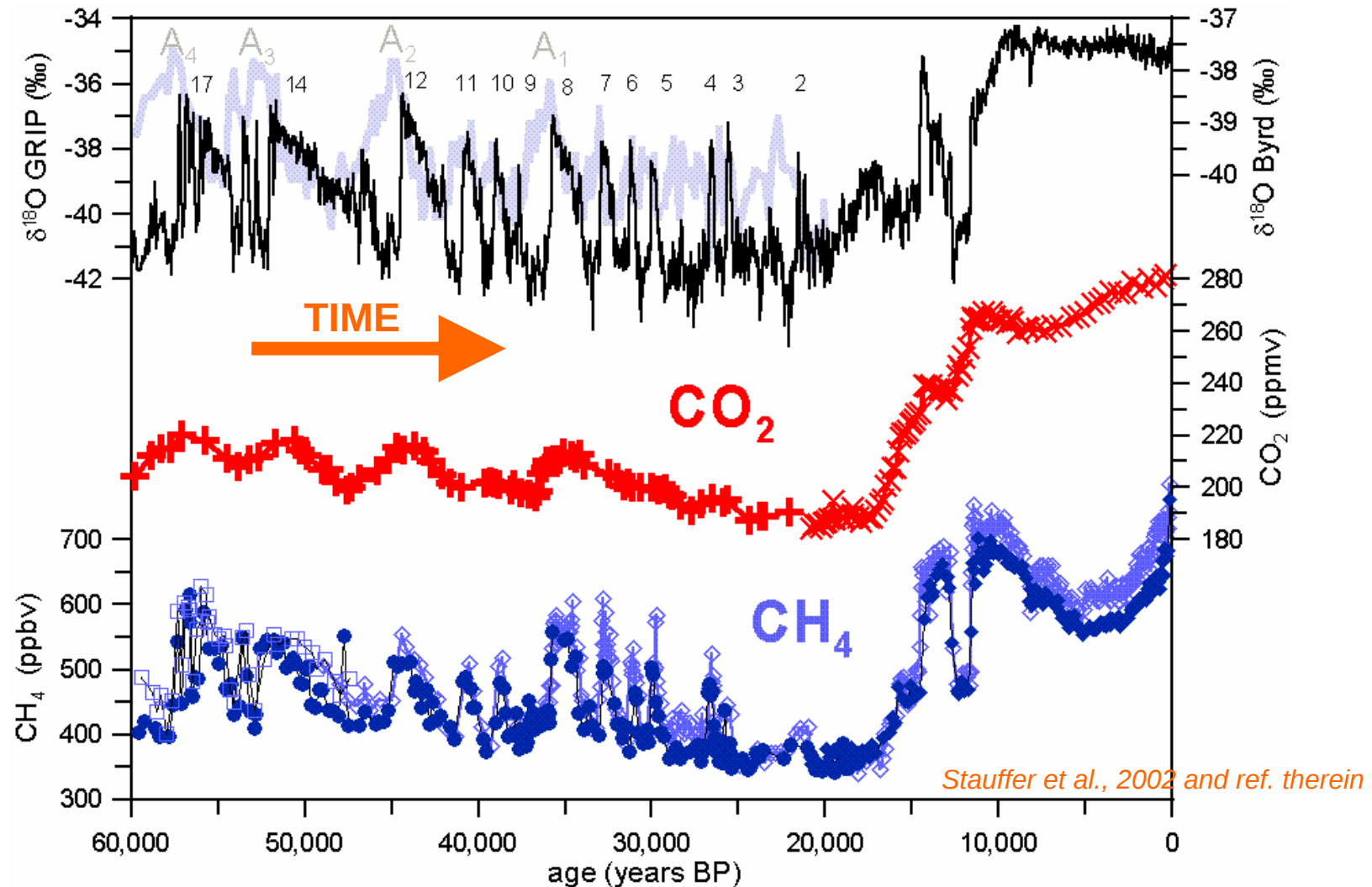
Exzentrizität: Die anderen Planeten verändern die Achsenverhältnisse mit Perioden von 100 000 und 413 000 Jahren

Schiefe der Erdachse: verändert sich zwischen 22.2° und 24.5° mit einer Periode von 41 000 Jahren

Präzession: der Einfluß des Mondes bewirkt eine Kreiselpräzession mit einer Periode von 21 000 Jahren



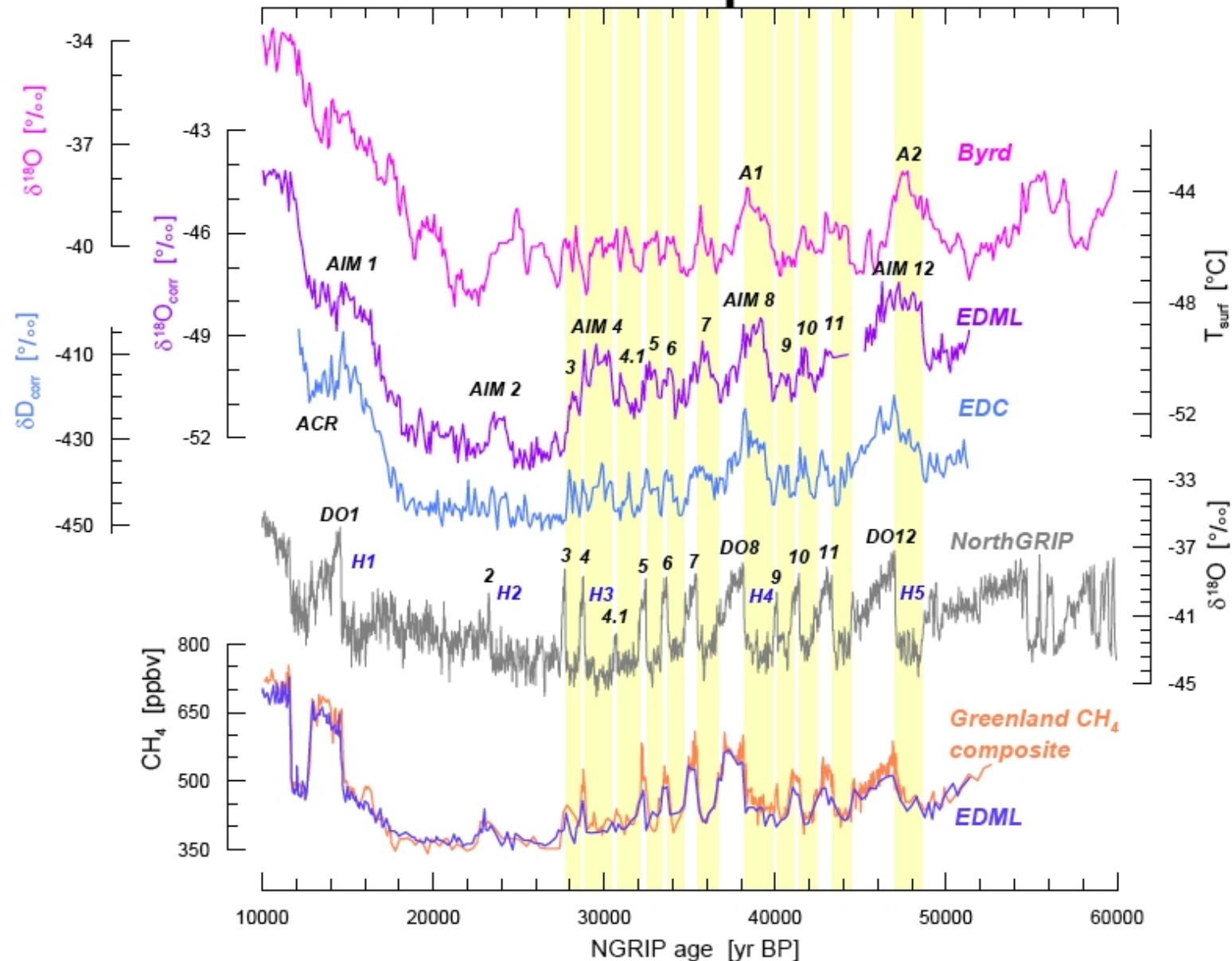
CO₂ and CH₄ während Stadialen und Interstadialen



CO₂ : 20 ppmv Variabilität korreliert mit antarktischer Temperatur

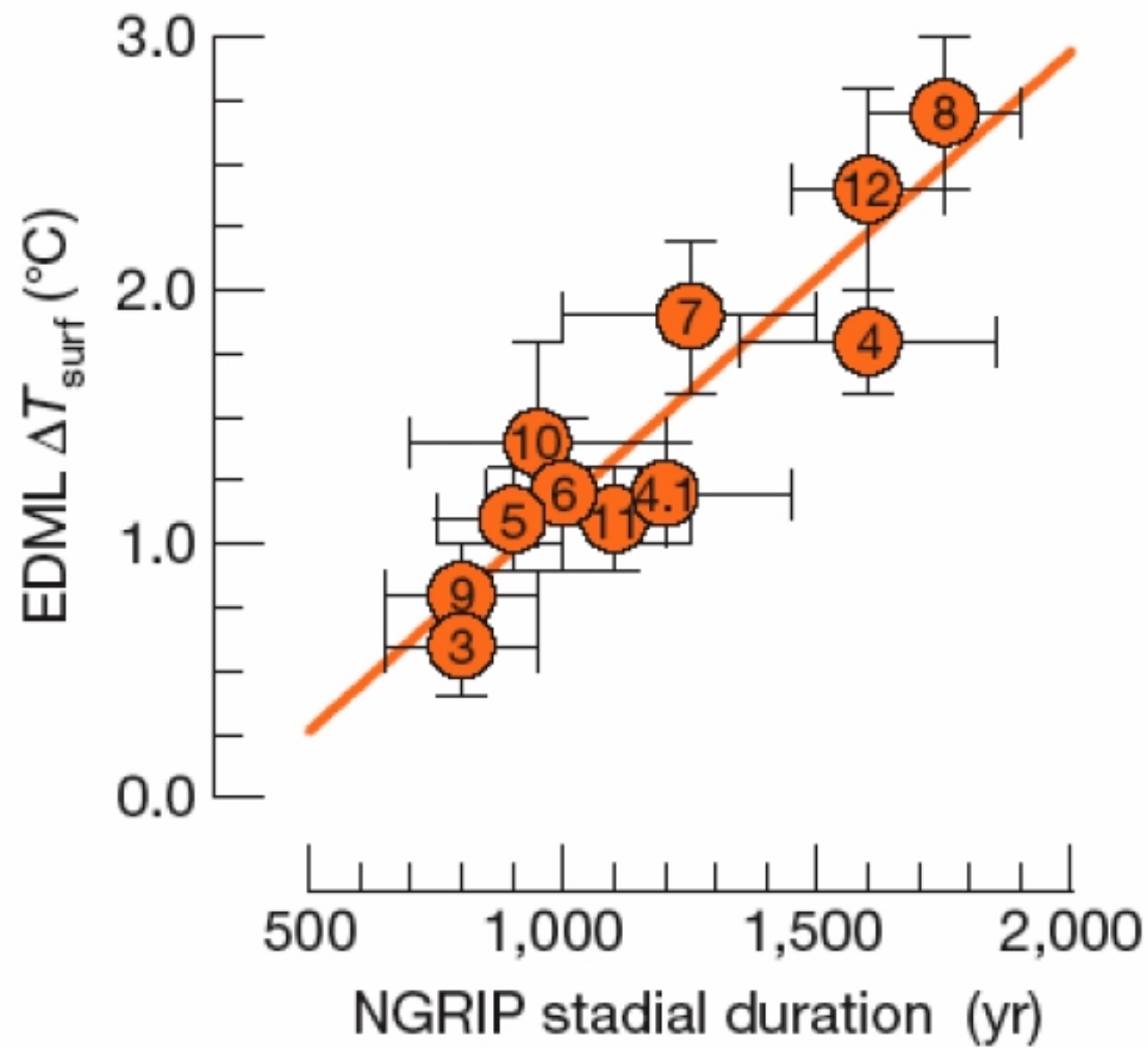
CH₄ : 100-200 ppbv Variabilität assoziiert mit Nordatlantischen Änderungen
 - rasche Zunahme (50 bis 150 Jahre)

Link Hemispheres

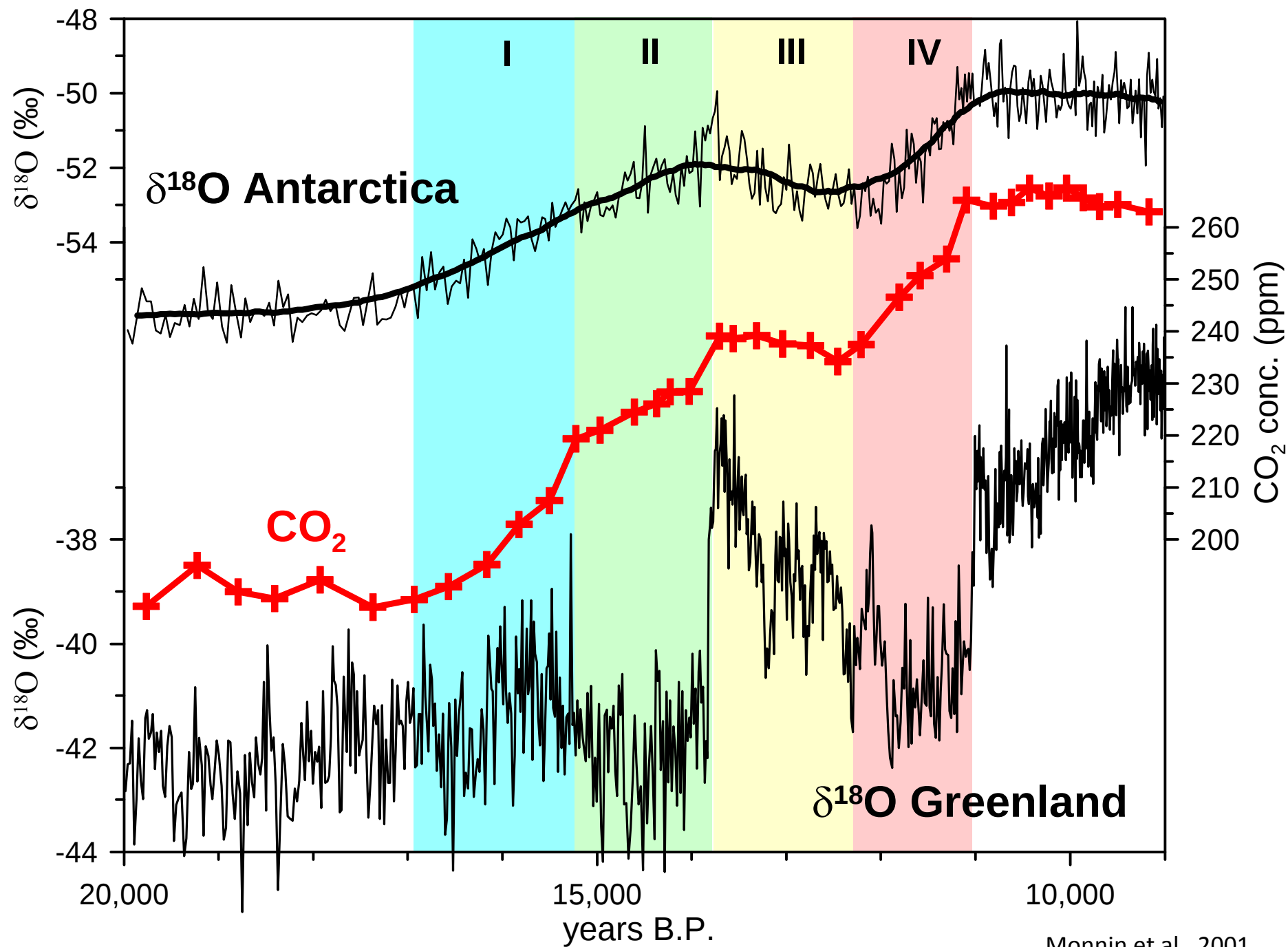


EPICA DML, NGRIP

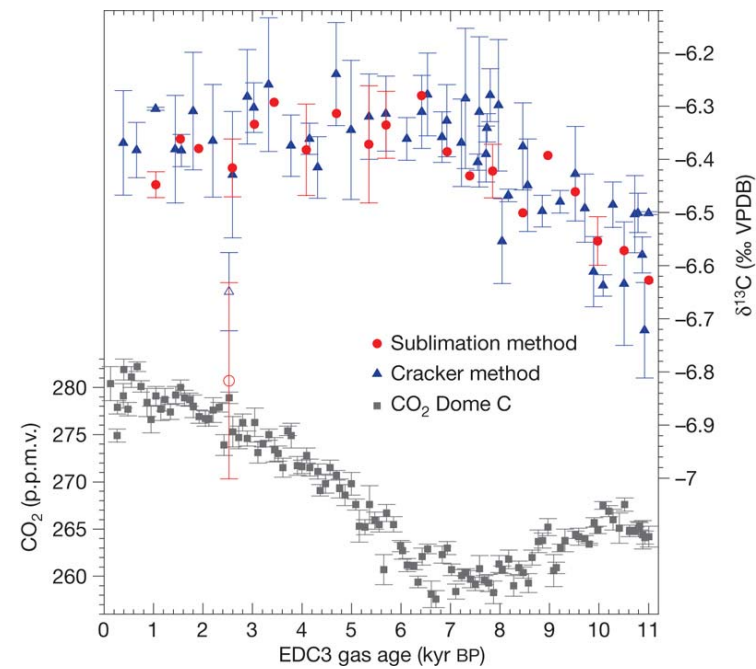
EPICA community members, Nature 2006



EPICA community members, Nature, 2006



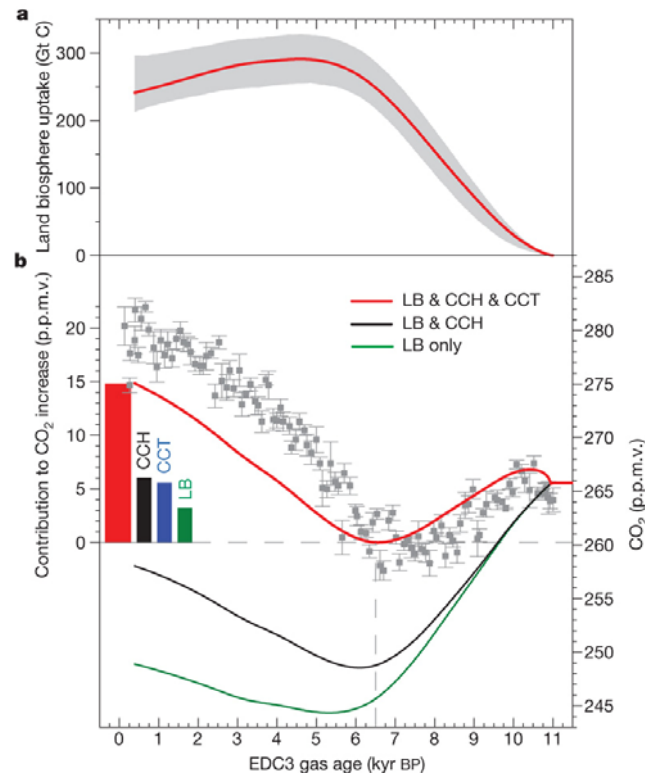
$\delta^{13}\text{C}$ and $\text{CO}_2^{1,2}$ measured in air trapped in ice from Dome C, Antarctica.



J Elsig *et al. Nature* **461**, 507-510 (2009) doi:10.1038/nature08393

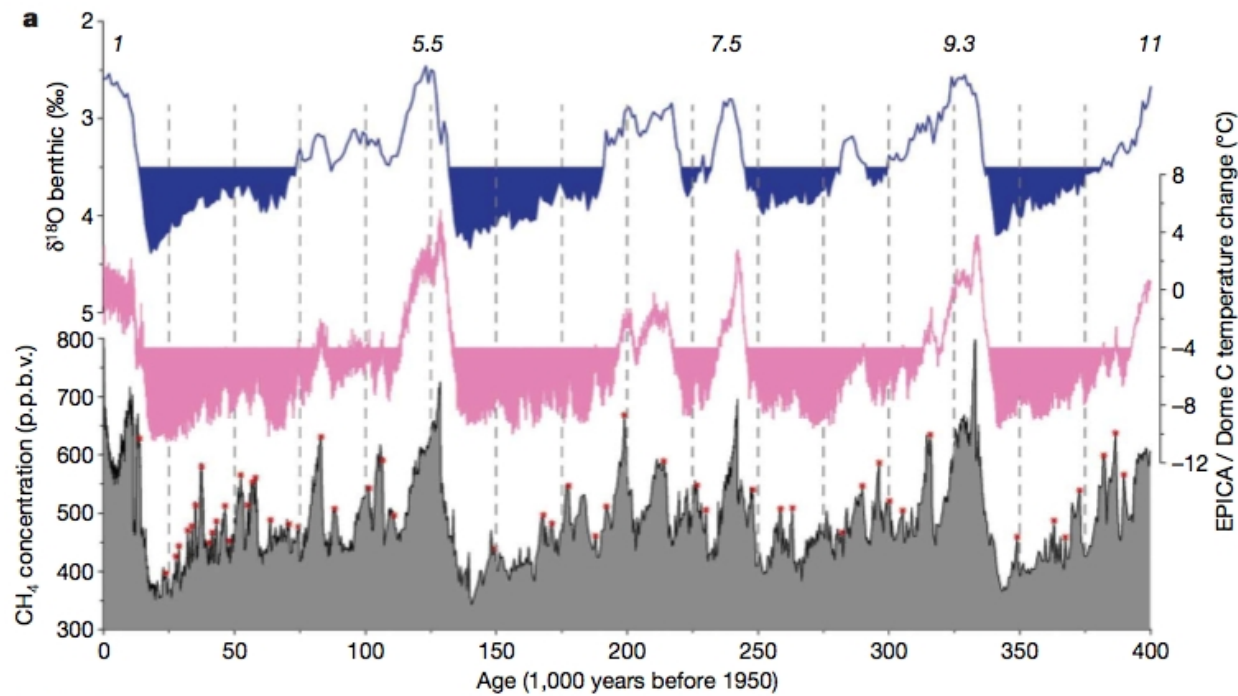
nature

Attribution of simulated CO₂ to different processes.



J Elsig *et al. Nature* **461**, 507-510 (2009) doi:10.1038/nature08393

nature



Tiefer Ozean-globales Eisvolumen

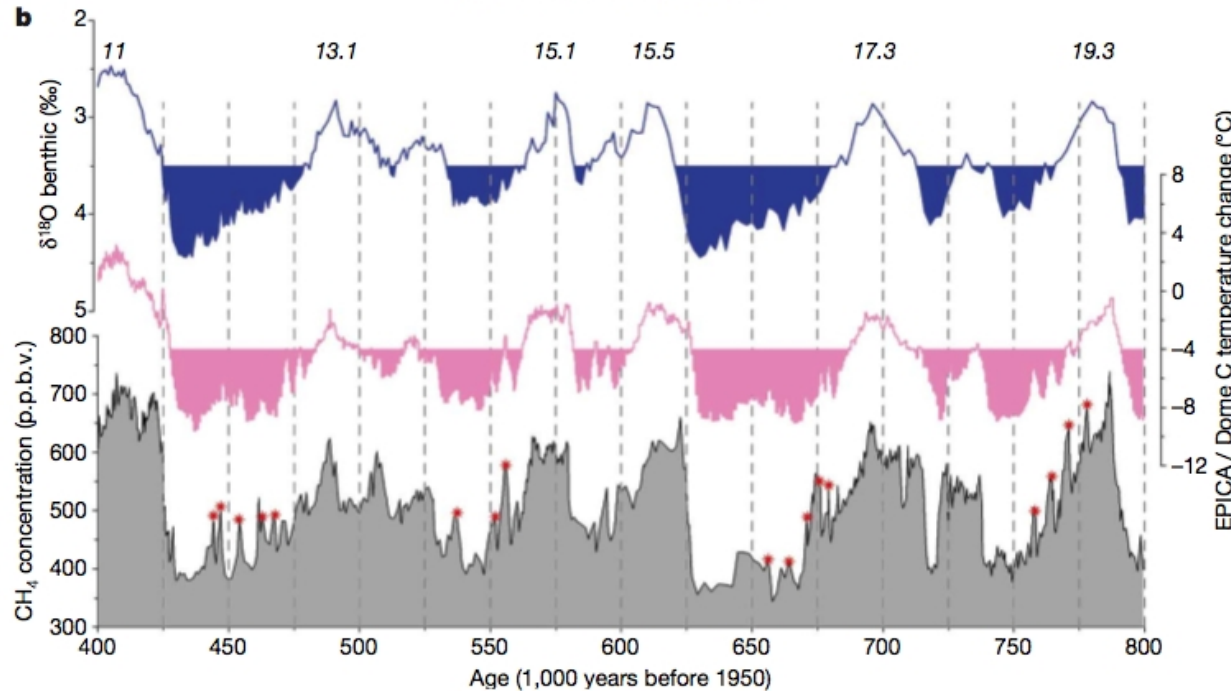
Temperatur relativ zu heute

Methankonzentration

800.000 Jahre Methan

Nicht nur die letzte Kaltphase zeigt schnelle Veränderungen

Das natürliche Klimasystem des Quartärs ist komplex



Loulergue et. al, Nature 2008