

# Rekonstruktion paläoklimatischer Veränderungen des globalen Kohlenstoffkreislaufs — RESPIC

P. Köhler, J. Schmitt, F. Fundel, B. Twarloh & H. Fischer

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft  
Postfach 12 01 61, 27515 Bremerhaven, email: pkoehler@awi-bremerhaven.de, hufischer@awi-bremerhaven.de



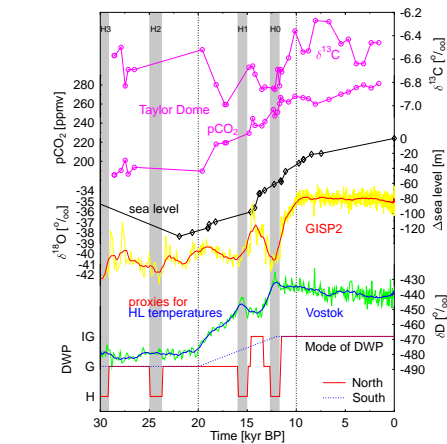
## Zusammenfassung

Eiskerne stellen ein einzigartiges Archiv der Paläoatmosphäre dar. Schwerpunkt von RESPIC ist die Untersuchung der Wechselwirkung von Klima und Kohlenstoffkreislauf im Verlauf des letzten glazialen Zyklus. Dazu werden Untersuchungen der CO<sub>2</sub>-Isotopie in Luft einschließen an dem neuen EPICA Eiskern in Dronning Maud Land (DML), Antarktis, durchgeführt. Eiskern-Zeitreihen zu Änderungen des globalen Kohlenstoffkreislaufs werden mit dem neuentwickelten Modell BICYCLE interpretiert. Erste Untersuchungen unterstützen einen massgeblichen Einfluss nordhemisphärischer Temperaturänderungen auf das terrestrische Kohlenstoffreservoir und damit auf δ<sup>13</sup>C in der Atmosphäre. Im Gegensatz zu Zeitscheibenexperimenten wird die notwendige CO<sub>2</sub>-Emission aus dem Ozean in transienten, gekoppelten Läufen der Deglaziation durch bisher diskutierte Prozesse noch nicht quantitativ erklärt.

## Kohlenstoffarchive in Eisbohrkernen

CO<sub>2</sub> und δ<sup>13</sup>C-Zeitreihen antarktischer Eisbohrkerne zeigen signifikante Änderungen im Verlauf der letzten Jahrtausende. Ein einfacher Bilanzansatz zeigt, dass Variationen von bis zu 20 ppmv in CO<sub>2</sub> und 0.2 ‰ in δ<sup>13</sup>C im Holozän und LGM quantitativ durch Anwachsen/Schwinden des terrestrischen Kohlenstoffreservoirs erklärt werden können (Indermühle et al. 1999, Fischer et al. 2003). Nur mit Hilfe eines transienten Modellansatzes und besserer δ<sup>13</sup>C-Datensätze kann die Kopplung von Kohlenstoffkreislauf und Klimaänderungen im Verlauf der letzten Deglaziation erklärt werden.

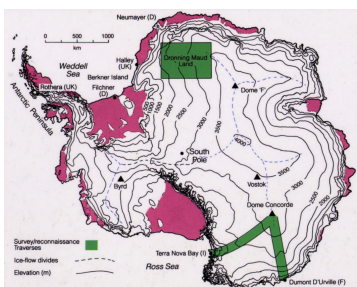
Paläodatenarchive aus Eiskernen (Grootes & Stuiver 1997, Petit et al. 1999, Smith et al. 1999, Fischer et al. 2003), Korallenriffen (Fairbanks 1990) und Moden der Tiefenwasserbildung (DWP) in transienten Modellläufen (Rahmstorf 2002).



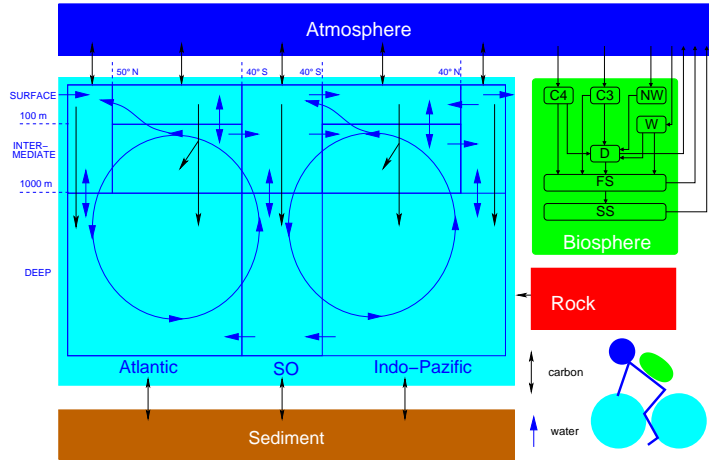
## Neue Eiskernarchive

Bisherige δ<sup>13</sup>C-Archive beschränken sich auf Messungen am Taylor Dome Eiskern. An tieferen Eiskernen, in denen Gas in Klathraten archiviert ist, war bisher keine fraktionierungsfreie Messung möglich. Durch den Aufbau einer neuen Messmethode sollen solche hochpräzisen Messungen von δ<sup>13</sup>C an dem neuen EPICA-DML Eiskern erstmals ermöglicht werden.

Lokationen des Europäischen Eiskernbohrprojektes EPICA.



Aufbau des Modells BICYCLE bestehend aus Ozean, Biosphäre und Atmosphäre. Im Ozean finden Sedimentationsprozesse statt. Die terrestrische Biosphäre besteht aus global gemittelten Kompartimenten, in denen sowohl C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> Photosynthese als auch Lebensdauerdifferenzen im Boden gebundenen Kohlenstoffes aufgelöst werden.

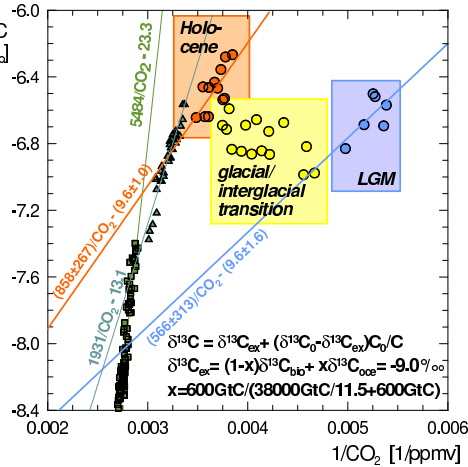


Box model of the Isotopic Carbon cycle

## Neuer Modellansatz

Das zur Dateninterpretation neuentwickelte Boxmodell des globalen Kohlenstoffkreislaufes BICYCLE koppelt ein Ozean/Atmosphärenmodell (Munhoven 1997) an eine terrestrische Biosphäre (Emanuel et al. 1984, Kheshti & Jain 2003). Für eine transiente Simulation wird das Modell mit Paläoarchiven angetrieben.

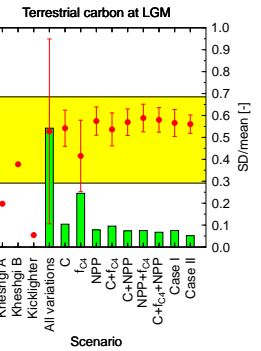
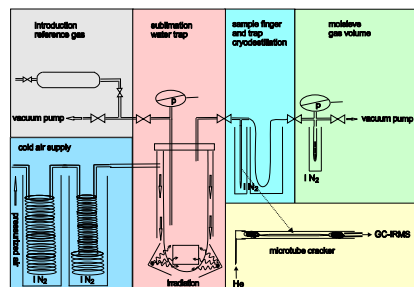
Interpretation der Kohlenstoffarchive mithilfe eines Isotopenmischungsdiagramms.



## Simulationsergebnisse

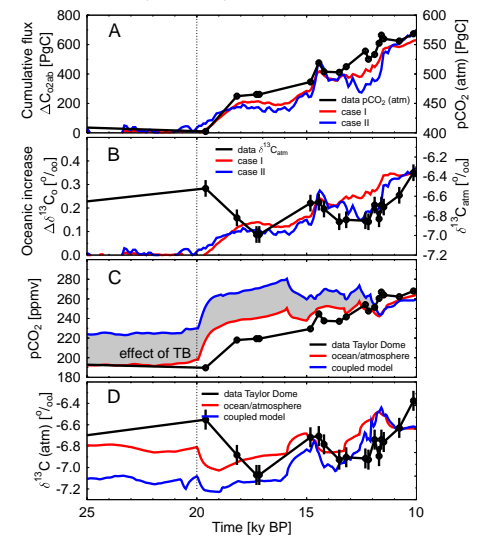
Die steilen Gradienten in den Kohlenstoffflüssen aus dem Ozean in das Atmosphären/Biosphären-Subsystem während des Glazial/Interglazial-Überganges zeigen, dass nur mit einer transienten Untersuchung, die alle relevanten Teile des Kohlenstoffkreislaufes berücksichtigt, die entscheidenden Prozesse für die zugrundeliegenden Veränderungen identifiziert werden können.

Schema der Extraktionsanlage für δ<sup>13</sup>C-Messungen an Klathraten.



Simulationsergebnisse des Biosphären-Subsystem. Kohlenstoffgehalt der terrestrischen Biosphäre im LGM (Köhler & Fischer 2003).

Ergebnisse: Berechnete Flüsse (A: Kohlenstoff; B: δ<sup>13</sup>C) aus dem Ozean in das Atmosphären/Biosphären Subsystem für Simulationen der terrestrischen Biosphäre. Atmosphärische Kohlenstoffpools (C: pCO<sub>2</sub>; D: δ<sup>13</sup>C) für Ozean/Atmosphäre und gekoppelte Ozean/Atmosphäre/Biosphäre-Simulationen.



## Referenzen

Emanuel, W. R. et al., 1984. Ecology 65:970–983.  
Fairbanks, R. G. 1990. Paleoceanography 5:937–948.  
Fischer, H. et al. 2003. Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spc. Issue 57: 121–138.  
Grootes, P. M. & Stuiver, M. 1997. JGR, 102:26455–26470.  
Indermühle, A. et al. 1999. Nature 398:121–126.  
Kheshti, H. S., A. K. Jain, 2003. GBC 17, 1047, doi: 10.1029/2001GB001842.  
Köhler, P. & Fischer, H. 2003. Global & Planetary Change, submitted.  
Munhoven, G. 1997. PhD thesis, Université de Liège, Belgium.  
Petit, J. R. et al. 1999. Nature, 399:429–436.  
Rahmstorf, R. 2002. Nature, 419:207–214.  
Smith, H. J. et al. 1999. Nature 400:248–250.

