

01 LD 0007

01.7.2001 - 30.6.2006

**RESPIC (NACHWUCHSFORSCHERGRUPPE) –
PALÄOKLIMATISCHE VERÄNDERUNGEN DES KOHLENSTOFFKREISLAUFS****H. Fischer und P. Köhler***Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Columbusstr., 27568 Bremerhaven*
hufischer@awi-bremerhaven.de**Key words:** Treibhauseffekt, Kohlendioxid, Aerosol, Isotope, Eiskern**Zusammenfassung**

Eiskerne stellen ein einzigartiges Archiv zur Rekonstruktion vergangener Klima- und Atmosphärenzustände und deren Wechselbeziehungen dar. Schwerpunkt von RESPIC ist die Untersuchung der Kopplung zwischen Klima und Atmosphäre und hier insbesondere der Rolle des Kohlenstoffkreislaufs. Dazu sollen an einem neuen Eiskern aus dem atlantischen Sektor der Antarktis mit Hilfe einer neuen Gaschromatographie Massenspektrometer (GCMS) Methode isotopische Untersuchungen an CO₂ in Luftblasen im Eis durchgeführt werden. Zusätzlich können durch Rekonstruktion kontinuierlicher Eiskernzeitreihen der Konzentration marin biogenen Schwefelaerosols Änderungen der biologischen Produktivität des Ozeans und damit der Kohlenstoff-Fixierung dokumentiert werden. Mit Hilfe dieser Messungen und der parallelen Entwicklung eines Modells des globalen Kohlenstoffkreislaufs sollen Änderungen im Austausch der Kohlenstoffreservoirs transient quantifiziert werden. Die quantitative Interpretation der Daten bezieht dabei auch Informationen aus unterschiedlichen anderen Klimaarchive mit ein.

Hintergrund

Um eine globale anthropogene Erwärmung sowie deren zukünftige Entwicklung mit Hilfe geeigneter Modelle prognostizieren zu können, ist ein detailliertes Verständnis des Erdklimasystems in der Vergangenheit notwendig. Eiskerne stellen das wichtigste Archiv paläoatmosphärischer Veränderungen dar, das die Rekonstruktion hochaufgelöster Zeitreihen über mehrere glaziale Zyklen gestattet. Der Wechsel von Warm- und Kaltzeiten war in den vergangenen 400.000 Jahren von signifikanten Änderungen der atmosphärischen CO₂ Konzentration begleitet, die phasenverschoben zu den Temperaturänderungen in der Südhemisphäre ablaufen (Fischer et al., 1999, Indermühle et al., 2000, Petit et al., 1999). Erste Messungen der isotopischen Signatur von CO₂ und Modellstudien zeigen, daß CO₂ Konzentrationsänderungen im Verlauf des Holozäns sowie des letzten glazialen Maximums durch Änderung der terrestrischen Gesamtbioasse verursacht werden (Indermühle et al., 1999, Smith et al., 1999). Diese grob aufgelösten Messungen überdecken aber bisher nur den Zeitraum der letzten 30.000 Jahre und gestatten bisher keine Aussage über die Rolle schneller Klimaschwankungen wie z.B. der Dansgaard-Oeschger Ereignisse (Johnsen et al., 1992) auf die Kohlenstoffisotopie und sind nicht ausreichend für die transiente Modellierung des Kohlenstoffkreislaufs im Verlauf der Glaziation bzw. Deglaziation. Weiterhin offen ist die Frage der Klimakopplung der Nord- und Südhemisphäre insbesondere im Verlauf schneller Klimaschwankungen und der Rolle der Treibhausgase in diesem Zusammenhang.

Aufgaben und Ziele von RESPIC

Die Ursachen schneller Klimaschwankungen und die Kopplung von Klimaänderungen zwischen Nord- und Südhemisphäre sind immer noch nicht hinreichend verstanden. Ein im Rahmen des European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA) seit Beginn dieses Jahres gebohrter Eiskern im atlantischen Sektor der Antarktis (Dronning Maud Land) stellt ein direktes Gegenstück zu den grönländischen Eiskernen dar und soll zur Beantwortung dieser Fragen entscheidend beitragen. Die Untersuchung des Kohlenstoffkreislaufs bietet in diesem Zusammenhang in zweifacher Hinsicht ein diagnostisches Werkzeug, um Einblick in das Erdklimasystem zu erhalten. Zum einen wird der Kohlenstoffkreislauf passiv durch Klimaänderungen beeinflusst, zum anderen nehmen CO_2 und in geringerem Maße auch biogene Aerosole aktiv Einfluß auf die Strahlungsbilanz der Erde. Eiskerne können zur Rekonstruktion von Veränderungen des Kohlenstoffkreislaufs auf verschiedene Weise beitragen. Luftblasen im Eis stellen das einzige Archiv der Paläoatmosphäre dar, das u.a. die Messung der CO_2 Konzentration und dessen Isotopie und damit dessen Quellzuordnung gestattet (siehe Abb. 2). Darüberhinaus werden marin biogene Schwefelaerosolspezies im Eis deponiert und können Aufschluß über die biologische Produktivität des Ozeans und damit der Kohlenstofffixierung geben (Abb. 1).

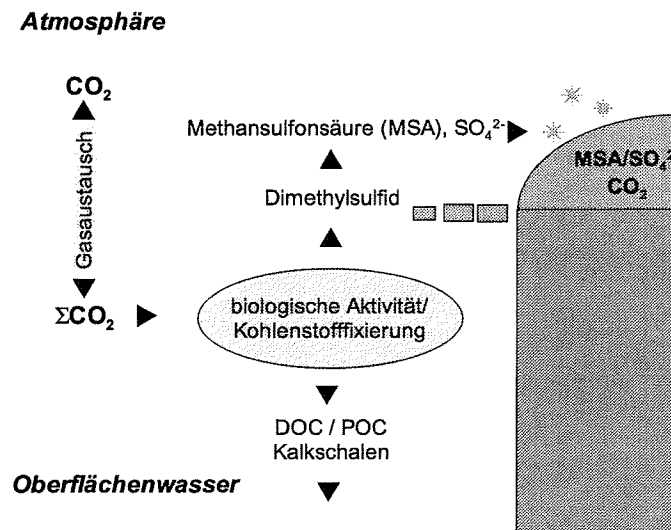


Abb. 1: Kopplung von CO_2 in Ozean und Atmosphäre: Gasaustausch und Karbonatgleichgewicht im Oberflächenwasser koppeln CO_2 Konzentrationen im Ozean und der Atmosphäre. Die biologische Aktivität beeinflussen den ΣCO_2 Gehalt an der Oberfläche sowie die Produktion von Dimethylsulfid und biogenen Schwefelaerosolen. Sowohl die atmosphärische Konzentration und Isotopie von CO_2 als auch der Aerosole wird im Eis archiviert.

Die Aufgabe von RESPIC ist es deshalb, sowohl $\delta^{13}\text{CO}_2$ records als auch kontinuierliche Zeitreihen zur Variation des marin biogenen Schwefelaerosols aus diesem neuen antarktischen Eiskern abzuleiten. Dazu muß ein neues online Massenspektrometrierverfahren entwickelt werden, daß die hochpräzise Messung von $\delta^{13}\text{C}$ in kleinsten Eiskernluftproben gestattet. Der mit isotopischen Änderungen verknüpfte Austausch zwischen Kohlenstoffreservoirs soll mit Hilfe eines neuen globalen Modells des Kohlenstoffkreislaufs erstmals auch im Verlauf der Klimaübergänge quantifiziert werden. Für die transiente Modellierung muß die Interpretation der Daten die Ergebnisse aus anderen Eiskernstudien (z.B. GRIP/GISP2, Vostok/Dome C), aus Meeressedimenten und aus terrestrischen Klimaarchiven einbeziehen, um zeitliche Änderungen der verschiedenen Komponenten des Klimasystems und des

Kohlenstoffkreislaufs zu erfassen. Im Zuge dieser Datenassimilation sowie für die Beurteilung der Rückkopplung zwischen Klima, Treibhausgasen und Aerosolen arbeitet RESPIC eng mit anderen Modell und Paläoarbeitsgruppen innerhalb und außerhalb von DEKLIM zusammen.

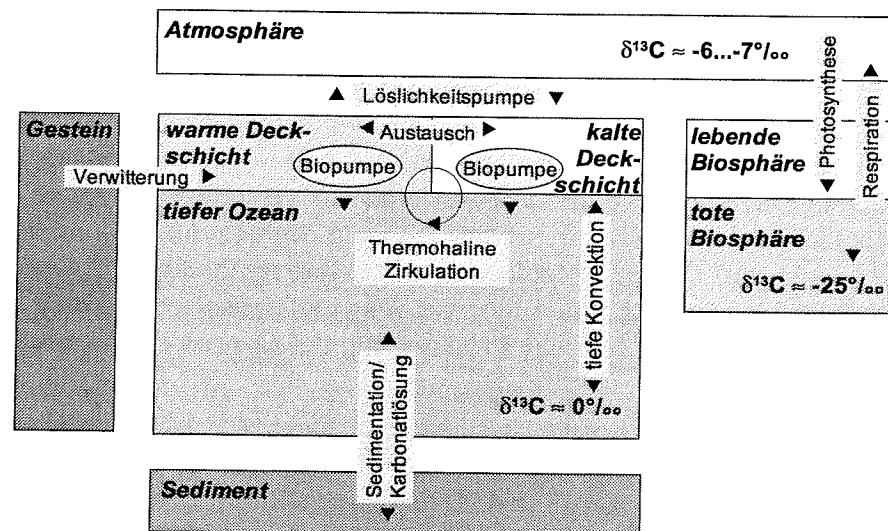


Abb. 2: Schematische Übersicht des globalen Kohlenstoffkreislaufs: Verschiedene physikalische und biologische Prozesse koppeln die Reservoirs. Änderungen des Kohlenstoffkreislaufs können durch Nettoänderungen der Reservoirgrößen bzw. durch klimatische Änderungen der Austauschprozesse bedingt sein. Die Messung der Kohlenstoffisotopie in der Atmosphäre gestattet, Kohlenstoffflüsse einzelnen Reservoirs zuzuordnen.

Referenzen

- Fischer, H., Wahlen, M., Smith, J., Mastroianni, D. und Deck, B., 1999, Ice core records of atmospheric CO_2 around the last three glacial terminations, *Science*, **283**, 1712-1714.
- Indermühle, A., Monnin, E., Stauffer, B., Stocker, T.F. und Wahlen, M., 2000, Atmospheric CO_2 concentration from 60 to 20 kyr BP from the Taylor Dome ice core, Antarctica, *Geophysical Research Letters*, **27**, 735-738.
- Indermühle, A., Stocker, T.F., Joos, F., Fischer, H., Smith, H.J., Wahlen, M., Deck, B., Mastroianni, D., Tschumi, J., Blunier, T., Meyer, R. und Stauffer, B., 1999, Holocene carbon-cycle dynamics based on CO_2 trapped in ice at Taylor Dome, Antarctica, *Nature*, **398**, 121-126.
- Johnsen, S.J., Clausen, H.B., Dansgaard, W., Fuhrer, K., Gundestrup, N., Hammer, C.U., Iversen, P., Jouzel, J., Stauffer, B. und Steffensen, J.P., 1992, Irregular glacial interstadials recorded in a new Greenland ice core, *Nature*, **359**, 311-313.
- Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N.I., Barnola, J.-M., Basile, I., Bender, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delaygue, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V.M., Legrand, M., Lipenkov, V.Y., Lorius, C., Pepin, L., Ritz, C., Saltzman, E. und Stievenard, M., 1999, Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica, *Nature*, **399**, 429-436.
- Smith, H.J., Fischer, H., Wahlen, M., Mastroianni, D. und Deck, B., 1999, Dual modes of the carbon cycle since the Last Glacial Maximum, *Nature*, **400**, 248-250.