

Diapyknisches Mischen und die
physikalische Kohlenstoffpumpe in einem
Boxmodell der “Meridional Overturning
Circulation”:

DIPLOMARBEIT

in Meteorologie

Eingereicht am
INSTITUT FÜR METEOROLOGIE UND GEOPHYSIK
an der
UNIVERSITÄT INNSBRUCK

zur Erlangung des Akademischen Grads
MAGISTER DER NATURWISSENSCHAFTEN

von
CHRISTIAN GROLL

Betreuer
Dr. Ben Marzeion

Innsbruck, März 2012

Abstract

The ocean is one of the most important reserves of carbon dioxide and stores almost a third the worlds carbon dioxide. The meridional overturning circulation (MOC) determines the timescale of uptake, by transporting CO_2 -enriched water from the surface layers down into the deep ocean. Using an idealized box model of the MOC (Johnson et al. 2007), we calculated CO_2 fluxes based on a relaxation of the surface water CO_2 concentration to the equilibrium concentration. We then tested the model for parameter sensitivity, and how modeled changes of the ocean circulation influence the air-sea carbon flux and the oceanic storage of carbon over centennial to millennial timescales. The tested parameters were κ the constant diapycnal mixing coefficient, τ the zonal wind stress, the eddy diffusion coefficient, E the salinity of the Ocean and r the wind driven lateral mixing. We concentrated the focus on the physical carbon pump and not on effects caused by biological activity. The Model showed no sensibility for r and E . κ and τ showed the potential to change the equilibrium state of the Model significantly. A_{GM} is able to change the Equilibrium state constantly but only in collapsed northern sinking.

The Salinity E had no significant effect on the equilibrium state of both the reservoir capacity and the CO_2 -fluxes between Ocean and Atmosphere. The wind driven lateral mixing of the north hemispheres, showed to influence the equilibrium predominantly in the collapsed northern sinking state. At high values of $r \approx 8 \cdot 10^6$ the atmosphere and the surface ocean boxes startet to take up CO_2 . This CO_2 mainly came from the deep ocean through the thermocline layer, without raising it's content of CO_2 . The change of the zonal wind stress on the southern hemisphere increases the content of CO_2 in the surface boxes of the Ocean. This avoided further uptake of CO_2 in the ocean. The constant diapycnal mixing coefficient dominates the fluxes between the ocean and atmosphere in the high latitudes of the south hemisphere without influence to CO_2 content of the atmosphere. We had some uncertainties about the Model. Some criteria might have been chosen differently or extended.

Kurzbeschreibung

Der Ozean gehört zu den größten Senken für CO_2 und speichert nahezu ein Drittel des anthropogenen CO_2 in der Atmosphäre. Die “Meridional Overturning Circulation” (MOC) bestimmt die Zeitskala für die Aufnahme des CO_2 durch den Transport von CO_2 angereichertem Wasser in tiefe Schichten. Mit Hilfe eines konzeptionellen Boxmodells (Johnson et al. 2007) wurden diese CO_2 - Flüsse berechnet. Dabei wurde davon ausgegangen, dass das Wasser an der Oberfläche mit der Atmosphäre in einem chemischen Gleichgewicht steht. Danach wurde das Modell auf seine Sensitivität bezüglich diverser Parameter getestet und darauf, wie Änderungen in der Zirkulation den Fluss zwischen dem Ozean und der Atmosphäre, sowie die Speicherkapazitäten beeinflussen. Die untersuchten Parameter waren die windinduzierte Schubspannung (τ) im Sdpolarmeer, der diapyknische Mischungskoeffizient (κ), die Salzgehalt (E), der Gent und Mc Williems Parameter (A_{GM}) und das laterale Mischen im Nordatlantik (r).

Der Salzgehalt hatte keine signifikanten Auswirkungen auf die Flüsse zwischen Ozean und Atmosphäre oder die Speicherkapazität der Boxen. In den Versuchen hat sich gezeigt, dass im “collapsed northern sinking” eine Sensibilität gegenüber r vorhanden ist. Dabei hat sich auch herausgestellt, dass bei hohen Werten von r der “tiefe Ozean” viel CO_2 abgibt und die oberflächennahen Ozeanschichten das CO_2 direkt an die Atmosphäre abgeben. Die Erhöhung der mechanischen Energie erzeugte eine höhere CO_2 -Konzentration in den Oberflächenboxen des Ozeans. Das diapyknische Mischen wirkte sich auf den Austausch des Ozeans mit der Atmosphäre aus, ohne die Konzentration signifikant zu erhöhen. Es stellten sich auch einige Unsicherheiten ein, bezüglich der Auswahl der Kriterien und der physikalisch richtigen Funktionsweise dieses Modells.