

## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart Zwischenbericht	
3a. Titel des Berichts Zwischenbericht zu CLIVAR marin- Teilprojekt: Integration und Interpretation des WOCE Freon Datensatzes des Nordatlantiks		
3b. Titel der Publikation		
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n))  Rhein, Monika	5. Abschlußdatum des Vorhabens	
	6. Veröffentlichungsdatum	
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n))	7. Form der Publikation	
	8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)  Institut für Umweltphysik Abteilung Ozeanographie Kufsteiner Straße, Geb. NW1 28359 Bremen  <a href="mailto:mrhein@physik.uni-bremen.de">mrhein@physik.uni-bremen.de</a> <a href="http://www.ocean.uni-bremen.de">www.ocean.uni-bremen.de</a>	
13. Fördernde Institution (Name, Adresse)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  53170 Bonn	9. Ber.Nr. Durchführende Institution	
	10. Förderkennzeichen *) 03F0246E	
	11a. Seitenzahl Bericht  6	
	11b. Seitenzahl Publikation	
	12. Literaturangaben	
	14. Tabellen	
	15. Abbildungen 5	
16. Zusätzliche Angaben		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)		
18. Kurzfassung  Vorhabenziele sind: a) Die Integration der WOCE Freon Daten des Nordatlantiks und Erstellung der Freonprodukte für den Atlantik - Atlas. Für die deutschen Freonaten des Nordatlantiks, des tropischen Atlantiks und des Indischen Ozeans sollen Datenreports erstellt werden. Soweit Daten vorhanden, werden auch Vergleiche zwischen den Datensätzen verschiedener Reisen stattfinden. b) Die Interpretation der Beobachtungen insbesondere hinsichtlich der Mechanismen der Tiefenwasserausbreitung. Hierzu sollen neben den Beobachtungen auch Modellergebnisse herangezogen werden.  Die Aussicht auf Erreichen der Vorhabenziele ist gut. Das Manuskript, in dem das topographieabhängige Interpolationsverfahren beschrieben und angewendet wird, ist inzwischen beim Journal of Physical Oceanography akzeptiert (Rhein et al., 2001). Die zeitliche Entwicklung des Tracersignals im Labradorseewasser wurde weiter verfolgt, die Differenz zwischen den Konzentrationen von 1997 und 1999 zeigt, daß das neu gebildete Labradorseewasser in diesem Zeitraum weiter nach Süden und weiter in den Nordostatlantik vorgedrungen ist. In Zusammenarbeit mit C. Böning (IFM Kiel) wurde die Aufnahme von Freon und die Verteilung von Labradorseewasser im Modell untersucht und mit den zahlreichen Beobachtungen von 1997 verglichen (Diplomarbeit C. Dorow).  Im tropischen Atlantik wurden die Zeitreihen im tropischen Atlantik fortgesetzt und die zeitliche und räumliche Variabilität in einem Manuskript zusammengefaßt, das beim Journal of Geophysical Research eingereicht wurde (Andrie, C., M.Rhein, S. Freudenthal und O.Plähn, 2001).  In Zusammenarbeit mit W. Roether und der Arbeitsgruppe Koltermann wurde eine Abstimmung bezüglich der Produkte erzielt, die im WOCE Atlas Atlantik erscheinen sollen. Die Arbeit an den Abbildungen hat begonnen.		
19. Schlagwörter		
20. Verlag	21. Preis	

\*) Auf das Förderkennzeichen des BMBF soll auch in der Veröffentlichung hingewiesen werden.

## **Abschlussbericht zu CLIVAR marin - Teilprojekt:**

### **Integration und Interpretation des WOCE-Freon-Datensatzes des Nordatlantiks**

Projektleitung: Prof. Dr. Monika Rhein

Wiss. Mitarbeiter: Dr. Olaf Plähn bis 30.11. 2000, Dr. Reiner Steinfeldt ab 1.12. 2000

Institut für Umweltphysik, Abt. Ozeanographie, Universität Bremen

Otto Hahn Allee, Geb. NW1, 28359 Bremen

mrhein@physik.uni-bremen.de, www.ocean.uni-bremen.de

#### **1. Aufgabenstellung**

1) Die Integration der WOCE Freondaten des Nordatlantiks und Erstellung der Freonprodukte für den Atlantik - Atlas. Dies sollte in enger Abstimmung mit den Anträgen Koltermann (Hydrographie) und Roether (Tracer Südatlantik) erfolgen. Für die deutschen Freondaten des Nordatlantiks und des Indischen Ozeans soll darüberhinaus ein Datenreport erstellt werden, der neben den fahrtspezifischen Details auch die Methoden zur Berechnung der Konzentrationen, der Blanks, der Reproduzierbarkeit und der Genauigkeit enthält. Soweit Daten vorhanden, sollen auch Vergleiche zwischen den Datensätzen verschiedener Reisen stattfinden.

2) Die Interpretation der Beobachtungen, insbesondere hinsichtlich der Mechanismen der Tiefenwasserausbreitung. Hierzu sollen neben den Beobachtungen auch Modellergebnisse herangezogen werden.

#### **2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde**

Die FS Sonne und FS Meteor waren ausgezeichnete Forschungsplattformen, um die aufwendigen Beobachtungsprogramme durchzuführen, die zur Gewinnung des WOCE Traerdatensatzes notwendig waren. Die bewilligten Mittel für Personal und Geräte waren für den Erfolg des Projektes unerlässlich. Hinzu kam noch die wissenschaftliche und technische Expertise der Mitarbeiter und die gute Kooperation mit den am WOCE Atlas beteiligten Projekten und mit den anderen WOCE-Aims und CLIVAR marin Vorhaben.

### **3. Planung und Ablauf des Vorhabens**

Der im Antrag vorgelegte Arbeitsplan wurde in seinen wesentlichen Teilen eingehalten. Für die Erstellung von weiteren Abbildungen (z.Bsp. Freonalter auf Isopyknen, Freon auf WOCE Repeat Sections) für die elektronische Version des Atlas wurde eine kostenneutrale Verlängerung beantragt. Die Aufarbeitung der WOCE Datensätze ist abgeschlossen und die Freon - Daten für die Erstellung der gedruckten Version bereit gestellt. Die Auswertung der WOCE Tracerdaten hinsichtlich Zirkulation und Ausbreitung der tiefen Wassermassen wurde in mehreren Veröffentlichungen dokumentiert.

### **4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

Da ein großer Teil der nordatlantischen Freondatensätze aus dem eigenen Labor bzw von Bremen (W. Roether) stammte, konnten diese Erfahrungen auch in der Interpretation der Tracerdaten sowie in der Beurteilung der Qualität eingebracht werden. Auf der wissenschaftlichen Seite konnte auch auf bereits vorliegende Analysen aus WOCE und den SFBs 133 und 460 aufgebaut werden.

#### **Angaben der verwendeten Fachliteratur (\*: Beiträge von Mitgliedern des Vorhabens)**

Andrie, C., 1996, Chlorofluoromethanes in the deep equatorial Atlantic, revisited. The Deep Water Regime in the Equatorial Atlantic, in: The South Atlantic: Present and Past Circulation, Hrsgs, G. Wefer, H. Berger, G. Siedler and D. Webb, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 273-288.

Andrie, C., M.Rhein\*, C.Freudenthal und O.Plähn\*, 2002, CFC time series in the deep water masses of the tropical Atlantic, 1990-99. Deep Sea Res I, 49, 281-304.

Böning, C.W., M.Rhein\*, J.Dengg und C.Dorow, 2002, Modelling CFC inventories and formation rates of Labrador Sea Water. Geophys. Res. Lett., angenommen.

Bower, A.S., and H.D. Hunt, 2001, Lagrangian Observations of the DWBC in the North Atlantic Ocean. Part I: Large scale pathways and spreading rates, J. Phys. Oceanogr. 30, 764-783.

Cunnold,D.M., P.J. Fraser et al., 1994, Global trends and annual release of CCl<sub>3</sub>F and CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub> estimated from ALE/GAGE and other measurements from July 1978 to June 1991. J.Geophys.Res. 99, 1107-1126.

Curry, R.G., M.S. McCartney und T.M. Joyce, 1998, Oceanic transport of subpolar climate signals to mid-depth subtropical waters. Nature 391, 575-577.

England, M.H., 1995, Using chlorofluorocarbons to assess ocean climate models. Geophys. Res. Lett. 22, 3051-3054.

- England, M.H., A.C. Hirst, 1997, Chlorofluorocarbon uptake in a world ocean model. 2. Sensitivity to surface thermohaline forcing and subsurface mixing parameterizations. *J. Geophys. Res.* 102, 15709-15731.
- Fine, R.A., M. Rhein\*, C. Andrieu, Propagation and Storage of climate anomalies in the deep western North Atlantic Ocean. *Geophys. Res. Lett.*, revised August 2002a.
- Fine, R.A., W.M. Smethie, J.L. Bullister, D.H. Min, M.J. Warner, M. Rhein\* and R.F. Weiss, Ventilation of the Indian Ocean from the South. *Deep Sea Res.*, submitted June, 2002b.
- Fischer, J., M. Rhein\*, F. Schott und L. Stramma, 1996. Water masses and transports in the Vema Fracture Zone. *Deep Sea Res.*, 43, 1067-1074.
- Friedrichs, M.A.M. und M.M. Hall, 1993, Deep circulation in the tropical North Atlantic. *J. Mar. Res.*, 51, 697-736.
- Friedrichs, M.A.M., M.S. McCartney und M.M. Hall, 1994, Hemispheric asymmetry of deep water transport modes in the Atlantic. *J. Geophys. Res.* 99, 25.165-25.179
- Joyce, T.M., R.S. Pickart, and R.C. Millard, 1999, Long term hydrographic changes at 52°N and 66°W in the North Atlantic subtropical gyre and Caribbean. *Deep Sea Res.*, 46, 245-278.
- Körtzinger, A., M. Rhein\* und L. Mintrop, 1999, Anthropogenic CO<sub>2</sub> and CFCs: man made tracers in unison in the North Atlantic Ocean. *Geophys. Res. Lett.*, 26, 2065-2068, 1999.
- Matear, R.J., and B.I. McNeil, 2002, A comparison in the Southern ocean of CFC age derived estimates of anthropogenic CO<sub>2</sub> to multiparametric linear regression estimates. *Mar. Chem.*, eingereicht.
- Matear, R.J., C.S. Wong, und L. Xie, Can CFCs be used to determine anthropogenic CO<sub>2</sub>?. *Global Biogeochem. Cycl.*, 2002, eingereicht
- McCartney, M.S., 1993, Crossing the equator by the deep western boundary current in the western Atlantic ocean. *J. Phys. Oceanogr.* 23, 1953-1974.
- Molinari, R.L., R.A. Fine, W.D. Wilson, J. Abell, M.M. McCartney und R.G. Curry, 1998: A fast track for recently formed Labrador Sea Water: The deep western boundary current of the North Atlantic Ocean. *Geophys. Res. Lett.* 25, 2249-2252.
- Pickart, R.S., N.G. Hogg and W.M. Smethie, Jr., Determining the strength of the deep western boundary current using chlorofluoromethane ratio. *J. Phys. Oceanogr.*, 19, 940-951, 1989.
- Plähn\*, O. und M. Rhein\*, 1998 Measured and modeled CFC distribution of lower NADW in the Guiana Basin. *J. Geophys. Res.* 103C, 2831-2848.
- Plähn\*, O., M. Rhein\*, R.A. Fine und K.F. Sullivan, 1999, Pollutants from the Gulf War serve as water mass tracer in the Arabian Sea. *Geophys. Res. Lett.* 26, 71-74.

Plähn\*, O., B.Baschek, T.H. Badewien, M. Walter und M. Rhein\* ,2002, The importance of the Gulf of Aqaba for the formation of bottom water in the Red Sea. *J. Geophys. Res.*, im Druck.

Rhein\*, M., 1994. The Deep Western Boundary Current: Tracers and Velocities. *Deep Sea Res.* 41, 263-281.

Rhein\*, M., L. Stramma und U. Send, 1995. The Atlantic Deep Western Boundary Current: Water masses and transports near the equator. *J.Geophys.Res.*, 100, 2441-2457.

Rhein\*, M., F. Schott, J. Fischer, U. Send und L. Stramma, 1996, The Deep Water Regime in the Equatorial Atlantic, in: *The South Atlantic: Present and Past Circulation*, Hrsgs, G. Wefer, H. Berger, G. Siedler and D. Webb, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 261-271.

Rhein\*, M., L. Stramma, and O. Plähn, 1997a, Tracer signals of the Red Sea and Persian Gulf outflows in the Arabian Sea. *Geophys. Res. Lett.*, 24, 2561-2564.

Rhein\*, M., L. Stramma und G. Krahnmann, 1998a. The spreading of Antarctic Bottom Water in the Tropical Atlantic. *Deep Sea Res.*, 45, 507-527.

Rhein\*, M., O.Plähn, R.Bayer, L.Stramma, und M. Arnold, 1998b, The temporal evolution of the tracer signal in the Deep Western Boundary Current, tropical Atlantic, *J. Geophys. Res.*, 103, 189-215.

Stramma, L., und M. Rhein\*, 2001, Variability in the Deep Western Boundary Current in the equatorial Atlantic at 44° W. *Geophys. Res. Lett.*, 28, 1623-1626

Sy, A., M. Rhein\*, J.R.N. Lazier, K.P. Koltermann, J. Meincke, A. Putzka und M. Bersch, 1997, Surprisingly rapid cooling of newly formed intermediate waters across the North Atlantic Ocean. *Nature* 386, 675-679.

Visbeck, M. und M. Rhein\*, Is Bottom Boundary Layer Mixing slowly ventilating Greenland Sea Deep Water? *J. Phys. Oceanogr.*, 30, 215-224, 2000.

Watanabe, Y.W., T.Ono, A. Shimamoto, 2000, Increase in the uptake rate of oceanic anthropogenic carbon in the North Pacific determined by CFC ages. *Mar.Chem.* 72, 297-315.

## **II.1. Eingehende Darstellung der erzielten Ergebnisse**

Die Arbeiten im Projekt verfolgten mehrere Ziele: In Teil 1 sollte der WOCE Freon-Datensatz des Nordatlantiks für den WOCE Atlas hergestellt, die Daten qualitativ bewertet, und für die eigenen Daten ein Qualitätsbericht hergestellt werden. Die Daten sollten dann für die Abbildungen der Gruppe Koltermann zur Verfügung gestellt werden. Im zweiten Teil stand die wissenschaftliche Interpretation der Tracerdaten im Nordatlantik aber auch im Indischen Ozean im Vordergrund.

Die Aufgaben für den ersten Teil sind weitgehendst erledigt. Die Datenreports zu den eigenen Reise wurden wie geplant erstellt und zusammen mit den qualitativ geprüften Daten an die