

## 1. Wochenbericht M53-3, Recife – Guadeloupe

7.6. – 13.6. 2002

Die globale Umwälzbewegung des Ozeans spielt eine wichtige Rolle für unser Klima und für die Klimavariabilität. Im Atlantik besteht diese Zirkulation aus einem nordwärtigem Transport von warmem Wasser nahe der Oberfläche und einem südwärtigem Transport von kaltem Tiefenwasser. Auf der M53-3 Reise wollen wir im tiefen Ozean die Zeitskalen für die Ausbreitung von Klimasignalen im Kaltwasserzweig untersuchen, und ein weiterer Schwerpunkt ist der Export von Tiefenwasser aus dem West- in den Ostatlantik. Im Warmwasserzweig interessiert besonders der Einstrom von warmem Wasser aus dem Südatlantik in die Karibik. Dieses Wasser strömt dann durch die Karibik und die Floridastrasse in den Golfstrom und dann in den Nordostatlantik. Die Arbeiten am Warmwasserzweig sind Teil des deutschen Beitrags zum internationalen CLIVAR Projekt und werden vom BMBF gefördert. Die Arbeiten am Kaltwasserzweig werden von der DFG finanziert.

In Recife fanden vom 3.6. bis 6.6. mehrere sehr gut besuchte Veranstaltungen und ein Empfang zum Jahr der Geowissenschaften statt. Die Besucher wurden über die Forschungsarbeiten auf der METEOR informiert und konnten durch Führungen die FS METEOR kennen lernen. Die Veranstaltungen fanden sehr viel Resonanz.

Die METEOR verließ Recife am 7.6. 9Uhr Ortszeit. Die 18 Teilnehmer der Reise stammen hauptsächlich von der Uni Bremen, an Bord sind auch zwei Teilnehmer aus den Partneruniversitäten in Sao Paulo und in Recife. Auf der Strecke bis zum Beginn der Stationsarbeiten bei  $2^{\circ}07'S$ ,  $40^{\circ}W$  war die METEOR vom Nordbrasilstrom und vom Wind begünstigt und fuhr mit über 13kn. Am 8.6. wurde eine Teststation südlich der Siriusbank erfolgreich durchgeführt, und am 9.6. um 9Uhr begannen die CTDO-LADCP Stationsarbeiten auf dem  $40^{\circ}W$  Schnitt. Die Leitfähigkeit und die Sauerstoffmessungen werden mit Hilfe von Wasserproben aus den 21 10L Schöpfern an Bord kalibriert. Die Wasserproben werden an Bord ebenfalls auf ihren Gehalt an Freonen (F11 und F12) analysiert. Die Freone sind das Werkzeug, um Zeitskalen der Ausbreitung und die Ausbreitungspfade von Zwischen- und Tiefenwasser zu untersuchen. Die beiden 75kHz und 38kHz ADCPs die im Schiffsrumpf bzw im Seeschacht untergebracht sind, messen kontinuierlich die Strömungsgeschwindigkeiten in den oberen 1200-1600m.

Der Stationsabstand betrug anfänglich 5 Meilen und vergrößerte sich nördlich von des Kontinentalabhangs bei  $1^{\circ}16'S$  auf 25 Meilen. Nördlich von  $2^{\circ}30'N$  betrug der Abstand 30 Meilen. Wir erreichen heute noch die letzte Station auf dem  $40^{\circ}W$  Schnitt und fahren dann zum westlichen Eingang der  $7^{\circ}30'N$  Passage am Mittelatlantischen Rücken.

Alle haben sich an Bord gut eingelebt, unterstützt durch ruhige See und angenehme Temperaturen. Für die Fahrtteilnehmer grüsst

Monika Rhein, Fahrtleiterin



Abb. Die Vorbereitung der Verankerungen in der 7°30'N Passage am Mittelatlantischen Rücken haben bereits begonnen.

## 2. Wochenbericht M53-3, Recife – Guadeloupe

13.6. – 20.6. 2002

Bei den Messungen in der 7°30'N Passage schlossen bei Station 25 (7°26'N, 38°19'W) am 14.6. nur die 5 untersten Wasserschöpfer. Trotz Umbau und Austausch verschiedener Komponenten konnte der Fehler nicht behoben werden, und die nächsten Stationen im Abstand von ca 30 Meilen wurden ohne Wasserschöpfer und daher ohne Freonmessungen gefahren. Die CTD Übertragung funktionierte reibungslos bis Sta.29, wo bei 3100m auch das CTD Signal ausblieb. Nach Reparatur der undichten Einleiterdrahtverbindung und des Bordgeräts lief das gesamte CTD-Rosettensystem bei der nächsten Station (Sta. 30, 7°25'N, 34°17'W am 16.6.) ohne Probleme.

Am 15. Juni wurde die Topographie um die Verankerungsposition B1 in der Passage mit Hydrosweep untersucht. Es stellte sich heraus, daß die Schwelle 200m tiefer war (4500m) als in der Sandwell-Topographie und um 2 Meilen nach Osten versetzt war. Die Bremer Verankerungen sind mit akustischen Strömungsmessern und Temperatur- und Salzgehaltssensoren ausgestattet und sollen den Transport und die Eigenschaften des Tiefen- und Bodenwassers vermessen, das aus dem West- in den Ostatlantik exportiert wird. Die Verankerung wurde um 16 UTC bei ruhiger See problemlos auf der Schwelle bei 7°28.40'N, 36°50.0'W ausgesetzt, ca 150 Meilen vom Westeingang der Passage entfernt.

Um die Fahrtstrecken zu vermindern, sollte die zweite Bremer Verankerung B2 am westlichsten Ausgang der Passage in den Ostatlantik verankert werden. Durch einen Hydrosweep-Survey wurde aber festgestellt, daß dieser tiefe Ausgang bei 8°N, 36°W nur auf der Karte existiert, die Schwellentiefe war überall geringer als 3900m, so daß dort kein signifikanter Tiefenwasserexport zu erwarten war. Daher fuhr die Meteor doch an den Ostausgang der Passage bis 7°24'N, 34°19'W. Auch hier wurde festgestellt, daß die Karten nur ungefähr stimmen, hier war die Überraschung aber positiv: die Schwelle war tiefer (bei 4660m), aber ebenfalls ca 2 Meilen weiter östlich als in der Karte. Nach der CTD Station 30 wurde Verankerung B2 am 16.6. zwar bei Regen, aber problemlos bei 7°24.70'N, 34°17.30'W auf der Schwelle verankert. An dieser Stelle ein Dankeschön für die sehr gute Zusammenarbeit mit der Schiffsführung und Decksmannschaft.

Nach den Verankerungsarbeiten blieb die Meteor noch ca 6 Stunden auf dieser Position, um zum ersten Mal den in Bremen entwickelten verankerbaren Freonsampler in einem Kurzeinsatz auf 2000m Tiefe zu testen. Ein Nährstoffsampler von WS Oceans wurde für den Einsatz in der Tiefsee vom Hersteller druckfest gemacht und Kunststoffteile an den sensiblen Stellen durch Titan ersetzt. Die Probenampullen bestehen aus Spezialglas und Titan und wurden am IUP in Bremen entwickelt. Erste Ergebnisse zeigen, daß die Materialien bezüglich Freonen kontaminationsfrei sind, aber der Schrittmotor scheint nach einigen Probennahmen ‚aus dem Tritt‘ zu kommen. Nach Beendigung der Arbeiten fährt die Meteor an das östliche Ende des 16°N Schnittes, das wir am 21.6. 0:30UTC erreichen werden. Am 18.6. wurde für 1.5h der Freonsampler in 10m Tiefe getestet, die ersten Ergebnisse haben sich bestätigt, auch der Schrittmotor lief einwandfrei.

Wir verfolgen gespannt die Fußballweltmeisterschaft und hoffen auf ein Endspiel Brasilien – Deutschland.

Für die Fahrtteilnehmer grüßt

Monika Rhein, Fahrtleiterin



Beginn der B2 Verankerung. Im Wasser ist die Kopfboje mit Sender und Blitzlicht zu sehen. Da die Kopfboje in ca 3600m Tiefe hängen wird, konnte nicht die sonst übliche Konstruktion benutzt werden. An der Heckslippe sind die Auftriebskugeln zu sehen, rechts vom Haken kann man den akustischen Strömungsmesser erkennen, der T-S Sensor ist am Draht angeklemt.

### 3. Wochenbericht M53-3, Recife – Guadeloupe

21.6. – 28.6. 2002

Die Zeit auf der Transferstrecke bis zum 16°N Schnitt wurde für die ersten Auswertungen der bis jetzt genommenen Daten genutzt. Die kontinuierliche Aufzeichnung des Strömungsfeldes in den oberen 1400m mit dem 38kHz Ocean Surveyor funktionierte entlang des 40°W Schnittes ohne Datenverluste. Der Korb scheint dieses Mal fest im Seeschacht verankert zu sein, so daß der Ocean Surveyor seine Position nicht verändert kann. Dies war teilweise auf dem vorigen Abschnitt (M53-2) nicht der Fall gewesen. Die Reichweite des 38kHz Gerätes war auf dem gesamten 40°W Schnitt um die 1400m Tiefe.

Der Gesamttransport von Oberflächen- und Zentralwasser der nach Westen setzenden NBC und SEC betrug 60 Sv. Der westwärtige EIC und der nach Osten strömende NICC reichten von 350m bis 1200m Tiefe. Zwischen 5°N und 7°N strömte der NECC mit 9Sv immer noch nach Westen. Unter dem NECC waren in Tiefen zwischen 60m und 800m der NEUC mit 28Sv ostwärtigem Transport zu finden. Die IADCP Profile zeigten ein sehr ähnliches, wenn auch mehr geglättetes Strömungsmuster wie der Ocean Surveyor, auch die Transporte waren vergleichbar.

Im Bereich des Nordatlantischen Tiefenwassers (NADW) von 1400m bis 4300m Tiefe war die Geschwindigkeit südlich des Äquators mit 5-20cm/s nach Osten gerichtet. Der Gesamttransport betrug 33 Sv. Im oberen NADW reichten die ostwärtigen Geschwindigkeiten bis 2°N. Ein weiteres ostwärtiges Strömungsband befindet sich nördlich von 5°N. In diesen ostwärtigen Strombändern wurde im oberen NADW hohe Freonkonzentrationen gemessen. Südlich von 1°N waren die Konzentrationen nicht nur zwischen 1400 und 2000m Tiefe erhöht, sondern auch zwischen 2000 und 2500m Tiefe, dem Bereich des Labradorseewassers (LSW). Die Profile zeigten auch einen verminderten Salzgehalt in diesem Tiefenbereich. Anomal kalte Winter Anfang der 1990er sorgten für die Bildung von anomal salzarmem und freonreichem LSW. Diese Messungen legen nahe, dass dieses anomal salzarme und freonreiche LSW 12 Jahre nach seiner Bildung im tropischen Atlantik angekommen ist.

Am 21.6., um 2UTC wurde die erste CTD/IADCP Station auf dem 16°N Schnitt bei 15°14'N, 51°21'W am Researcher Rücken gefahren. Da das IADCP nur bis 5000dbar gefiert werden kann, wird dort, wo der Boden tiefer ist, abwechselnd mit zwei CTD/Rosettensystemen gefahren: System CTDO S1 wird mit dem IADCP nur auf 5000dbar gefiert, während System CTDO S2 ohne IADCP Profile bis zum Boden aufnimmt. Der Stationsabstand beträgt 20 Meilen für die CTD Profile und dementsprechend 40 Meilen für die IADCP Messungen. Am 24. 6. wurde ein weiterer Test des Freon-Samplers in 2500m Tiefe ausgeführt. Ein weiterer Test zur Feinabstimmung der Parameter ist am 28.6. geplant. Am 24.6., 17-20:30 UTC wurde die Kieler Tomographie – Verankerung M2 bei 16°N, 57°W ohne Probleme geborgen. Danach setzte die Meteor den 16°N Schnitt mit CTD Station 48 fort, der Stationsabstand wurde zwischen Station 55 bis 58 auf 30 Meilen erhöht.. Am 26. Juni wurde die Tomographie-Verankerung M3 bei 16°23'N, 60°28'W bei besten Bedingungen und problemlos geborgen. Am Kontinentalabhang verringerte sich der Stationsabstand von 15 Meilen auf 2-3 Meilen, so daß sich die Wassertiefe zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stationen um nicht mehr als 600m änderte. Am Nachmittag wurde noch die Tomographie Verankerung M5-sara bei 16°22'N, 60°42'W (Wassertiefe 1500m) problemlos geborgen. Nach Beendigung der Arbeiten bei 16°N fuhr die Meteor Richtung Guadeloupe, um die Messungen in der Guadeloupe-Dominica Passage fortzusetzen.

Für die Fahrtteilnehmer grüßt

Monika Rhein, Fahrtleiterin



Abb.1 Bremer Freon-Sampler beim Aussetzen. Am unteren Teil sind die Probenbehälter in ihren Halterungen zu erkennen, der obere Teil zeigt die Energieversorgung. Das Gerät soll nach weiteren Tests 2003 in der Labradorsee verankert werden und kann pro Verankerungszeitraum 52 Freonproben nehmen.

## 4. Wochenbericht M53-3, Recife – Guadeloupe

28.6. – 4.7. 2002

Am 28.6. erreichte die Meteor die Insel Guadeloupe. Hier, am Eingang zur Karibik, soll der Frage nachgegangen werden, wieviel südatlantisches Wasser durch die Passagen südlich von Guadeloupe in die Karibik strömt. Dieses Wasser fließt dann weiter nach Norden durch die Floridastraße und wird Teil des Golfstroms. Die Untersuchung begann mit der Aufnahme des Geschwindigkeitsfeldes mit dem 75kHz und dem 38kHz Ocean Surveyor südlich von Guadeloupe (16°00'N, 61°34'W) durch die Guadeloupe-Dominica Passage bis 15°39'N, 61°26'W. Anfangs- und Endpunkt der Passagenschnitte ist jeweils die 100m – Tiefenlinie. Die Vermessung wurde noch einmal wiederholt. Die Wind verstärkte sich in den Passagen, und bei beiden Kursen quer zum Wind nahm die Datenqualität und die Reichweite des 38kHz ADCPs auf ca 1000m ab, die Reichweite des 75kHz ADCPs blieb davon unberührt bei ca 700m. Auf dem Weg zurück nach Guadeloupe wurden 5 CTD Stationen durchgeführt, die Arbeiten in der Passage wurden durch eine weitere ADCP Aufnahme entlang des Schnittes abgeschlossen.

Die Meteor fuhr leewärts an Dominica vorbei, und die Arbeiten in der Dominica-Martinique Passage (15°14'N, 61°18'W bis 14°55'N, 61°08'W) wurden nach dem gleichen Muster wie in der Guadeloupe-Dominica Passage durchgeführt. Die Passage ist im Zentrum ca 2000m tief, und dort wurde der Freon-Sampler 9 Stunden lang auf 1900m Tiefe gefiert. Der Test bestätigte, dass das Gerät kontaminationsfrei arbeitet, allerdings scheinen die Proben-Ampullen bei niedrigen Temperaturen und hohen Drucken nicht mehr ausreichend gespült zu werden. Der Grund könnten unterschiedliches Verhalten der Kolben-Materialien unter diesen Bedingungen sein.

Martinique wurde ebenfalls leeseitig passiert. Obwohl die Inseln zu dieser Jahreszeit fast immer in Passatwolken gehüllt sind, war der 1400m hohe Vulkan Montagne Pelee kurzzeitig fast wolkenfrei. Am 29.6., 16UTC, begannen die Arbeiten in der Martinique-Saint Lucia Passage (14°22'N, 60°52'W – 14°10'N, 60°54'W) und am 30.6. 4UTC in der Saint Lucia – Saint Vincent Passage (13°39'N, 60°54'W – 13°21'N, 61°07'W).

Da in dieser Passage der größte Transport erwartet wird, wurde der ADCP Schnitt mehrere Male abgefahren und 6 CTD Stationen entlang des Schnittes durchgeführt, die Arbeiten waren am 30.6., 20UTC abgeschlossen. Zwischendurch kreuzten Delphine und Pilotwale unseren Weg, und Brasilien wurde Weltmeister. Auf dem Weg von Saint Vincent nach Tobago (11°33'N, 60°40'W) betrug der mittlere Stationsabstand 15 Meilen. Durch diese Messungen soll der Einstrom in die Karibik südlich von Saint Vincent untersucht werden. Der Gesamt-Einstrom durch die Passagen betrug in unseren Messungen ca 18 Sv, mit den größten Transporten durch die Grenada- und die Saint Lucia – St Vincent Passage.

Um Zeitreihen der Transport-Variabilität zu erhalten, werden im Sommer 2003 die Bremer CLIVAR Verankerungen mit Schichtungssensoren, PIES und Strömungsmessern nördlich von Tobago und westlich von Saint Lucia ausgesetzt. Sie werden, zusammen mit der Kieler MOVE Verankerung westlich von Guadeloupe die Fluktuationen des Einstroms in die Karibik vermessen. Die CTD/lADCP Stationen auf dem Weg nach Guadeloupe (Stationsabstand ebenfalls 15 Meilen) folgen der direkten Verbindung der geplanten Verankerungspositionen. Trotz des starken Nordost-Passats fuhr die Meteor mit 11-13kn Richtung Norden, geschoben durch die starke nach Nordwesten setzende Strömung. Die Stationsarbeiten wurden am 3.7. 16 UTC abgeschlossen. Danach fuhr die Meteor einen ADCP Schnitt entlang 16°N von

60°50'W bis 60°00'W um noch einmal das Geschwindigkeitsfeld des Randstroms zu vermessen. Der Schnitt wurde auf dem Weg nach Pointe a Pitre wiederholt. Die Meteor wird am 4.7. 11 UTC in Pointe a Pitre einlaufen. Die letzte Aktivität auf diesem Fahrabschnitt ist am 5.7. ein Empfang auf der Meteor.

An dieser Stelle noch mal ein herzliches Dankeschön an Schiffsführung und Besatzung für die gute und harmonische Zusammenarbeit.

Monika Rhein, Fahrtleiterin