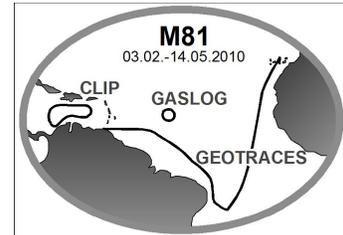


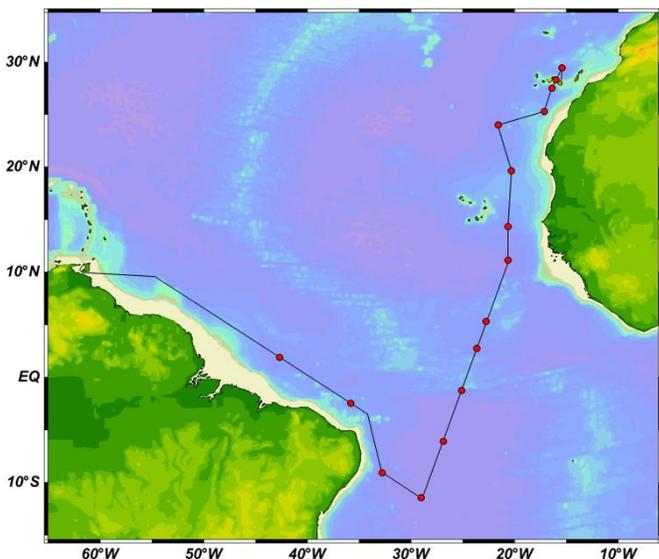
# GEOTRACES

## FS Meteor Reise M81/1 Las Palmas, Kanarische Inseln – Port of Spain, Trinidad und Tobago Wochenbericht 04.02.2010-07.02.2010



Die Reise M81/1 findet im Rahmen des internationalen GEOTRACES Programms statt, das sich zum Ziel gesetzt hat, durch die Erfassung der globalen Verteilung der im Meerwasser gelösten Spurenmetalle und deren Isotope ein besseres Verständnis über deren Quellen, Senken, chemische Speziation und deren biogeochemischen Zyklen zu gewinnen. Spurenmetalle sind lebenswichtig für den Stoffwechsel mariner Organismen, sie können als chemischer Fingerabdruck für Wassermassen oder Verwitterungseinträge in den Ozean dienen oder sogar Informationen über Verschmutzungsquellen im Meerwasser liefern.

Auf der Reise M81/1 stehen die Einträge von Metallen durch Verwitterungsprozesse an Land im Mittelpunkt. Diese erfolgen über den Saharastaub und durch den Austausch mit vulkanischen Inseln wie den Kanaren. Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchungen ist die Verteilung der Metalle in den Hauptwassermassen des östlichen und westlichen Atlantischen Ozeans. Um diese Arbeiten durchzuführen, sollen Stationen entlang eines NNE-SSW Schnitts von den Kanarischen Inseln vorbei an den Kapverdischen Inseln bis ins Brasilienbecken über die gesamte Wassersäule beprobt werden. Daran anschließend sollen weitere Stationen nördlich von Südamerika auf dem Weg nach Trinidad und Tobago erfasst werden, um auch dort den Eintrag von Metallen von Land, insbesondere durch die Flüsse Amazonas und Orinoko zu untersuchen.



Außerdem stehen die Haupt-wassermassen des westlichen Randstromsystems der atlantischen thermohalinen Zirkulation im Zentrum des Interesses.

24 Wissenschaftler des IFM-GEOMAR in Kiel, der Jacobs-Universität Bremen, der Meereschemie der Universität Bremen, dem Institut für Ostseeforschung in Warnemünde, sowie der Universitäten von Köln, München und Barcelona und der Old Dominion University, Norfolk, U.S.A. kamen am 1.2. und 2.2. in Las Palmas an und gingen nach einer Übernachtung an Land an Bord der FS Meteor, wo eine erste Gruppe der Wissenschaftler unter der gemeinsamen Leitung des Fahrtleiters und Prof Greg Cutter (Old Dominion University, Norfolk, Virginia) und Dr. Christa Pohl (IOW Warnemünde) verschiedene Instrumente installierte. FS Meteor legte am 4.2. um 10:30 Uhr in Las Palmas ab, wo zufällig gleichzeitig eine weitere Expedition unter Führung von Prof. Sebastian Krastel vom IFM-GEOMAR auf FS Poseidon von der selben Pier startete.

Die Meteor nahm bei ruhigen Wetterbedingungen direkten Kurs auf das erste Arbeitsgebiet etwa 50 nautische Meilen nördlich von Las Palmas, Gran Canaria, wo innerhalb von 6 Stunden die Stationsarbeiten begannen. Nachdem sich die Arbeitsgruppen an Bord gut zusammengefunden haben, sind wir jetzt im Routinebetrieb der Beprobungsaktionen. Wir konnten heute bereits, wie vorgesehen, das Untersuchungspaket mit drei Stationen um die Kanarischen Inseln herum abschließen und laufen nun die weiter südlich gelegenen Stationen an.

Bis auf einige Erkältungen und einzelne Fälle von Seekrankheit sind alle an Bord wohlauf und freuen sich auf die vor ihnen liegende Reise.

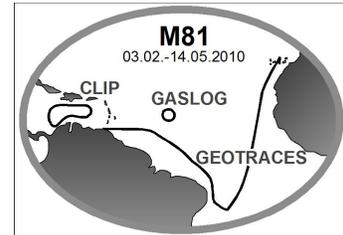
Mit besten Grüßen von Wissenschaft und Mannschaft der FS Meteor südlich der kanarischen Inseln.

Martin Frank

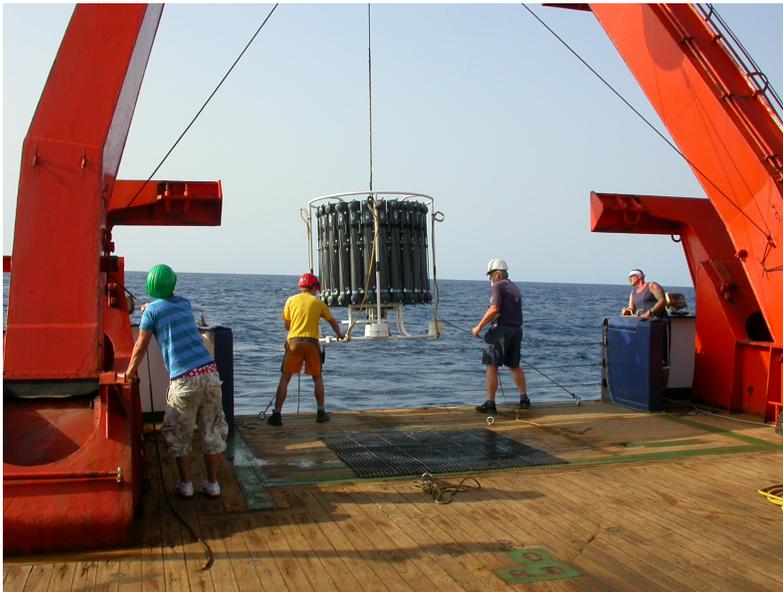
FS Meteor, am 7.2.2010

# GEOTRACES

## FS Meteor Reise M81/1 Las Palmas, Kanarische Inseln – Port of Spain, Trinidad und Tobago Wochenbericht 08.02.2010-14.02.2010



Die Reise verläuft weiterhin plangemäß. Nachdem am Beginn der Woche noch eine kräftige Dünung vorherrschte, sind wir seither unter sehr ruhigen Witterungsbedingungen bei Temperaturen über 20°C unterwegs.



Die einzelnen Arbeitsgruppen an Bord sind nun sehr gut auf einander eingespielt. Die Zusammenarbeit mit der Deckscrew beim Aussetzen und Aufnehmen des spurenmetallsauberen Wasserschöpfers des U.S. GEOTRACES-Programms über den A-Rahmen am Heck der Meteor klappt ebenfalls ausgezeichnet (Abb. 1).

Abb. 1: Aussetzen des Wasserschöpfers

Dieser speziell beschichtete Wasserschöpfer ist das Herzstück des Programms zur kontaminationsfreien Entnahme von Wasserproben, an denen später in den Laboren an Land sehr geringe Spurenmetallkonzentrationen und deren isotopische Zusammensetzungen gemessen werden sollen. Diese Maßnahmen sind erforderlich, da schon geringste Verschmutzungen die natürlichen Metallgehalte stark verändern können, die zum Beispiel für das Metall Cadmium im Oberflächenwasser des Atlantiks nur bei 300 Billionstel Gramm (0,0000000003 g) pro Liter liegen. Die Beschichtung des Schöpfers verhindert, dass das Wasser bei der Beprobung mit Metall in Kontakt kommen. Der Schöpfer wird aus dem gleichen Grund nicht an einem Metallkabel in die Tiefe

gelassen, sonden einem Kabel aus Kevlaer, das von einer mobilen Winde aus abgespult und wieder aufgenommen wird (Abb. 2). Die Behälter, in denen das Wasser gesammelt wird, sind sogenannte GO-FLO-Flaschen die im Inneren ebenfalls kein offenes Metall enthalten und über einen außenliegenden Gummizug vom Schiff aus in der entsprechenden Tiefe geschlossen werden. Wenn der gefüllte Schöpfer an Bord ist, werden die GO-FLOs abgenommen und in einen als Reinraumlabor ausgestatteten Container gebracht, wo das Wasser gefiltert und in die vorbereiteten gereinigten Behälter abgefüllt wird. Dabei sind die Proben zu keinem Zeitpunkt der Atmosphäre ausgesetzt und können so ohne Kontamination entnommen werden.



*Abb. 2: Mobile Winde mit Kevlaer-Kabel*

Nach dem Abschluß der Arbeiten bei den Kanarischen Inseln, wurde eine Station nahe des westafrikanischen Schelfs beprobt, anhand der die Auswirkungen des Küstenauftriebs auf die Metallverteilungen untersucht werden sollen. Bestimmte Spurenmoleküle sind in Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt des Wassers unterschiedlich gut löslich und daher ist der kontinentale Schelf mit seinem ausgeprägten Sauerstoffminimum an dieser Stelle eine potentiell wichtige Eintragsquelle von Metallen, die im Rahmen der Ausfahrt mit erfasst werden soll. Die daran anschließende Station bei 24°N und 22°W ist eine „Cross-over“ Station mit der U.S.-GEOTRACES-Ausfahrt im Herbst 2010. Durch doppeltes Belegen der gleichen Station auf unterschiedlichen Ausfahrten soll es einerseits ermöglicht werden, die Verlässlichkeit der Datensätze abzuschätzen und andererseits saisonale Variationen zu erfassen. Zwei weitere Stationen entlang 20°W wurden nördlich und südlich der kapverdischen Inseln beprobt, wobei hier der Einfluss der Wassermassenstruktur und des Staubeintrags aus der Sahara in das Oberflächenwasser im Zentrum des Interesses standen. Die weitere Fahrtroute wird uns durch den Staubbügel der Sahara und durch die Intertropische Konvergenzzone nach Süden in Richtung Äquator führen, wovon offensichtlich auch Neptun schon erfahren hat...

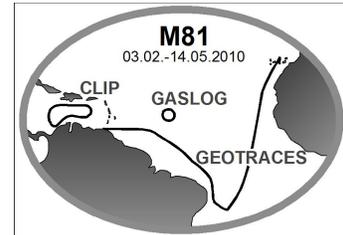
Mit besten Grüßen von Wissenschaft und Mannschaft der FS Meteor

Martin Frank

FS Meteor, am 14.2.2010

# GEOTRACES

## FS Meteor Reise M81/1 Las Palmas, Kanarische Inseln – Port of Spain, Trinidad und Tobago Wochenbericht 15.02.2010-21.02.2010



In dieser Woche wurde die Reise bei weiterhin ruhigen Wetterbedingungen mit dem Schnitt entlang 20°W bis nach Süden fortgesetzt. Es wurden an insgesamt 5 weiteren Stationen mit 14 Einsätzen der normalen CTD-Rosette, 6 Einsätzen der spurenmehallsauberen Rosette und 6 Einsätzen der In-situ Pumpen Wasser- und Partikelproben entnommen, sowie das Oberflächenwasser mit dem Schleppfisch beprobt.

Wir durchquerten in dieser Woche den Staubeintragsgürtel der Sahara. Um die Auswirkung der Staublösung auf die Spurenmehallzusammensetzung zu untersuchen, wurde eine große Anzahl von Oberflächenwasserproben mit dem Schleppfisch entnommen (Abb. 1). Dieses torpedoförmige Instrument ermöglicht eine kontaminationsfreie Beprobung des Oberflächenwasser vom fahrenden Schiff aus, wobei das Wasser über einen Einlass des Fisches und ein Schlauchsystem direkt in die Labore gepumpt wird.



Abb. 1: Der Schleppfisch des IFM-GEOMAR im Einsatz an einem Kran der Meteor..

Der zweite Schwerpunkt des Untersuchungsprogramms in dieser Woche bestand in der Beprobung der einzelnen ost-west-gerichteten Strömungsbänder, die den äquatorialen Atlantik in den obersten 1000 Metern durchziehen. Diese Strömungsbänder haben unterschiedliche Ursprungsgebiete und unterscheiden sich beispielsweise markant in ihrem Sauerstoffgehalt. Diese Unterschiede sollten sich auch in den Spurenmetallgehalten niederschlagen und die 5 Beprobungsstationen wurden daher, wo immer möglich, so gewählt, dass die Zentren der Strömungen mit den höchsten Geschwindigkeiten beprobt werden konnten. Die markantesten Beispiele sind der von West nach Ost fließende Äquatoriale Unterstrom (EUC) von etwa 2°N bis 2°S mit maximalen Strömungsgeschwindigkeiten von über 1m/s in Tiefen von 0-150 m und der Südäquatoriale Unterstrom (SEUC) von 3°S bis 6°S in Tiefen von 100-500 m und maximalen Strömungsgeschwindigkeiten von etwa 0.5 m/s (Abb. 2). Letzterer stößt bei 4°S in etwa 100 m Wassertiefe scharf auf eine nach Westen gerichtete Oberflächenströmung, die beide die spurenmetallsaubere CTD-Rosette erfassten und in unterschiedliche Richtungen verdrifteten, was die Positionierung und Ausrichtung der Meteor schwierig machte und dem Steuermann sein ganzes Können abverlangte.

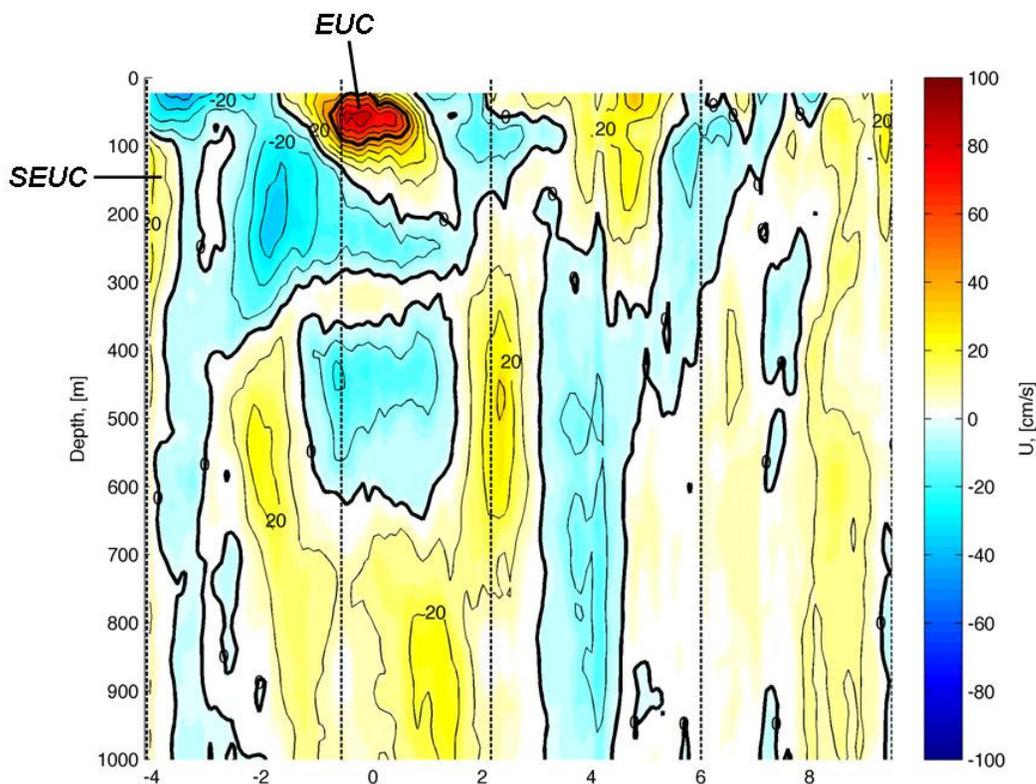


Abb. 2: ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)-Daten der ost-west-gerichteten Strömungsbänder von 10°N bis 4°S, die während der Reise M81/1 aufgezeichnet wurden. Positive Werte stehen für Strömungen von West nach Ost, negative Werte für die umgekehrte Richtung. Die gestrichelten Linien markieren die Positionen der Stationen.

Die Station unmittelbar südlich des Äquators lag über der Romanche-Bruchzone und war mit knapp 7000 m Wassertiefe der tiefste Punkt der Reise. Die Romanche Bruchzone ist ein tiefer Graben, der den mittelatlantischen Rücken auf Äquatorhöhe durchschneidet und ozeanographisch von großer Bedeutung ist. Diese Lokation ist neben zwei anderen Bruchzonen die einzige Möglichkeit für das kalte antarktische Bodenwasser, vom westlichen Atlantik in die östlichen Becken des Atlantiks zu fließen, was den Hauptversorgungspfad der tiefen östlichen Becken für Sauerstoff darstellt. Die Spurenelementsignaturen dieses Austausches sind daher von besonderem Interesse für das GEOTRACES-Programm.

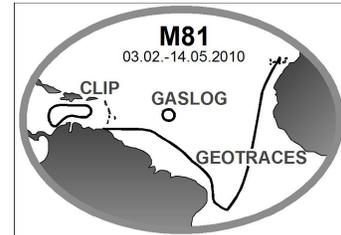
Die Stimmung an Bord ist nach wie vor sehr gut und am Samstagabend wurde das Bergfest mit einem gemeinsamen Grillen von Mannschaft und Wissenschaft an Deck der Meteor gefeiert.

Mit besten Grüßen von der FS Meteor

Martin Frank  
FS Meteor, am 21.2.2010

# GEOTRACES

## FS Meteor Reise M81/1 Las Palmas, Kanarische Inseln – Port of Spain, Trinidad und Tobago Wochenbericht 22.02.2010-28.02.2010



Die Reiseroute in dieser Woche zweigte ab der Station über der Romanche Bruchzone von unserem vorherigen Südkurs nach SW ab und wurde mit zwei weiteren Stationen bis 11°30'S und 28°30'W im Brasilienbecken fortgesetzt. Dort wurden die Hauptwassermassen der meridionalen Umwälzzirkulation beprobt. Danach verlief die Reise auf einer NW-gerichteten Route bis zu einer weiteren Station bei 7°10'S, 21°20'W und folgt seither dem Verlauf der südamerikanischen Küstenlinie außerhalb der 200 Seemeilenzone von Brasilien. Es wurden insgesamt bei 12 weiteren Einsätzen mit der normalen CTD-Rosette, 3 Einsätzen mit der spurenmetallsauberen Rosette und 4 Einsätzen der In-situ Pumpen Wasser- und Partikelproben entnommen, sowie das Oberflächenwasser mit dem Schleppfisch beprobt.

Die Auswirkung der Auflösung des Saharastaubs auf die Spurenmetallzusammensetzung des Oberflächenwassers lässt sich sehr gut anhand der Verteilung von Aluminium untersuchen, da der Staub für dieses Spurenmetall die wichtigste Quelle ist. Mit Erreichen der südlichsten Station war der N-S Schnitt vollständig, der den Staubeintragsgürtel durchquerte. Die von den Bremer Meereschemikern an Bord gemessenen Al-Konzentrationen zeigen eine große Variabilität der Al Konzentrationen in den obersten 350 m Wassertiefe (Abb. 1). Ein ausgeprägtes Al-Maximum in den obersten 20 m wurde zwischen etwa 15°N und dem Äquator gemessen, das gut mit dem Gebiet des stärksten Staubeintrags übereinstimmt. Unterhalb von 20 m fällt die Konzentration sehr schnell ab. Dieses Profil ist typisch für Spurenmetalle, die nicht von der Biologie im Oberflächenwasser verbraucht werden. Nördlich von 20°N ist dagegen eine umgekehrte Verteilung des Al mit niedrigen Konzentrationen an der Oberfläche und erhöhten Werten ab 100 m Tiefe festzustellen. Diese Profile sind vermutlich dadurch zu erklären, dass in diesen Tiefen Wassermassen vorherrschen, die im späten Winter in Gebieten hoher Staubdeposition absanken, wo sie sich mit gelöstem Aluminium aufgeladen hatten. Zusätzlich könnte der Verwitterungseintrag von den Kanarischen Inseln eine Rolle spielen.

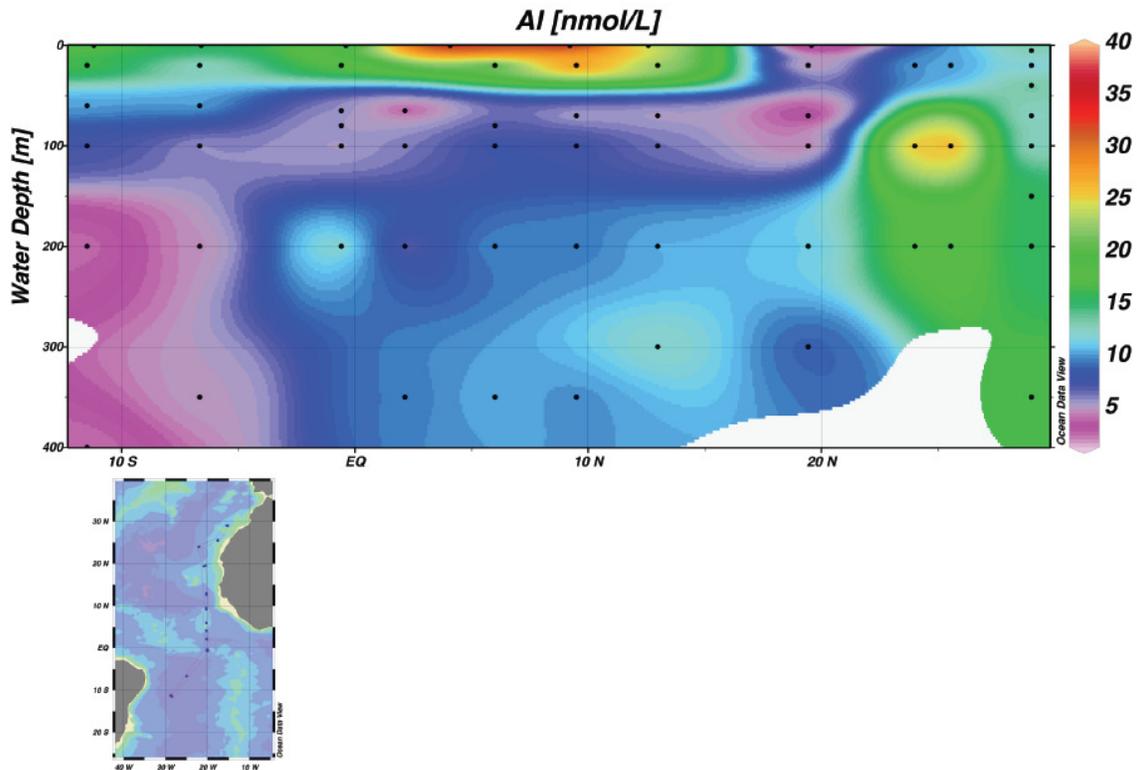


Abb. 1: Verteilung der gelösten Aluminiumkonzentrationen der obersten 350 m, die an Bord bestimmt wurden. Der Verlauf des Schnitts ist auf der Karte dargestellt.

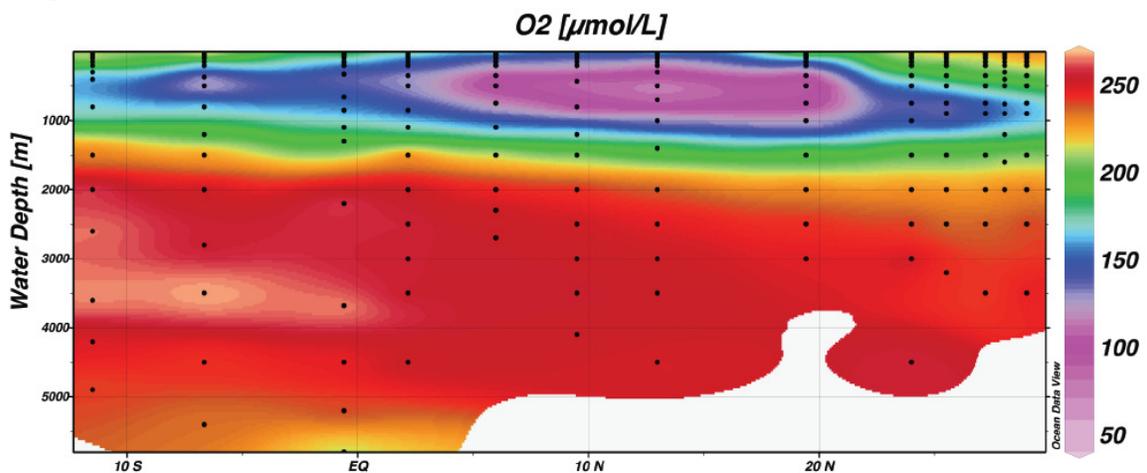


Abb. 2: Gelöste Sauerstoffverteilung in der gesamten Wassersäule entlang des gleichen Schnitts.

Die Sauerstoffverteilung in der Wassersäule ist für einige Metalle von Bedeutung, deren Löslichkeit von der Menge des gelösten Sauerstoffs abhängt, wie beispielsweise dem Mangan. Die abgebildeten Sauerstoffdaten (Abb. 2) wurden an Bord mittels Winklertitration bestimmt und werden dazu dienen, die Sauerstoffsensoren der CTD zu kalibrieren. Klar erkennbar ist das ausgeprägte

Sauerstoffminimum zwischen etwa 20°N und dem Äquator mit Zentrum in 300-500 m Wassertiefe. Diese Daten werden auch für den Kieler SFB 754 zur Verfügung stehen, in dem es unter anderem darum geht, herauszufinden, ob die Sauerstoffminimumzonen im Atlantik und Pazifik als Folge des globalen Klimawandels wachsen. Im westlichen Atlantischen Becken erkennt man die ausgeprägt hohen Sauerstoffgehalte des Nordatlantischen Tiefenwassers.

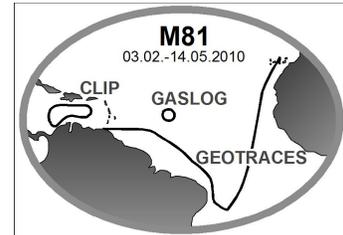
An Bord sind alle wohlauf und das wissenschaftliche Programm wird nun etwas ruhiger, da wir mit dem Transit nach Trinidad begonnen haben und nur noch 2 Stationen unterwegs beproben werden. Allerdings wird Mitte der nächsten Woche auch das Packen beginnen, so dass es nicht an Beschäftigung mangeln wird.

Mit besten Grüßen von der FS Meteor

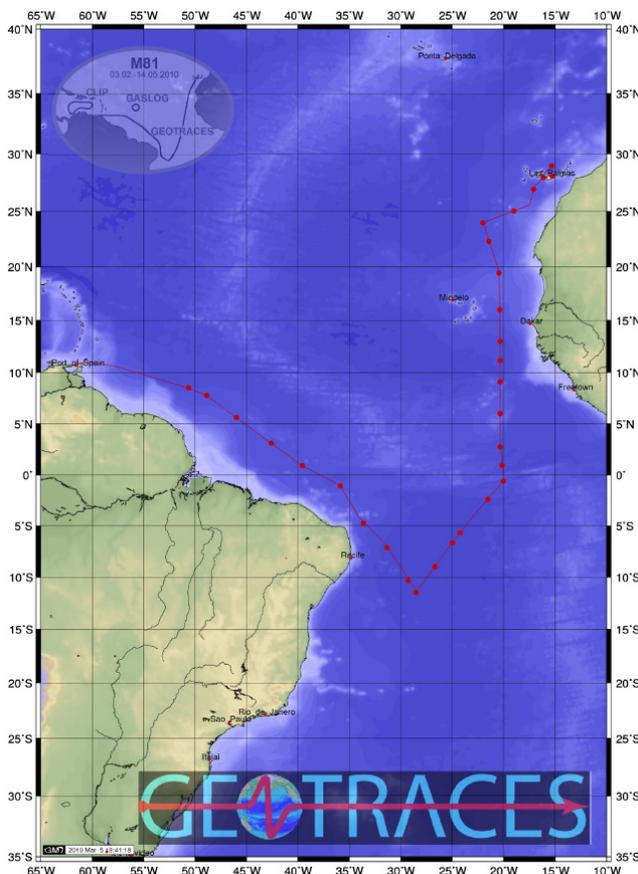
Martin Frank  
FS Meteor, am 28.2.2010

# GEOTRACES

## FS Meteor Reise M81/1 Las Palmas, Kanarische Inseln – Port of Spain, Trinidad und Tobago Wochenbericht 01.03.2010-08.03.2010



Da die Hauptstationsarbeit am Ende der vorangegangenen Woche bereits beendet war, wurde die letzte Woche vom Transit nach Port of Spain bestimmt. Es wurden insgesamt noch einmal bei 5 weitere Einsätzen mit der normalen CTD-Rosette, 2 Einsätzen mit der spurenmehallsauberen Rosette und einem Einsatz der In-situ Pumpen Wasser- und Partikelproben entnommen, sowie das Oberflächenwasser mit dem Schleppfisch beprobt. In der Nacht vom 5. auf den 6. März erreichten wir den Amazonasausstrom, wodurch die Salinität auf bis zu 28 Promille im Oberflächenwasser sank und noch einmal detailliert beprobt wurde. Diese Proben werden weitere Aufschlüsse über den Eintrag bestimmter Spurenmehalle mit großen Flüssen liefern, was eines der Ziele des GEOTRACES-Programms ist.



Ansonsten wurde in der letzten Woche die gesamte Ausrüstung und die Proben gepackt, um am kommenden Montag die Container im Hafen möglichst effizient packen zu können. Nach insgesamt 5396 zurückgelegten Seemeilen haben wir am Morgen des 8.3.2010 den Hafen von Port of Spain, Trinidad and Tobago, erreicht, den Endpunkt einer rundum erfolgreichen Reise.

Mit besten Grüßen von der FS Meteor an der Pier in Port of Spain

Martin Frank

FS Meteor, am 8.3.2010