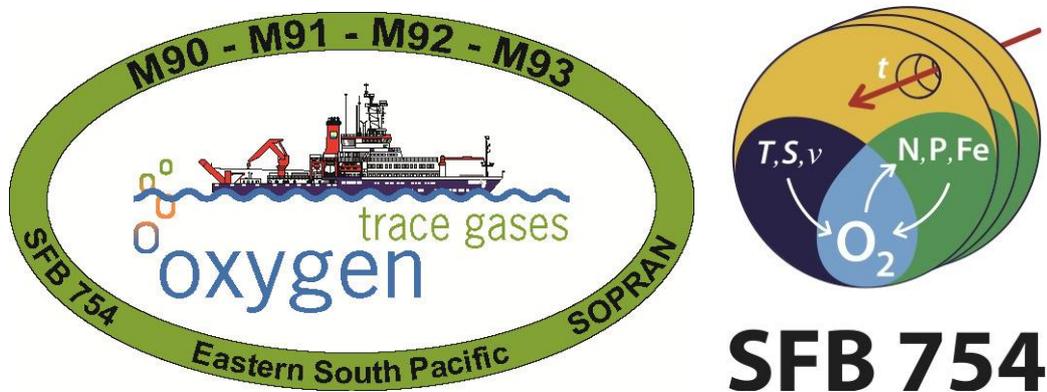


# Meteorreise M90

1 Wochenbericht (25-28.10.2012)

Mehr als vier Monate wird das deutsche Forschungsschiff METEOR im tropischen Südostpazifik verbringen. Schwerpunkt der jetzt beginnenden Expeditionen M90 bis M93 sind Untersuchungen zu sauerstoffarmen Regionen und den Auftriebsgebieten vor Peru. Federführend sind Forscher des GEOMAR Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung Kiel, die ihre Studien im Rahmen des Sonderforschungsbereichs (SFB) 754 „Klima – Biogeochemische Wechselwirkungen im tropischen Ozean“ und des BMBF Verbundprojektes SOPRAN (Surface Ocean Processes in the Anthropocene) durchführen.



Die jetzt beginnende Meteor-Reise M90 in den östlichen tropischen Südpazifik ist ein Vorhaben mehrerer Gruppen des Sonderforschungsbereichs (SFB) 754. Ziel des Vorhabens ist die Quantifizierung der längerperiodischen Variabilität in der Sauerstoffminimumzone des tropischen Südpazifiks mit einem besonderen Fokus auf der Rolle sowohl der großräumigen Zirkulation als auch der Eddy- (Wirbel) Prozesse für Sauerstoffänderungen und die Ventilation der Sauerstoffminimumzone.

Zum Abschluss der Reise M89 lief Meteor am 25. Oktober 2012 in Cristobal (Colon), Panama ein. Ein Voraustrupp von 2 Personen für die Reise M90 wurde am 25.10. durch die Agentur auf die Meteor gebracht. Drei Container für die Reise M90, die bereits im September in Bremerhaven mit freundlicher Erlaubnis von Leitstelle, Schiff und Fahrtleiter M89 an Bord gebracht worden waren, wurden auf die zum Entladen vorgesehenen Stellplätze gesetzt.

Bedingt durch Gesetzesänderungen kam es in letzter Zeit in Colon zu Protesten, die am 26.10. derart eskalierten, dass der Voraustrupp bis zum Abend im Hotel verbringen musste, um kein Sicherheitsrisiko einzugehen. Die Hauptgruppe der Wissenschaftlicher war am 26.10. abends in Panama City angekommen. Nach einer Nacht im Hotel in Panama City wurde die Gruppe am 27.10. zum Schiff gebracht, und zum Glück waren die Unruhen abgeebbt, sodass es zu keinen

Behinderungen kam. Seit der Ankunft sind die Arbeitsgruppen damit beschäftigt, die Labore für die anstehenden Forschungsarbeiten einzurichten. Die Meteor liegt mittlerweile auf Reede vor Colon. Der Lotse für den Panamakanal war heute Nachmittag bereits auf dem Schiff. Da das Bunkerschiff vormittags verspätet zur Meteor kam, war der Bunkervorgang noch nicht abgeschlossen und der Lotse musste das Schiff wieder verlassen. Der voraussichtlich nächste Termin für die Kanalpassage ist am Montagabend.



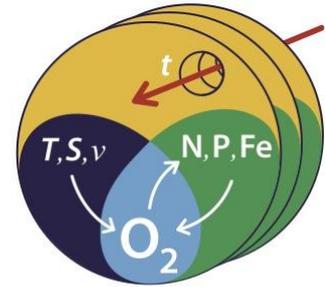
Alle Mitfahrer sind hoch motiviert und gespannt auf die Messungen, die in der Wirtschaftszone von Panama nach der Passage durch den Panamakanal begonnen werden sollen.

Mit den besten Grüßen von der Meteor im Namen aller Fahrtteilnehmer  
Lothar Stramma (28.10.2012)

## Meteorreise M90

2. Wochenbericht (29.10.-4.11.2012)

Cristobal, Panama nach Callao, Peru



# SFB 754

Am Montag, 29.10. wurde die Wartezeit auf den Lotsen für den Panama Kanal genutzt eine Fahrtvorbesprechung durchzuführen und die Labore weiter einzurichten. Gegen 18 Uhr wurden die Anker gelichtet und die erste Schleuse wurde bei Dunkelheit erreicht. Trotzdem war die Durchfahrt durch die Schleusentreppe eine sehr beeindruckende und willkommene Abwechslung zum Aufbau der Geräte. Am Dienstagmorgen, den 30.10. wurden vor Balboa Schmierstoffe übernommen und um 9 Uhr begann der Transit zur ersten CTD-Station mit einem Tag Verspätung bedingt durch die zusätzliche Wartezeit auf die Panama Kanalpassage in Cristobal.



*FS Meteor bei der Einfahrt in die Schleusentreppe zum Gatun See .*

Zwei Stationen in der Wirtschaftszone von Panama waren nachträglich beantragt und von Panama bewilligt worden. Auf den Meteorreisen M77/3 und

M77/4 war Anfang 2009 u.a. die Neodymisotopenverteilung gemessen worden, über deren Verteilung im Ostpazifik zuvor keine Daten vorlagen. Die Daten der früheren Reise wurden 2012 publiziert (Grasse et al., Earth and Planetary Science Letters). Da 2009 nur Daten südlich von 2°N gemessen worden waren, liefern die Stationen vor Panama eine ideale Erweiterung des Datensatzes bis nahe an Mittelamerika heran. Gleichzeitig wurden Proben für die Konzentrationen der Seltenen Erden (REEs) genommen sowie erste Proben für den Vergleich der Daten, die im Südpazifik gemessen werden sollen.

Nach einem weiteren Transit wurde der Startpunkt des 85°50'W Schnittes bei 2°N am Nachmittag des 1. Novembers erreicht. Da das äquatoriale Stromsystem sich auf kleinen Skalen ändert, wurden die CTD-Stationen zwischen 1°N und 1°S im 10-Meilen Abstand vermessen. Zur besseren gemeinsamen Nutzung und zum Vergleich der Ergebnisse der einzelnen Gruppen werden auf bestimmten Stationen die Probennahmen aus den Wasserschöpfern von allen Gruppen auf der gleichen Station durchgeführt. Um den Wasserbedarf aller Gruppen zu decken bedarf es bis zu 47 Schöpfer, so dass jeweils zwei CTD-Schöpfer-Profilen auf diesen Stationen genommen werden müssen.

*Teilnehmer der einzelnen Gruppen warten auf der Station am Äquator auf ihre Schöpferproben, die nach einer festen Reihenfolge entsprechend der Empfindlichkeit der Proben gezapft werden.*



Alle Instrumente laufen zur Zeit sehr gut und kleinere technische Probleme führten zu keinen Verlusten, da z.B. an der CTD die Sensoren für die wichtigen Parameter doppelt angebracht sind und bei Störungen immer noch 1 Sensor die benötigten Daten liefert. Die neue Windentrommel für das Einleiterkabel läuft bisher problemlos und sehr zuverlässig.

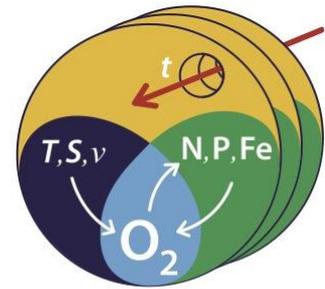
Kleinere Wünsche zur Optimierung des Messprogramms werden von der Schiffsbesatzung umgehend umgesetzt und erledigt, und die Stimmung und Zusammenarbeit an Bord ist ausgesprochen harmonisch.

Mit den besten Grüßen von der Meteor im Namen aller Fahrtteilnehmer  
Lothar Stramma (4.11.2012)

## Meteorreise M90

Cristobal, Panama nach Callao, Peru

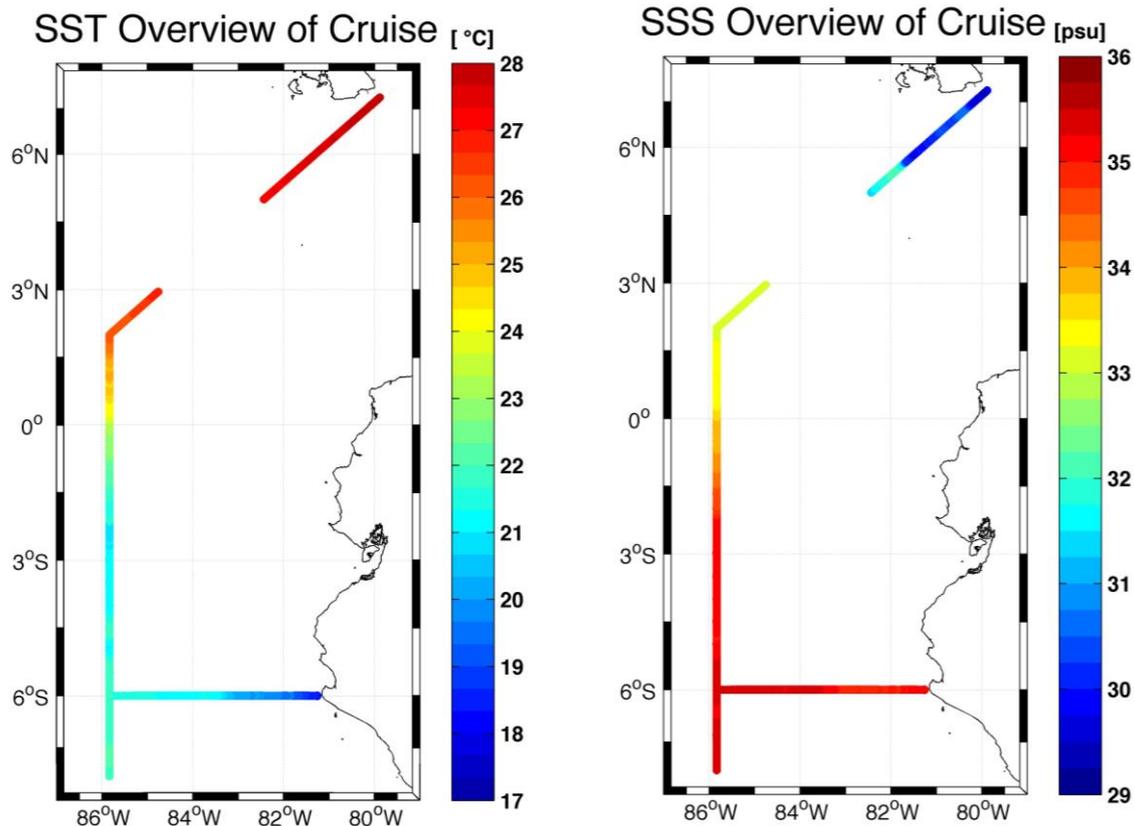
3. Wochenbericht (05.11.-11.11.2012)



# SFB 754

Um zum Ende der Reise M90 eine geschlossene hydrographische Box im Ostpazifik vor Peru zu erhalten, wurde ein Zonalschnitt auf  $6^{\circ}\text{S}$  beprobt. Dieser Schnitt wurde notwendig, da Meteor nicht wie ursprünglich geplant aus Ecuador kam, sondern die Fahrt ab Panama stattfand und in der Wirtschaftszone von Kolumbien nicht gemessen wurde durfte (siehe Abb. 1). Ab Sonntag den 4.11. abends, wurde ein Transit auf  $6^{\circ}\text{S}$  zum peruanischen Schelf gefahren. Am Montagabend begann der Schnitt auf  $6^{\circ}\text{S}$  nach Westen auf dem Schelf bei 200 m Wassertiefe. Seit dem 7. November messen wir quer über die Sauerstoffminimumzone auf dem  $85^{\circ}50'\text{W}$  Schnitt nach Süden. Heute Mittag waren wir bis  $18^{\circ}\text{S}$  vorangekommen. Die W2-Winde lief auf allen CTD-Stationen hervorragend und ohne Störungen.

Der Schnitt auf  $6^{\circ}\text{S}$  wurde während M77/4 in Februar 2009 bereits gemessen und konnte somit mit den jetzigen Messungen verglichen werden. Während im Februar 2009 Upwelling mit sauerstoffarmen Wasser auf dem Schelf beobachtet wurde, war jetzt in der Dichte trotz der kühleren Oberflächentemperaturen am Schelf (Abb. 1) kein nennenswertes Upwelling zu erkennen. Stattdessen lag relativ sauerstoffreiches Wasser auf dem Schelf. In den uns von Land aus zugeschickten Altimeterbildern war eine starke zyklonale Struktur am Schelf zu sehen. Die Oberflächentemperaturverteilung der Satellitenbilder zeigte knapp nördlich von  $6^{\circ}\text{S}$  wärmeres Wasser an der Küste, während kaltes Wasser sich im Halbkreis darum herum ausbreitet. Somit stammt das sauerstoffreiche Wasser auf dem Schelf bei  $6^{\circ}\text{S}$  von dem vom äquatorialen Bereich kommenden südwärts fließenden Peru-Chile Countercurrent, während das nordwärts strömende, kalte und sauerstoffarme Wasser des Peru Coastal Current vom Schelf verdrängt wird und um den Peru-Chile Countercurrent herumströmt. Die Strömungsmessungen des ADCPs zeigen den südwärtigen Strom an der Küste und den nordwärtigen Strom seewärts vom Schelf.



*Abb.1 Oberflächentemperatur und Oberflächensalzgehalt nördlich von 8°S. Die Unterbrechung im Nordpazifik markiert die Wirtschaftszone von Kolumbien, für die wir keine Forschungsgenehmigung erhalten haben.*

Die Lage und Stärke des Äquatorialen Unterstroms (EUC) östlich der am Äquator liegenden Galapagos Inseln und der Weg auf welchem der EUC weiter nach Osten strömt, sind bis heute unklar. Im Gegensatz zur Reise M77/4 in Februar 2009 war der Dichtebereich 25.0 bis 26.0 am Äquator viel dicker und zeigte einen höheren Sauerstoffgehalt in dieser Tiefenschicht. Die ADCP-Daten sind noch nicht endgültig prozessiert, zeigen aber erstaunlicherweise die stärksten Ostströmungen in etwa 200 m Tiefe, während in 2009 Westströmung beobachtet wurde. Für die spätere detaillierte Auswertung stehen Daten vom 75 kHz und vom 38 kHz ADCP zur Verfügung, wobei das 75 kHz durch den Einbau weiter zum Bug hin auf Station verwaschene Daten aufzeichnet, wenn zum Manövrieren der Bugstrahler eingesetzt werden muss, während das in Seeschicht eingebaute 38 kHz ADCP nicht gestört wird.

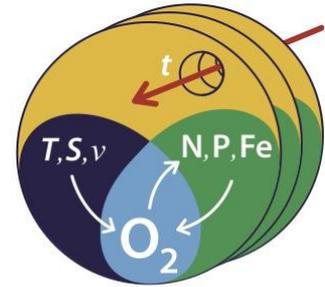
Fast die gesamte Woche lag die Meteor unter einer Wolkendecke, die die Lufttemperaturen im Bereich von um die 20°C begrenzte. Trotz der für die Tropen recht kühlen Temperaturen ist die Stimmung an Bord ausgezeichnet.

Mit den besten Grüßen von der Meteor im Namen aller Fahrtteilnehmer  
Lothar Stramma (11.11.2012)

## Meteorreise M90

Cristobal, Panama nach Callao, Peru

4. Wochenbericht (12.11.-18.11.2012)



# SFB 754

Der am Ende der vorigen Woche gemessene Schnitt entlang  $85^{\circ}50'W$ , der sich südlich von  $15^{\circ}S$  bis  $88^{\circ}W$  verlagert, wurde beprobt, bis wir am Dienstagmittag den südlichsten Punkt der vorgesehenen Messungen bei  $24^{\circ}S$  erreicht hatten. Dieser Schnitt wurde bereits 1993 im World Ocean Circulation Experiment (WOCE) aufgenommen, und ein Ziel der Reise M90 ist es Änderungen der Parameter, besonders des Sauerstoffs, im direkten Vergleich auf dem Schnitt zu untersuchen.

Ab  $24^{\circ}S$  gab es einen Transit zur amerikanischen STRATUS Verankerung bei ca.  $20^{\circ}S$ ,  $85^{\circ}W$ . Auf dem Transit wurde am Abend an Deck gegrillt, was eine willkommene Abwechslung nach dem vorangegangenen kontinuierlichen CTD-Programm war. Die STRATUS Verankerung wird von den USA seit 2000 zur Untersuchung von oberflächennahen Prozessen und dem Austausch mit der Atmosphäre betrieben. In der letzten Auslegungsphase hatten Woods Hole und der SFB-754 zum ersten Mal Sauerstoffsensoren im Bereich der Sauerstoffminimumzone in die Verankerung eingebaut, und es gab spannende Ergebnisse, mit deren gemeinsamen Auswertung wir begonnen haben. Da die US-Gruppen bei der Auslegung keine Sauerstoffmessungen machen, waren unsere Stationen bei der Verankerung als auch südlich und nördlich der Verankerung nötig, um die Sauerstoffverteilung und die Gradienten besser zu bestimmen.

1994 wurde während WOCE ein Schnitt auf  $16^{\circ}45'S$  gemessen, den wir zur Untersuchung der zeitlichen Änderungen auf M90 wieder beproben. Von STRATUS ging es nach  $16^{\circ}45'S$ ,  $87^{\circ}W$ , wo am Donnerstag die erste und westlichste Station auf diesem Schnitt gemessen wurde. Ein weiteres Ziel der Reise M90 ist es, Wirbel (Eddies) in der Nähe des  $16^{\circ}45'S$  Schnittes zu finden und ihren Einfluss auf die Sauerstoffminimumzone zu untersuchen. Aus den von Land übermittelten Satellitenbildern wussten wir, dass zwei antizyklonale Wirbel zwischen  $87^{\circ}W$  und  $82^{\circ}W$  liegen sollten. Die ADCP Messungen auf dem Schnitt zeigten deutlich für beide Wirbel die südwärtige Komponente im

Westen und die nordwärtige im Osten (Abb. 1), typisch für antizyklonale Bewegung auf der Südhalbkugel. Die CTD-Schnitte wiesen deutlich erhöhte Temperaturen und Salzgehalte und geringeren Sauerstoff im Wirbel auf. Daraufhin wurde von Samstag bis heute ein Süd-Nord-Schnitt durch den Wirbel gefahren, bei denen alle Gruppen reichlich Proben gesammelt haben, um den Wirbel in den unterschiedlichen Parametern zu untersuchen. Zur Zeit fahren wir wieder zurück zum 16°45'S Schnitt.

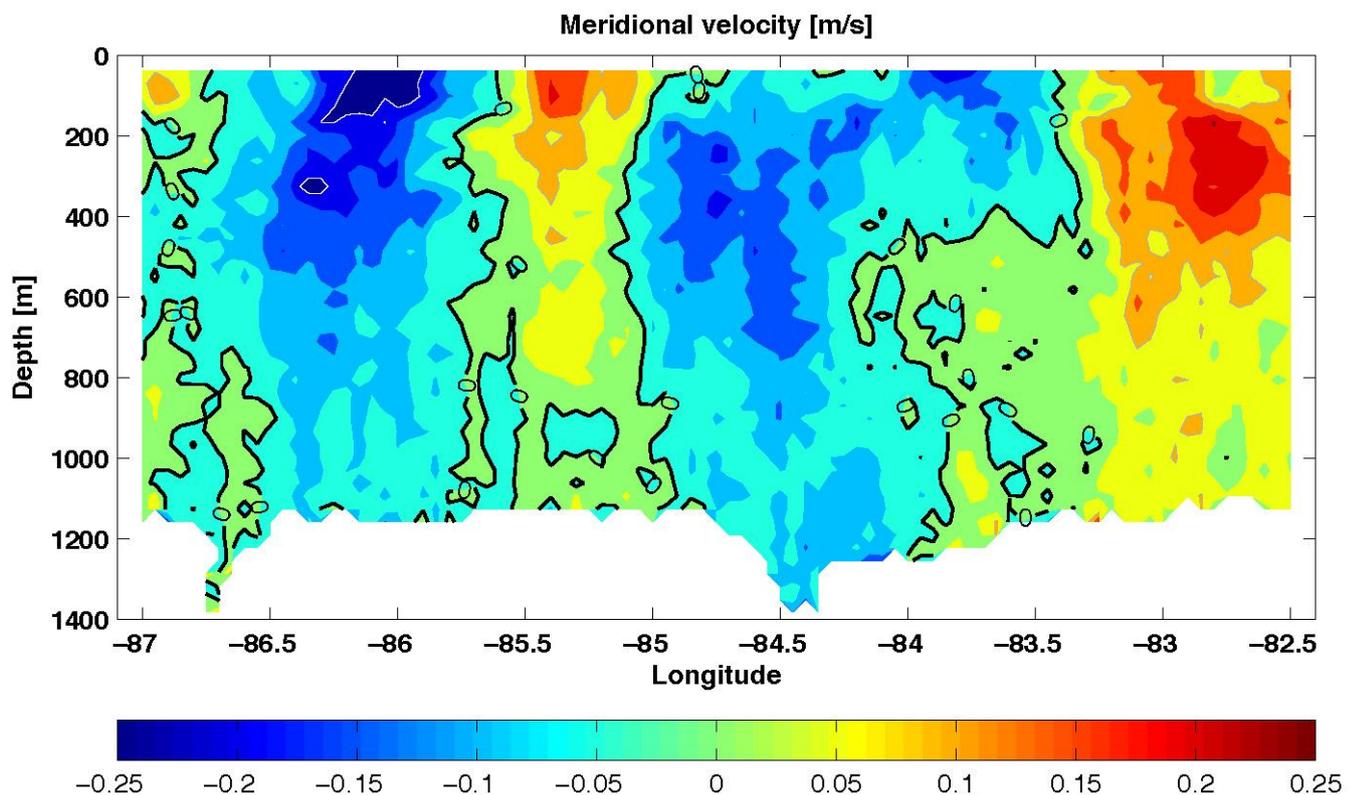


Abb. 1: Meridional Komponente des 38 kHz ADCP's zwischen 87°W und 82.5°W auf 16°45'S mit den beiden antizyklonalen Wirbeln (rot nach Norden).

Auch unsere Spurenmetall- und Photochemiegruppe konnte den Wirbel in ihren Messungen erkennen, hier ein Bericht von Kathrin Wuttig:

In dieser Woche waren wir am südlichsten Punkt unserer Fahrt, etwas südlich des südlichen Wendekreises (23°30'S). Dieser heißt im Englischen „Tropic of Capricorn“, was übersetzt ebenso poetisch klingt mit Wendekreis des Steinbocks. Auf dem Weg von Süden nach Norden wurde das erste Foto an Bord gemacht, in dem sich die Sonne glücklicherweise einmal sehen lies und schön im Zenit stand, so dass kaum Schatten von den Personen an Bord zu sehen sind (Foto1).



Photo 1

Durch Verschickungsprobleme kam eine Luftfrachtkiste mit Geräten aus Frankreich leider nicht rechtzeitig in Cristobal an, so dass die Spurenmetall- und Photochemiegruppe (Peter Croot, NUIG, Galway, Foto3 und Kathrin Wuttig, GEOMAR, Kiel) Zuwachs bekam von Justyna Jonca (LEGOS, Toulouse, Foto2). Dies ist eine Bereicherung für unsere Gruppe, da sie sich gut mit Elektrochemie auskennt und somit die Messungen von Titan und Iodid übernommen hat. Titan ist in Gestein vorhanden und da es, so weit bisher bekannt, nicht biologisch verwertet wird, kann es als Tracer für den Eintrag von Staub in den Ozean verwendet werden. Die Methode für Titanmessungen im Ozean ist relativ neu (Croot, 2011, Analytical Chemistry), und wird das erste Mal in diesem Gebiet des Pazifiks angewendet. Die ersten Tiefenprofile sahen sehr vielversprechend aus mit einer zunehmenden Konzentration in der Tiefe.

Iodid und Iodat sind normalerweise zusammen als Gesamtiodine konservativ im offenen Ozean mit ungefähr 380nmol/L vorhanden, aber hier, in der Sauerstoffminimumzone, konnten wir extrem hohe Werte an Iodid schon alleine über 500nmol/L beobachten, weil es alles reduziert wurde.

Seit Freitag sind wir zudem auf einem West-Ost-Transekt zwischen 16° und 17°S auf der Suche nach Eddys. Als Eddies werden sich drehende Wassermassen bezeichnet, nicht unähnlich eines Tornados an Land, die in sich geschlossen drehend (gegen- oder mit dem Uhrzeigersinn) hier Wassermassen und auch dann darin gefangene Organismen und Nährstoffe von Land in den offenen Ozean transportieren. Genau dies konnte am Freitag auf einer Station in der Mitte eines solchen Wirbels beobachtet werden. Hier fanden wir hohe Phosphatkonzentrationen und auch größeres Plankton vor, als die zuletzt beobachteten. Jetzt sind wir gespannt auf weitere Wirbel und was wir darin finden werden.



Photo 2

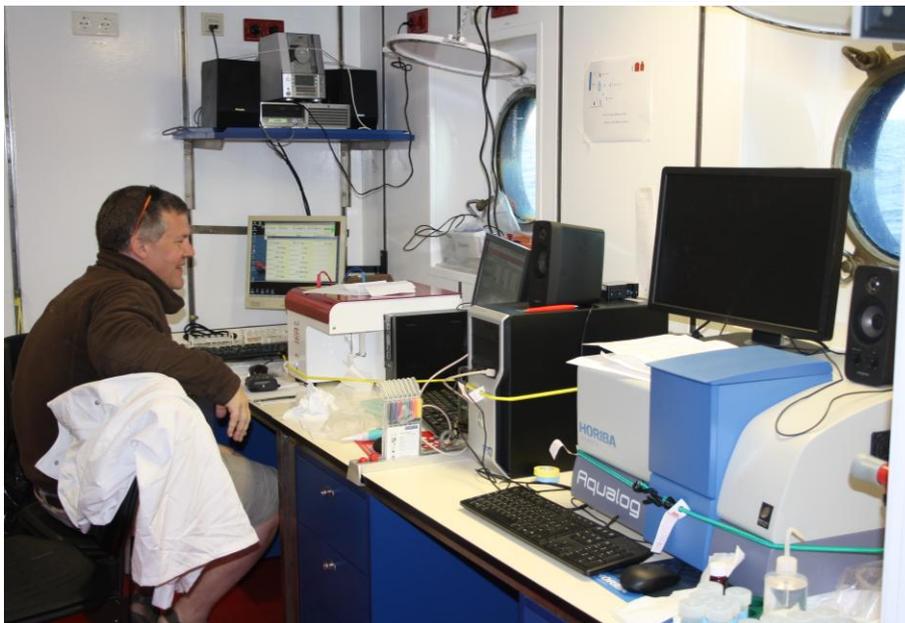


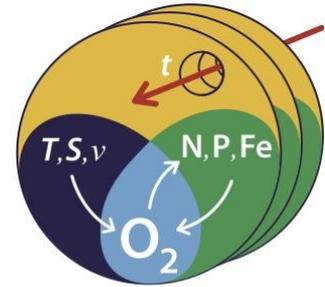
Photo 3

Mit den besten Grüßen von der Meteor im Namen aller Fahrtteilnehmer  
Lothar Stramma (18.11.2012)

## Meteorreise M90

Cristobal, Panama nach Callao, Peru

5. Wochenbericht (19.11.-28.11.2012)



# SFB 754

Nach der Beprobung des antizyklonalen Wirbels bei etwa  $83^{\circ}\text{W}$  bis zum Ende der Vorwoche setzten wir am Montag die Messungen wieder entlang des  $16^{\circ}45'\text{S}$  Schnittes fort. Dieser ging durch den südlichen Teil eines großen zyklonalen Wirbels mit Zentrum bei etwa  $81^{\circ}\text{W}$ . Bei  $79^{\circ}30'\text{W}$  unterbrachen wir die CTD-Arbeiten auf dem  $16^{\circ}45'\text{S}$  Schnitt, und einen diagonalen Schnitt durch den zyklonalen Wirbel zu beproben. Die Sauerstoffverteilung zeigt deutlich erhöhte Werte im Zentrum des Wirbels (Abb. 1) bei gleichzeitiger Aufwölbung der Dichtelinien sowie erniedrigten Temperaturen und Salzgehalten.

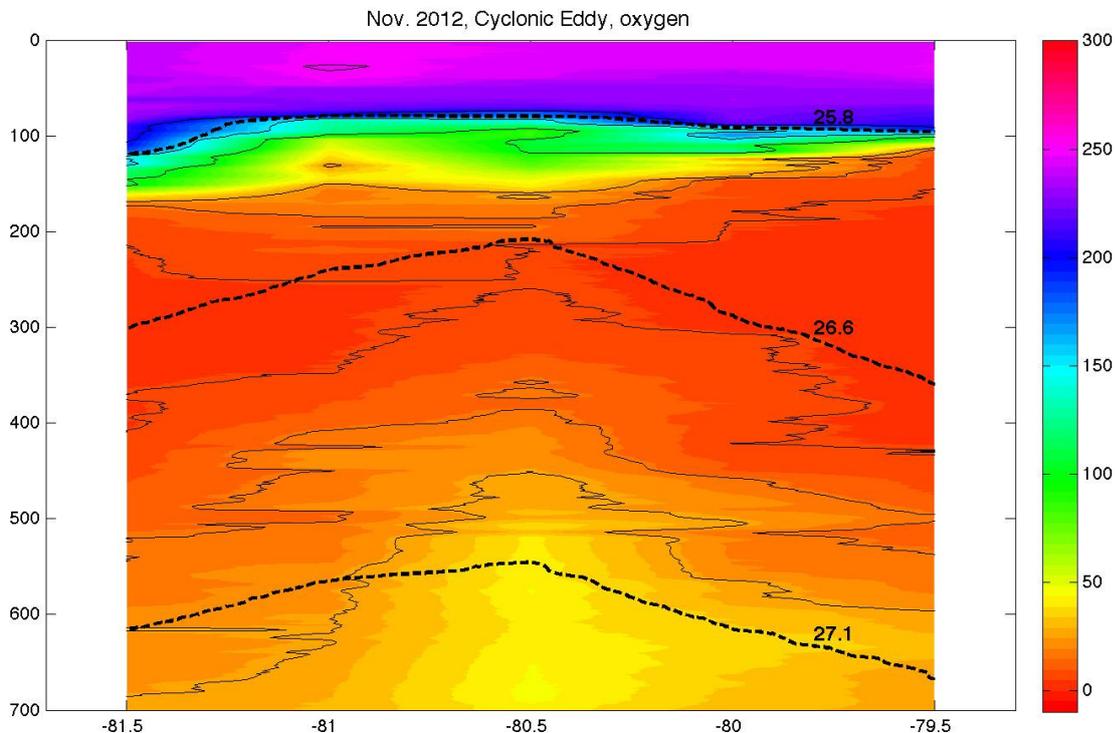
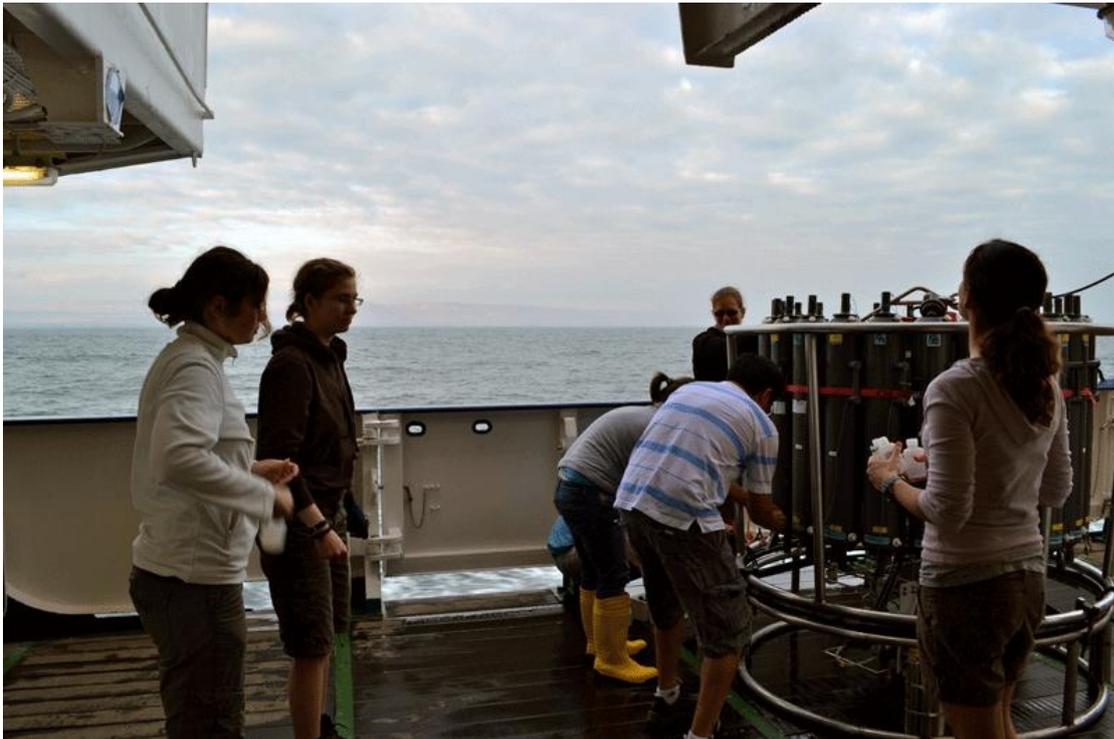


Abb. 1: Sauerstoffverteilung (in  $\mu\text{mol/kg}$ ) mit einigen ausgewählten Dichtelinien im zyklonalen Wirbel bei ca.  $81^{\circ}\text{W}$ .

Am Mittwoch wurde die Untersuchung des zyklonalen Wirbels beendet und der 16°45'S Schnitt erneut bis zum Erreichen des peruanischen Schelfs am Freitagabend fortgesetzt. Der Schelf vor Peru ist am Ende des Schnittes recht schmal, so dass die letzten beiden Stationen in Sichtweite des Küste lagen und somit den Fahrtteilnehmern beim Abfüllen der Wasserproben einen ersten Blick auf Peru erlaubten (Abb. 2).



*Abb. 2: Entnahme der Wasserproben mit einem ersten Blick auf die peruanische Küste am Horizont.*

Ein antizyklonaler Wirbel liegt vor der peruanischen Küste mit dem Zentrum bei 16°30'S, 77°30'W. Diesen Wirbel vermessen wir seit Samstag mit engabständigen CTD-Stationen von ca. 10 sm. Die Vermessung dieses Wirbels wird bis Montagabend weitergeführt, bevor wir dann Richtung Callao fahren werden, wo für Mittwochmorgen das Einlaufen geplant ist und die Reise M90 beendet wird.

Die Winde und die ADCP's laufen weiterhin problemlos. Während der gesamten Reise M90 erhielten wir optimale Unterstützung von allen Gruppen der Mannschaft in stets harmonischer Atmosphäre. Wir konnten einen hervorragenden Datensatz auf der Reise M90 gewinnen, deren Auswertung sicher viele spannende neue Ergebnisse liefern wird.

Mit den besten Grüßen von der Meteor im Namen aller Fahrtteilnehmer  
Lothar Stramma (25.11.2012)