

FS METEOR Reise M 100/1 Erster Wochenbericht

Walvis Bay – Walvis Bay

1. September bis 1. Oktober 2013

Die drei Reisen M99, M100/1 und M100/2 sind thematisch verbunden: sie befassen sich mit dem Auftrieb vor der SW-afrikanischen Küste, während die dritte Reise zusätzlich Transportprozesse vom Südatlantik in den Indischen Ozean untersucht. Weiterhin sind alle drei Reisen kombinierte Forschungs- und Ausbildungsreisen: „learning by doing“ für Studenten ist das Prinzip aber auch die direkte Beteiligung von jungen Wissenschaftlern der Universitäten und marinen Institute der Anrainerstaaten, Angola, Namibia und Südafrika ist integraler Teil der Zielsetzungen. Umgekehrt ist das Wissen und die Interaktion mit einheimischen Wissenschaftlern eine gute Basis für innovative gemeinsame Forschung in diesem hochproduktiven Meeresgebiet. Finanzträger ist das BMBF, Förderer des Projekts GENUS II: „Geochemistry and Ecology of the Namibian Upwelling System“.

Mit der Reise M 100/1 setzt eine multidisziplinäre Forschergruppe ihre Arbeiten fort, bezogen auf den Status und die Entwicklung des nördlichsten Kompartiments des Benguela-Strom-Systems vor Namibia, mit der Zielsetzung, die Variation und Variabilität des Ökosystems und dessen Auswirkung auf die Emission von Treibhausgasen zu erfassen und auf Szenarien der erwarteten Effekte des Globalen Wandels beziehen zu können. Es ist das erste von zwei Zentralexperimenten. Die Reise NamBo findet im späten Winter, dem saisonalen Maximum des Auftriebs, statt und wird Anfang 2014 durch eine zweite Reise NamuFil, zum Auftriebs-Minimum, ergänzt werden. NamBo 2013 dient dem Studium der Formierung und der Abfolge von Prozessen in Filamenten im Auftriebswasser, das komplette Lebensgemeinschaften von der Küste nach Westen in den offenen Ozean transportiert. Die abiotische und biotische Dynamik sowie die Stoffflüsse zwischen und entlang der Grenzflächen und -schichten, ebenso wie der Austausch zwischen Sediment und Wassersäule dieser für das Gebiet typischen Strömungs-Strukturen, werden eingehend untersucht.

Die Fahrt dient der Erarbeitung von Konzepten und Daten, die dazu dienen, eine Folge von numerischen Modellen weiter zu entwickeln und anzuwenden mit den folgenden übergreifenden Zielsetzungen:

- 1) Retrospektive Analysen physikalischer Bedingungen an Grenzflächen und biogeochemischer Zyklen.
- 2) Identifizierung der Schlüssel-Prozesse und –Arten sowie der bestimmenden Raten von physikalischen, biogeochemischen und biologischen Ökosystem - Komponenten.
- 3) Energieflüsse und Feedback trophischer Strukturen und Systeme innerhalb der biogeochemischen Zyklen.
- 4) Simulation von Interaktionen zwischen Schelf-Ökosystem – offener Ozean – Atmosphäre.

Wir wollen dazu beitragen, Prognosen über die Entwicklung von Schelfmeer-Systemen und ihrer Ressourcen innerhalb der nächsten Dekaden abzugeben und die Einflüsse anthropogener und natürlicher Variationen abzuschätzen.

Die Fahrt ist in den September gelegt worden, in die Zeit des ausgeprägten saisonalen Maximums der Auftriebs-Aktivität, das für die nördliche Benguelastrom-Region typisch ist. Zunächst haben wir einen Schnitt senkrecht zur Küste nahe Walvis Bay beprobt. Ein zweiter Schnitt beginnt später im Gebiet des Kunene Rivers, im Norden. Diese Schnitte wurden bereits während GENUS I bearbeitet und werden fortgesetzt, um Langzeit-Analysen zu ermöglichen, die mit den namibianischen Partnern abgestimmt sind. Zusätzlich zu den Arbeiten unter GENUS I, liegt jetzt der Schwerpunkt auf der Untersuchung von Grenzflächen in Frontalzonen sowie auf vertikalen Grenzflächen in Bezug auf die Sauerstoff-Minimum-Zone, sowie auf den Übergang Benthos – Pelagial. Besonderes Augenmerk wird auf die Studie eines Auftriebsfilaments gelegt. Filamente sind verantwortlich für den Transport großer Biomassen, die im Küstenauftrieb entstehen und vom Schelf weit in den offenen Ozean transportiert werden. Wir haben bereits anhand von on-line Satellitenbildern (Mikrowellenband und visuell) ein geeignetes Filament lokalisiert, mit Hilfe der Fluoreszenz- und Temperaturwerte (SST) der Meeres-Oberfläche, in der Nähe des 20°S – Breitengrades, den Bereich der 200, 500 und 1000m Linie überstreichend. Mit allen Geräten, modernsten Planktonnetzen, ROV, CTD, Scanfish, Katamaran-ADCP und Mikrostruktursonde werden nun integrierte Studien betrieben, um die biologischen und physikalischen Prozesse in der Wassersäule zu erfassen. Als vergleichender Kontrast wird die zweite Filamentstudie im Januar und Februar 2014 (M 103), der Zeit des Auftriebsminimums, dienen.

Herausragendes Ereignis der ersten Woche war aber die Feier der hundertsten Reise der METEOR, M100/1, die mit 3 Cheers in der Bar eingeleitet wurde: wir sind stolz auf das schöne und tüchtige Schiff und empfinden es als ein großes Privileg, ein solch perfektes, sozusagen „belebtes Instrument“ für unsere Forschung einsetzen zu können, solide begründet auf der Erfahrung und der bedingungslosen Unterstützung von Schiffsführung und Mannschaft: wir sind ein perfektes Team!



Foto: D. Peterke

Gruppenbild zur hundertsten Fahrt des FS METEOR, M 100/1. Es ist selten, dass Mannschaft und Wissenschaft im laufenden Wachbetrieb komplett zusammenkommen kann. Das gemeinsame Bild demonstriert aber die enge Verzahnung von schiffstechnischer und wissenschaftlicher Zusammenarbeit, die perfekt und typisch auf unserem schönen Schiff, zum Nutzen der internationalen Meeresforschung, gelingt.

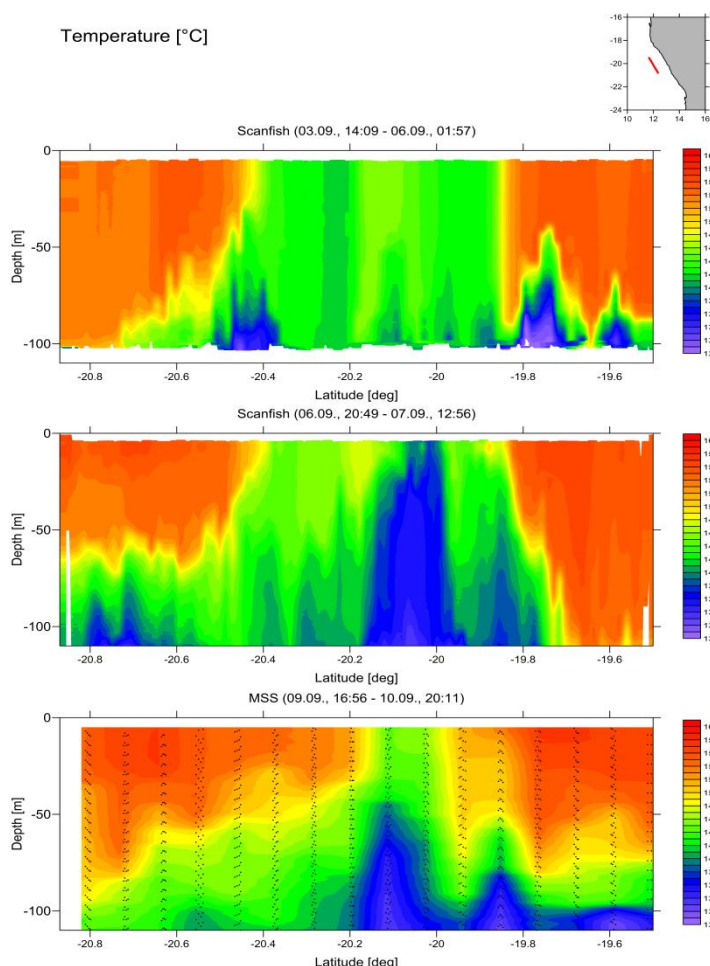
Vielen Dank dem Steuerzahler, dem Ministerium, der Senatskommission, der Leitstelle, und der Reederei!
Herzlich, Fritz Buchholz, Fahrtleiter M 100/1, 8. September 2013.

FS METEOR Reise M 100/1
Zweiter Wochenbericht

Walvis Bay – Walvis Bay
1. September bis 1. Oktober 2013



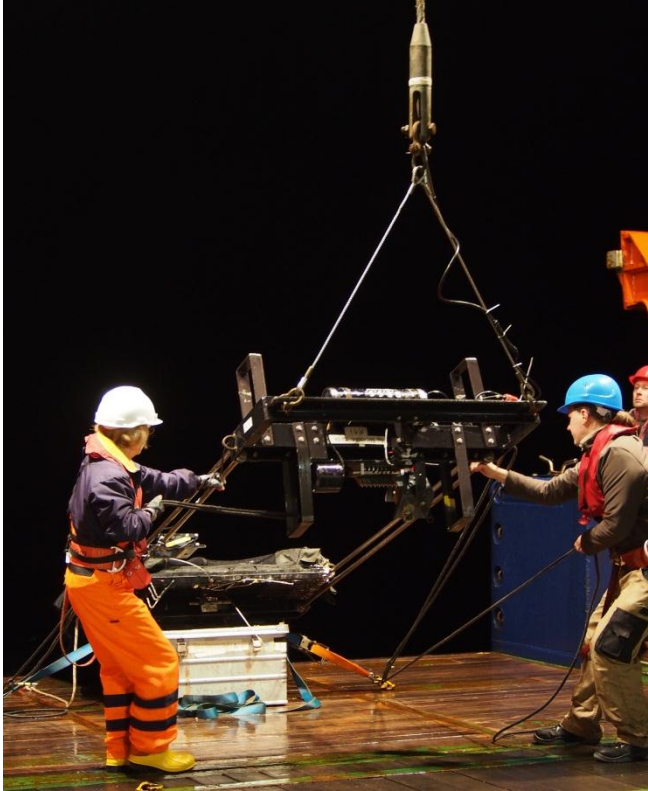
Zu dieser Jahreszeit sind Auftriebs-Filamente charakteristische Strukturen im Benguela-Stromgebiet. Nur verstecken sie sich gelegentlich unter einer warmen Deckschicht, die sie dem Blick der Mess-Satelliten entzieht. Oder Regen und Wolken stören die Aufnahme. Mit besonders aufbereiteten Bildern des DWD und des IOWs, kombiniert mit einem langen Suchschnitt mit unserem Scanfish, haben wir dennoch eine geeignete Auftriebsfahne entdeckt. Der Scanfish sieht aus wie ein Tragflügel, wird hinter dem Schiff geschleppt und unduliert ständig zwischen der Oberfläche und 120m Tiefe. Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff und Chlorophyll werden als Messdaten laufend an Bord geschickt und geben so ein Strukturbild im Querschnitt durch das Filament (s. Abb.). In 30, 60 und 90 Seemeilen Abstand von der Küste zeigen die Temperaturdaten, wie scharf das kühle Filament gegen die warmen ozeanischen Wassermassen im Norden und Süden abgegrenzt ist. Im dritten (untersten) Schnitt ist das Filament nur noch ganz schmal und verliert sich schon im Ozean. Wir haben nun mit unserer geballten Mess-



Die Temperaturverteilung in 3 Scanfish-Querschnitten durch das Filament zeigt die scharfe Nord- und Südgrenze des Filaments: rot = warm, grün und blau = kaltes Auftriebs-Wasser. Die Tiefe des Filaments liegt bei 120m, der maximalen Tauchtiefe des Messinstrumentes.

Kraft entlang dieser Schnitte: Außen-Süden, S-Front, Mitte, N-Front und Außen-Norden das Filament vermessen und Tag und Nacht Netz- und Wassers schöpfer-Proben genommen. Dazu haben wir parallel Experimente durchgeführt, zu Respiration, Produktion und Wachstum der Organismen. Wir hatten Glück – auch mit dem Wetter – und konnten alle Messungen sauber „nach Hause bringen“, in großer Vielfalt und Präzision.

Gestern haben wir in einem ersten Diskussions-Seminar unsere Beobachtungen ausgetauscht, soweit die Daten schon zur Verfügung standen: vieles passt zusammen! Unsere Gasmessungen ergaben im Übergang vom Zentrum des Filaments in Richtung Front und Außenbereich eine Abnahme des CO₂ – Gehaltes mit gleichzeitigem Anstieg des pH Wertes. Weitere Spurengasmessungen neben Methan (Dimethylsulfid, Carbondisulfid, Carbonylsulfid, Chlormethan, Brommethan, Iodmethan und Bromoform) müssen noch ausgewertet werden. Die Methanmessungen lassen aber einen deutlichen Einfluss der Filamentstrukturen auf die Konzen-



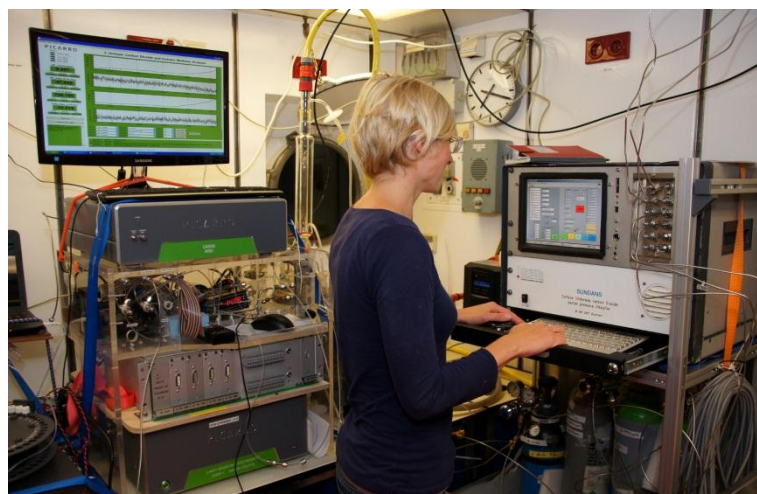
Das Krill-Netz MOCNESS kommt an Bord: die 9 Einzelnetze aus verschiedenen Tiefenstufen müssen noch an Deck gehievt werden.

produktion: Wir fanden aufschlussreiche Verteilungen des Zooplanktons aber auch der Fischlarven innerhalb und außerhalb des Filaments. Die Verteilung der Nährstoffe, Grundlage aller Produktivität, kann erst zu Hause gemessen werden. Interessant waren aber auch unsere Netzdaten und physiologischen Messungen des Krills: Die zahlreichen Kleinkrebse haben eine Schaltstelle im pelagischen Nahrungsnetz inne und sind eher Mikronekton als Plankton, da sie zuträglichen Gradienten hinterher schwimmen können. Sie hielten sich im Filament auf und konnten so Nutzen aus dessen guten trophischen Bedingungen ziehen – der lokale Krill-Schwarm stellte sogar seine Vertikalwanderungs-Amplitude auf die Tiefe des Filaments ein.

Alle bio-geochemischen und biologischen Zusammenhänge werden wir jetzt in den ozeanographischen Kontext setzen können, besonderes Charakteristikum unseres Projekts. Und da wir nun alle im selben Boot sind, können wir laufend neue Gedanken und Ideen austauschen. Es ist überaus spannend!

tration und Verteilung des Methans im Oberflächenwasser erkennen, wobei die höchsten Konzentrationen im Zentrum des Filaments gemessen wurden. Dies stützt unsere Hypothese, dass Filamente für den Transport von Spurengasen in Auftriebsgebieten verantwortlich sind, und damit einen erheblichen Einfluss auf deren Konzentrationsverteilung haben. Die Abnahme des Kohlendioxids im Frontbereich ist offenbar die Folge hoher Produktionsraten des Phytoplanktons.

Darauf ließen Inkubationsexperimente und Respirationmessungen im Wasser im Vergleich außerhalb - in der Front - innerhalb des Filaments schließen, das heißt, das schnell wachsende Plankton bindet das CO_2 . Die Auftriebsgebiete spielen eine erhebliche Rolle in den Bilanzen des klimarelevanten Treibhausgases und hier können wir nun Daten aus dem kleinräumigen Filament-Bereich liefern. Die hohe Produktion des Phytoplanktons beschleunigt wiederum die Sekundär-



Unterwegs-Mess-Systeme registrieren pH (Säurestärke) sowie den Gehalt an atmosphärischen Gasen (CO_2 und CH_4) im Oberflächenwasser.

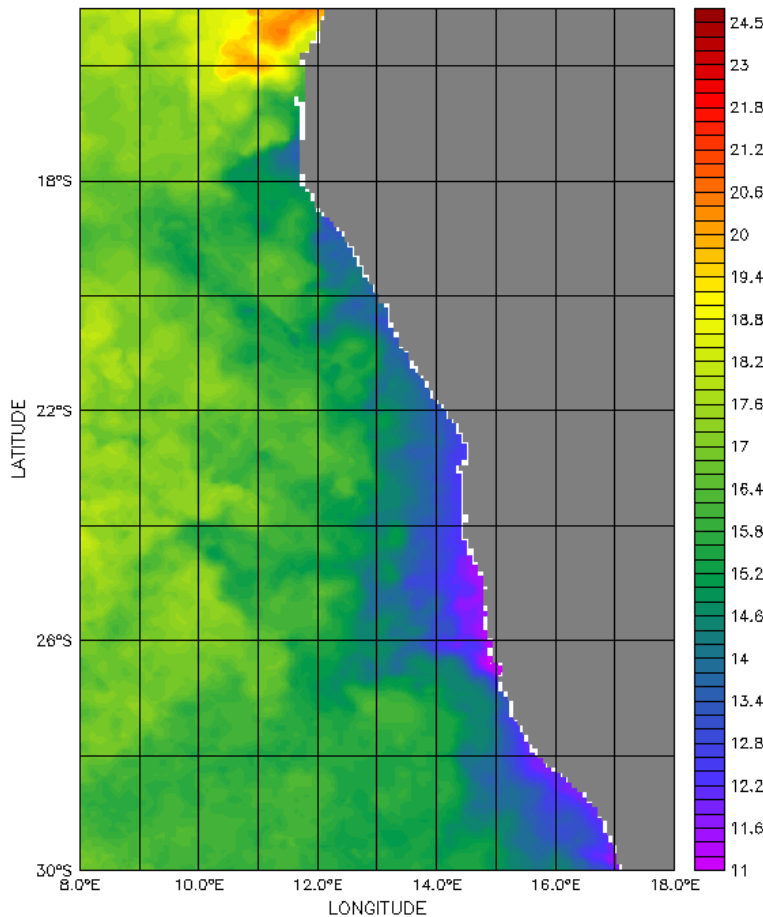
FS METEOR Reise M 100/1
Dritter Wochenbericht

Walvis Bay – Walvis Bay
1. September bis 1. Oktober 2013



Wir haben Passat! Im Englischen werden die Passate Tradewinds genannt, auf Grund ihrer Zuverlässigkeit für die früher segelnden Handelsschiffe. Allerdings gibt es saisonale Verschiebungen der Passatgürtel, die hier vor Namibia sehr ausgeprägt sind. Wir befinden uns aber im Frühjahrsmaximum und tatsächlich weht der SE-Passat sehr beständig, frischt auf und nimmt wieder ab, im Tageszyklus, um und bei 5 Windstärken, durch lokale Tiefdruckgebiete, vom warmen Land kommend, gelegentlich verstärkt. Und der Wind treibt den Benguela-Strom und den Auftrieb. Das hydrographische Bild, hier durch die Oberflächentemperatur dargestellt, ist typisch (Abb 1.): wir haben permanenten Küstenauftrieb: dargestellt durch das „blaue“, d.h. kühle Wasser. Die Lüderitzzelle auf 26°S ist dabei immer am stärksten ausgeprägt, aber auch im Norden sind weitere Zellen gut erkennbar. Der von Norden

Satellitenbild der Oberflächentemperaturen vor Namibia am 21.09.2013



SST mw_ir.fusion (18 UTC) (Celsius)

kommende warme Angola-Strom (rotes, warmes Wasser) ist weit nach Norden abgedrängt worden. Von den blauen Auftriebs-Zellen gehen Filamente senkrecht zur Küstenlinie aus und ragen wie Finger in den Ozean, bis sie sich auflösen. „Unser“ Filament, auf dem 20sten Breitengrad, das wir vor zwei Wochen intensiv untersucht haben, ist allerdings immer noch vorhanden – wir werden zum Schluss der Reise hier nochmals den Anfangsschnitt wiederholen: Ist es vielleicht eine semi-permanente Struktur? Neu und spannend! Das kühle Wasser bewirkt auch durchgehend kühle Frühlingsluft-Temperaturen um die 14°C und meist bedeckten Himmel, nun ja, wir sind nicht zum Vergnügen hier... In der Heimat auf der Nord-Hemisphäre bringt der



Zur Wissenschaft gehört zunächst die Handarbeit Fotos: l. Jörg Bruhn, r. Ralf Lendt

Herbst jetzt ja auch ähnliche Bedingungen. Jedenfalls bedeutet Frühling im Meer auch höchste Produktion und das ist es, was wir auch suchen, finden und verfolgen! Die Nährstoffe sind hoch, das Plankton blüht und dass das ganze Nahrungsnetz maximal produziert, zeigen die obersten Glieder im Nahrungsnetz an, die Warmblüter: wir sehen ständig viele Seevögel, Ohrenrobben, Delfine, Buckelwale, die alle gute Nahrungsbedingungen suchen und finden. Und wir nehmen Proben – mit dem kleinen Apstein-Handnetz bis zum großen Doppel-MOCNESS mit 18x 1m²-Einzelnetzen und können das Nahrungsnetz nicht nur beschreiben, sondern auch seine Stoffflüsse berechnen und letztendlich seine Produktivität bestimmen. Wiederum mit den Langzeitbeobachtungsserien unserer regionalen Kooperationspartner gekoppelt, wollen wir das System besser verstehen lernen: „End-to-End“. Die notwendige Zustandsbeschreibung genügt uns nicht – mit Hilfe der Modelle werden wir versuchen, Vorhersagen zu treffen, wie sich das Benguela-Auftriebssystem entwickeln wird. Ein Übertrag in fischereiliche Abschätzungen ist dabei geplant. Und dieses soll nicht zuletzt den Anrainer-Staaten zu Gute kommen. Die exemplarische Studie wiederum dient dem globalen Vergleich der Entwicklung der vier großen Auftriebsgebiete vor den Szenarien der Folgen der globalen Erwärmung. Und ganz grundsätzlich lernen wir viel über das Detail im saisonalen und regionalen auf- und ab der marinen Produktivität.

Herzlich, Fritz Buchholz, Fahrtleiter M 100/1, 22. September 2013.

Die obersten Glieder im Nahrungsnetz begleiten uns: Albatrosse und Buckelwal!
Fotos: l. Dieter Peterke, r. Toralf Heene



FS METEOR Reise M 100/1
Vierter Wochenbericht

Walvis Bay – Walvis Bay
1. September bis 1. Oktober 2013

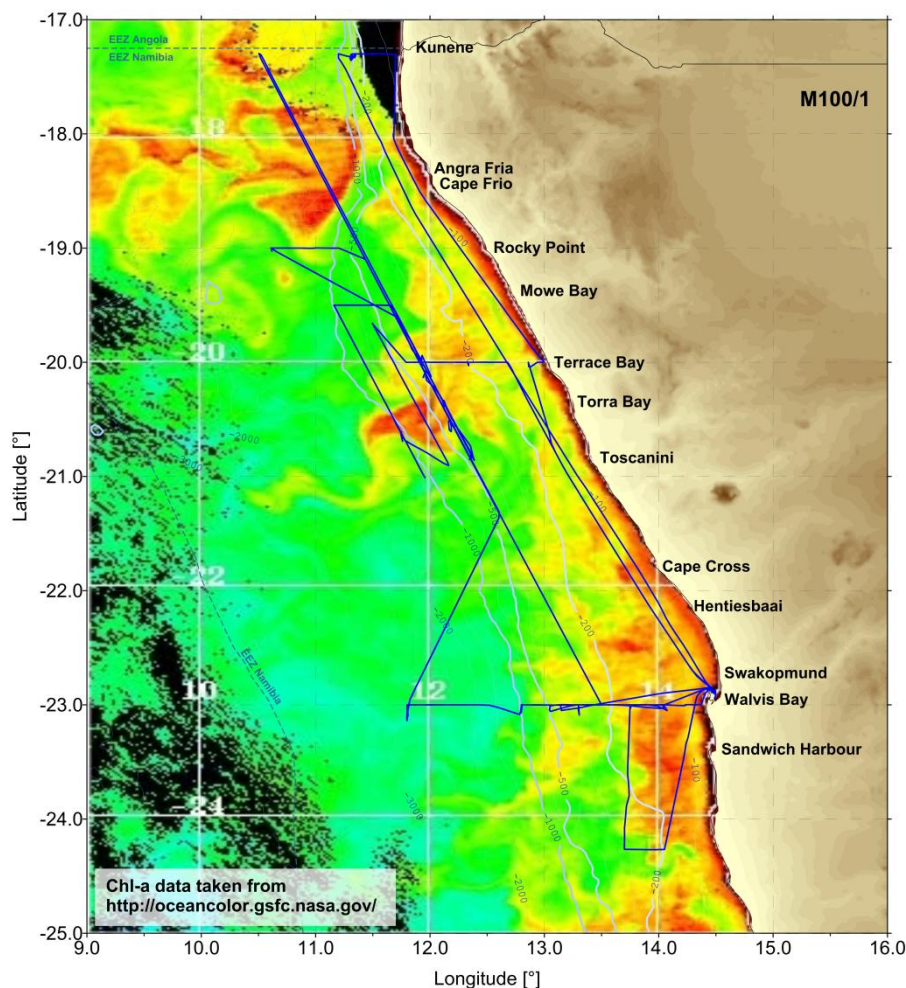


Der vierte Wochenbericht kündigt das nahe Ende der voll gepackten Reise an: 75 Stationen mit über 350 Einzelgeräten werden wir abgearbeitet und eingesetzt haben: und es hat sich gelohnt! Nach einem Schnitt nach Süden bis auf 23°S zur Vervollständigung des Walvis Bay-Schnitts seewärts bis 3000m Wassertiefe, haben wir noch einen Abstecher auf den 24sten Breitengrad gemacht und zwar in ein prospektives Abbaugebiet für Phosphat aus dem Meeresboden in 180m Wassertiefe. Unsere namibianischen Kollegen haben Benthos- und Planktonproben genommen und GENUS wird mit den Kollegen die Entwicklung des Gebiets im Auge behalten bis zum Beginn und während des voraussichtlichen Phosphatabbaus für Düngemittel. Die anschließende tiefe Außenstation des Walvis Bay-Schnitts zeigte völlig andere hydrographische und ökologische Bedingungen als die Stationen auf dem Schelf.

Ein weiterer Abstecher in den ozeanischen Bereich fand auf 19°C statt. Hier identifizierten wir die für den Benguela Strom so typische, ausgeprägte Sauerstoffmangelzone zwischen 100 und 400m Tiefe: Zooplanktonproben wurden genommen und Anpassungsexperimente zur Bestimmung der Hypoxie-Toleranz betrieben, der Tiere in „Atemnot“. Ihre Anpassungsfähigkeit bestimmt wesentlich

die Verbreitung der Organismen und so ist dieser Ansatz ein immer währendes Begleitthema auf unseren Reisen in das Benguela-Stromgebiet.

Auf dem Weg dorthin haben wir aber schon einen weiteren Scanfish-Schnitt durch „unser“ Filament bei 20°S gelegt: Es ist nach zwei Wochen immer noch vorhanden und reicht mittlerweile weit in den Ozean (Abb).



Fahrtverlauf M100/1 über Satellitenbild des Chlorophyllgehalts vor Namibia am 24.09.2013

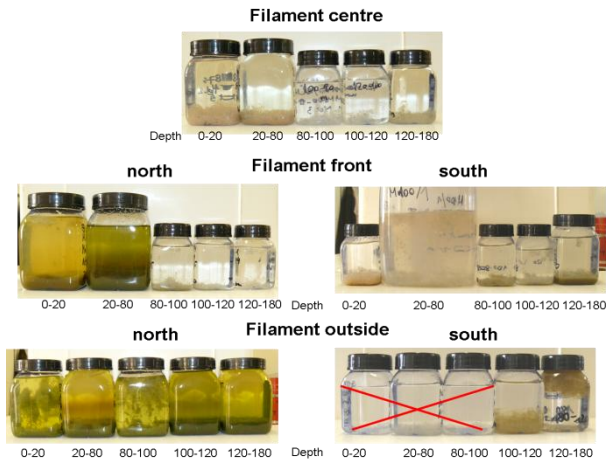


Fig. 1: Illustration of sampling vials from within the filament, at the fronts and outside of the filament. Foto: A. Schukat

Filament-Zentrum volle Flaschen mit bräunlichem Material das Zooplankton enthalten, das möglicherweise das Phytoplankton dort sehr schnell „weggegrast“ hat. Wie dynamisch die Verhältnisse entlang des Schnitts waren, zeigen aber auch die Profile von Sauerstoff, CO₂, Temperatur und pH. Zu Hause müssen wir jedoch noch lange Zeit zählen, auswerten und messen, bis alle Teile des Puzzles ein ozeanographisch - geochemisches - ökologisches Gesamtbild ergeben: Wir freuen uns schon auf spannenden Austausch der Ergebnisse und die interdisziplinären Vergleiche!

Ansonsten sind wir nun intensiv damit beschäftigt, das Reiseende zu organisieren, einschließlich Frosttransport und Container-Austausch nach Hause. Aber auch das Abschlussfest wird steigen - als unser großer Dank für den unbedingten – und immer gut gelaunten – perfekten Einsatz von Maschine, Deck und Brücke, WTD und DWD. Im Gästebuch prangt bereits ein Bild über zwei Seiten mit Mannschaft und Wissenschaft zusammen unter dem Titel:

Wir sind METEOR!

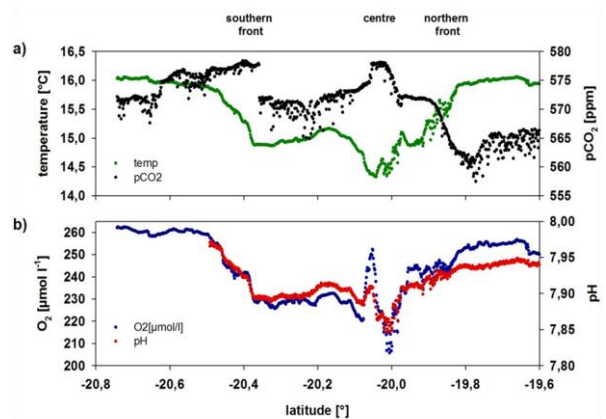
Besser kann man diese außerordentlich erfolgreiche und harmonische Reise nicht charakterisieren. Wir freuen uns schon auf die M103, die über den Jahreswechsel gehen wird.

Herzlich, Fritz Buchholz, Fahrtleiter M 100/1, 29. September 2013.



Foto T. Heene

Wir sind gerade dabei, den 30 Meilen-Schnitt zu wiederholen um die zeitliche Entwicklung verfolgen zu können. Hier einige wenige beispielhafte Ergebnisse aus dem vorangegangenen Schnitt: bevor die Planktonproben ausgezählt werden zeigen die einfachen Fotos der Probenflaschen aus Multinetz-Fängen schon die großen Unterschiede: Nördlich des Filaments haben wir einen ganz anderen Wasserkörper als im Süden, schon erkennbar durch das grün gefärbte Phytoplankton in den Proben, während im



Preliminary results of the surface expression of the filament as observed in a) xCO₂ (ppm) and temperature (°C) and b) O₂ (μmol l⁻¹) and pH during a scan fish cross section. c/o A. Flohr