

FS Meteor

Wochenbericht 15.3.2003 – 21.3.2003

Der dritte Fahrabschnitt der Reise 57 begann am 15. März 2003, als FS Meteor Walvis Bay planmässig um 10:00 morgens mit Kurs auf die erste Station verliess. An Bord befindet sich eine Gruppe von 28 Wissenschaftlern aus dem Max-Planck Institut für marine Mikrobiologie in Bremen, dem Forschungszentrum Ozeanränder an der Universität Bremen, dem Institut für Ostseeforschung Warnemünde, dem GeoBio-Center der Ludwig Maximilian Universität München, sowie von den Universitäten Hannover und Tübingen, und dem National Marine Information and Research Center in Swakopmund and Lüderitz, Namibia.

Die Forschungsreise 57-3 knüpft einerseits an Arbeiten an, die schon auf dem vorherigen Fahrabschnitt 57-2 begonnen wurden. Ein Ziel der Fahrt wird sein, die zeitliche hydrographische Variation im Küstenauftrieb entlang eines Transektes bei 23°S im Wochenrhythmus weiter zu verfolgen. Hierzu wird ein Profil über 14 Stationen von 50 bis 2700 m Wassertiefe auf 23°S befahren, an dem die vertikale Verteilung von Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff und Strömung sowie die Konzentrationen der Nährstoffe bestimmt werden. An den Stationen auf dem Schelf wird eine hochauflösende Pump-CTD eingesetzt, die in Tiefen bis zu 300 m eine kontinuierliche Entnahme von Wasserproben zur Bestimmung von Nährstoffen, Schwefelwasserstoff und anderen gelösten und partikulären Inhaltsstoffen des Wassers erlaubt. Diese hochauflösenden Profilierungen bilden die Basis für den Einsatz von in-situ Pumpen, die in der Oxykline und in den sauerstoffverarmten Bereichen der Wassersäule eingesetzt werden. Am Bug des Schiffes ist ein Spektralphotometer montiert, der kontinuierlich die Farbe der Wasseroberfläche bestimmt. Zusätzlich werden täglich 2 Strahlungsmessgeräte ausgesetzt. Auf dieser Fahrt wird ein besonderes Augenmerk dem anaeroben Umsatz von Ammonium durch einen kürzlich im Schwarzen Meer in der Wassersäule entdeckten bakteriellen Prozess, der anaeroben Oxidation von Ammonium durch die sogenannten ANAMMOX Bakterien, gelten. Die hydrographischen und biogeochemischen Arbeiten werden durch molekularökologische Arbeiten ergänzt. Im Isotopencontainer an Bord wurde ein Durchflusszytometer aufgebaut, mit dessen Hilfe die Gesamtkeimzahlen des Bakterioplanktons der Wassersäule bestimmt werden. Ausgewählte Bakterioplanktonproben aus interessanten Zonen wie zum Beispiel der Sauerstoffminimumzonen werden mit ³⁵S-Methionin markiert und im Durchflußzytometer sortiert, um die spezifische Aktivität von Bakterioplanktonpopulationen zu bestimmen.

Auch dem Sediment wird auf dieser Fahrt viel Aufmerksamkeit zuteil. Weitere mikrobiologische Arbeiten werden an den Sedimenten durchgeführt, wobei hier die grossen Schwefelbakterien das Ziel der Untersuchungen sind. Besonderes Interesse gilt dem Phänomen der episodisch auftretenden Schwefelwasserstofferuptionen aus den Diatomeenschlamm des Schelfs. Diese Schwefelwasserstofferuptionen haben möglicherweise schwerwiegende Auswirkungen auf das Ökosystem im nördlichen Benguela Auftriebssystem. Eine Hypothese dieser Eruptionen ist die Freisetzung des Schwefelwasserstoffs aus dem Sediment durch Methanentgasung. Auf der Fahrt wird sowohl der Parasound als auch das an der Universität Rostock entwickelte hochauflösende Sedimentecholot SES 96 eingesetzt. Zusätzlich sollen Profilschnitte mit einem Sparker beschleppt werden. Diese seismischen Methoden haben das Ziel, freies in den Schelfsedimenten vorkommendes Methan zu kartieren, und gashöfliche Sedimente zu erfassen. An ausgesuchten Stationen soll dann das ROV der Kollegen des GeoBio-Centers der LMU München eingesetzt werden, um Strukturen an der Sedimentoberfläche von möglichen Ausbruchgebieten zu untersuchen. Daraufhin werden Multicorer, Schwerelot, und in besonderen Fällen ein Vibrocorer zur Beprobung

eingesetzt. Porenwasserprofilierungen, unter anderen Methan und Schwefelwasserstoff, sowie die physikalischen Eigenschaften der Sedimente sollen Auskunft über den Gasgehalt und mögliche Eruptionsmechanismen geben.

Eine kleine Gruppe von Paläontologen befasst sich mit dem Vorkommen und der Erhaltung von Dinoflagellatenzysten. Diese haben insbesondere in sauerstoffverarmten Gebieten ein selektives Erhaltungspotential gezeigt, und können deswegen sehr brauchbare Paläoproxies für sauerstoffverarmte Wassersäulenbedingungen sein. Die Probenahme auf dieser Fahrt dient einerseits dazu Material für experimentelle Studien zu erhalten und andererseits der geologischen Dokumentation der Variabilität von Dinoflagellatenzysten als Hinweis auf Schwankungen von Sauerstoff in der Wassersäule. In eine ähnliche Richtung gehen Untersuchungen an benthischen Foraminiferen, wobei hier insbesondere die Gattung *Virgulina* untersucht werden soll, da diese Gattung offenbar eine sehr hohe Sulfidtoleranz aufweist.

Das Programm der ersten Tage war leider durch einige technische Probleme bestimmt, die jedoch alle dank der tatkräftigen Mithilfe der Besatzung behoben werden konnten. Man kann sogar so weit gehen zu sagen, dass einige Geräte jetzt besser funktionieren als vor der Fahrt. Der Multicorer funktionierte wie erwartet erst nach längerem Probieren in den sehr weichen Sedimenten des Schelfs gut. Eine weitere positive Überraschung war, dass wir ein 7.5 m langes Schwerelot aus den Schelfsedimenten ziehen konnten. Bislang konnten auf dem Schelf nur maximal 5.5 m lange Kerne gewonnen werden, da das Lot immer in einer Muschelschicht steckengeblieben war. Auf dem ersten CTD Transekt konnte die Pump CTD nur an der ersten Station eingesetzt werden, da der Schlauch platzte. Mittlererweile ist das Gerät repariert, und wurde schon sehr erfolgreich wieder an einer Station eingesetzt.

Auffällig an dem regelmässig befahrenen CTD Transekt ist die starke Variation im Sauerstoffgehalt, so beobachteten wiederholt in Zwischenschichten das Eindringen von sauerstoffhaltigen Wasser in ansonsten anoxische Zwischenschichten. Die entstehenden Grenzsichten waren natürlich sofort das Augenmerk der Biogeochemiker, die hier intensiv die Pump CTD und die in situ Pumpen einsetzten.

Auch die Seismik hat schon sehr interessante Ergebnisse erbracht. In Wassertiefen zwischen 50 und 100 m konnten verschiedene Strukturen identifiziert werden, die einen rezenten Gasausbruch andeuten. Zur Zeit befinden wir uns in Anfahrt auf eine dieser Lokationen, und werden in Kürze Probenmaterial dort gewinnen. Zur angenehmen Überraschung der Paläontologen ist *Virgulina* in den sulfidischen Sedimenten häufig vorhanden. Es wurden sofort nach Beprobung Kultivierungsexperimente von Dinoflagellatenzysten und von Foraminiferen angesetzt. Auch die grossen Schwefelbakterien sind in den Sedimenten relativ häufig. An dem gewonnen Probenmaterial werden mit Mikroelektroden Konzentrationsprofile von Sulfid, pH, und Sauerstoff bestimmt als auch ¹⁵N-Markierungsexperimente zur Ermittlung von Umsatzraten durchgeführt.

Die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern und Schiffsführung/Besatzung ist hervorragend, wie auch die Stimmung an Bord sehr gut ist. Die gute Stimmung wird auch nicht durch den anhaltenden Nebel, den grauen Himmel, und das braungrüne Wasser getrübt, die für dieses produktive Küstenauftriebsgebiet doch so typisch sind. Nur gestern nachmittag und heute nachmittag gestattete sich die Sonne, durch den Nebel zu dringen. Dieses Wetter wird wohl auch unser Schicksal für die nächsten Wochen bleiben.

Im Namen von Besatzung und Wissenschaft grüsst herzlich an Bord METEOR

Volker Brüchert

FS Meteor

Wochenbericht 21.3.2003 bis 28.3.2003

Die zweite Woche der Reise M 57-3 geht nun langsam zu Ende, und wir befinden uns derzeit auf einer Station in unmittelbarer Küstennahe vor Walvis Bay. Das Programm der vergangenen Woche beinhaltete die 2. Befahrung des CTD Transektes bei 23°S, einer darauffolgenden Profilfahrt, bei der sowohl der Parasound und das INNOMAR Sedimentecholot SES 96 eingesetzt wurden. Während wir uns bei uns dem ersten Seismikprofilschnitt auf das Gebiet südlich von Walvis Bay bis Sandwich Harbour konzentrierten, arbeiteten wir im zweiten Teil zwischen Walvis Bay und Cape Cross im Norden. Mit Hilfe der Sedimentecholote wurden Strukturen im Diatomeen-Schlammgürtel gefunden, die auf Ausbrüche von Gas (Methan, Schwefelwasserstoff) größeren Ausmaßes in jüngster Zeit schließen lassen. Die beigefügten Echogramme (Abb. 1) zeigen einen über 10 m tiefen Krater (pockmark - Struktur) (linke Grafik) mit einer horizontalen Erstreckung von ca. 250 m in einem durch viele kleinere Eruptionen stark zergliederten Gebiet. Der Diatomeen - Schlamm enthält größere Mengen von freiem Gas bis dicht unter die Seebodenoberfläche (rote Färbung in den Echogrammen). Es ist anzunehmen, daß das stark zergliederte Gebiet (rechte Grafik) auf diese Weise in jüngerer Zeit entstanden ist. Strömung und Sedimentation haben das Gebiet noch nicht einebnen können. Der nahe gelegene tiefere Krater hat eine "pockmark" Struktur. Seine Form mit den relativ glatten Rändern deutet auf eine länger andauernde Aktivität (periodisch?) hin. Während einer ersten Beprobung konnten allerdings noch keine aktiven Gasaustritte nachgewiesen werden.

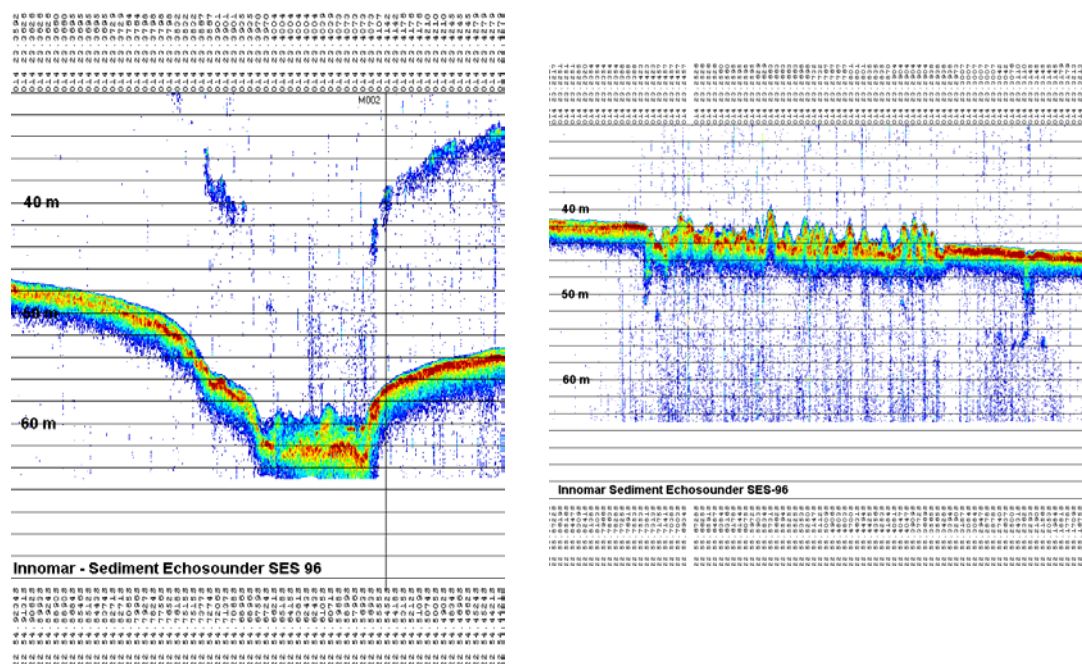


Abb.1 mit freundlicher Genehmigung von Dr. Rudolf Endler

Trotz der deutlichen Hinweise auf rezente Gasausbrüche haben wir bisher keinen Schwefelwasserstoff in der Wassersäule nachweisen können. Dies spricht dafür, dass wir uns in dem derzeitigen Zeitraum in einer Phase der Ausbruchruhe befinden. Zudem ist die Wassersäule an bisher allen Stationen relativ gut durchlüftet, so dass in allen Bodenwässern Sauerstoff nachgewiesen werden konnte, während

Schwefelwasserstoff durchgehend unter der Detektionsgrenze war. Ebenso hat es bisher auf den Satellitenbildern keine klaren Hinweise für die durch Türkisverfärbung der Oberfläche charakteristischen Schwefelanreicherungen gegeben.

Die tägliche Spektralanalyse des Wassers in Verbindung mit den Satellitendaten, die täglich an Bord geschickt werden, hat uns neue Informationen über die Komposition des Meerwassers in diesem Hochproduktionsgebiet erbracht. Hohe Konzentrationen optisch wirksamer Wasserinhaltsstoffe (Phytoplankton, Gelbstoff) sorgen für eine gelbbraune Färbung des Wassers, entsprechende spektrale Rückstrahlung und Secchi-Tiefen von nur 3 bis 7m. In den Satellitendaten sind auch die höchsten Chlorophyllkonzentrationen nördlich des aktiven Auftriebsgebietes (Lüderitz), also in unserem Untersuchungsgebiet, vorhanden. Auf einigen Stationen wiesen die Proben aus der Bodenreibungsschicht hohe Partikelabsorptionen auf, die durch den Detritus dominiert waren, aber auch durch die typischen Chlorophyllabsorptionskurven überlagert waren.

Auf unserem küstensenkrechten Schnitt, der sich von der Küste vor Walvis Bay bis an den östlichen Rand des subtropischen Wirbels erstreckt, fanden wir erwartungsgemäß das sauerstoffreiche östliche Südatlantische Zentralwasser (ESACW) im offenen Ozean. Das mit dem polwärts gerichteten Unterstrom aus dem Schelf vor Angola in das nördliche Benguela Auftriebsgebiet transportierte sauerstoffarme SACW beobachteten wir auf dem Schelf. Anzeichen für eine Belüftung des nahezu anoxischen Bodenwassers auf dem Schelf vor Walvis Bay durch eine Querkirkulation, die ESACW aus dem offenen Ozean auf den Schelf transportierte, traten am deutlichsten auf der am Schelfrand gelegenen Station WW23080 auf, siehe TS-Diagramm

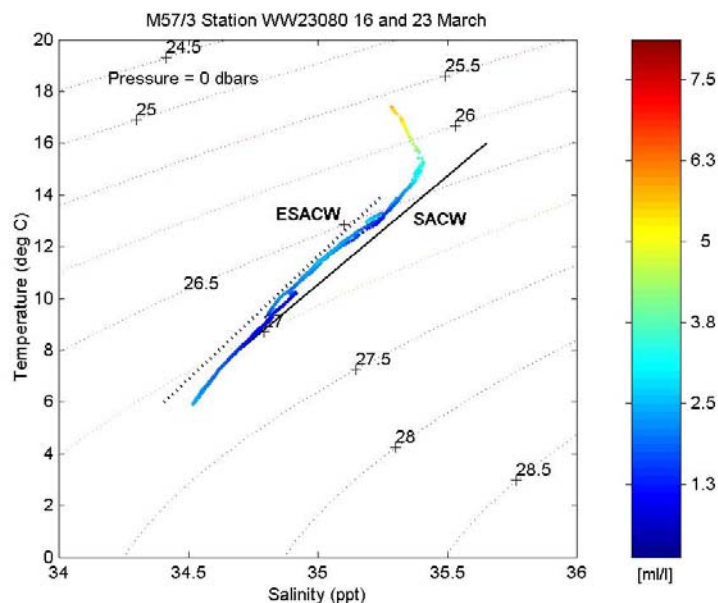


Abb. 2 mit freundlicher Genehmigung von Dr. Ulrich Lass

Auffällig ist jedoch die extreme Dynamik der Zwischenwasserschichten. Über wenige Stunden beobachteten wir das Eindringen von Sauerstoff in mehreren Stockwerken der Wassersäule. Diese gingen auch einher mit einer grundlegenden Veränderung der Nährstoffverteilung. Insgesamt haben wir bis jetzt an 9 Schelf-Stationen und in dem CTD Transekt hochauflösende Nährstoffprofile erstellt. Die

Profile unterscheiden sich recht stark voneinander, hauptsächlich hinsichtlich des Sauerstoffgehaltes der Wassersäule. Bei Sauerstoffwerten unter $\sim 0,2$ ml/l tritt Denitrifikation ein, was man an deutlich niedrigeren Nitratwerten in den fast sauerstofffreien Zonen erkennen kann. Nitrit ist ein Zwischenprodukt sowohl der Denitrifikation als auch der Nitrifikation, der Umwandlung von Ammonium zu Nitrat mit Sauerstoff. Nitritmaxima sind deswegen direkt unterhalb der Chlorophyllzone zu erkennen, und in der Zone der Denitrifikation zu finden.

Die Analyse der Wassersäule ist eng mit den molekularökologischen Studien verknüpft. Die Zellzahlen des Bakterioplanktons auf dem Transekt von der Küste zur Shelfkante zeigten hohe Variabilität. In der photischen Zone, die bis ca. 40 m Tiefe reicht, konnten regelmäßig Zellzahlen über 5×10^6 ml⁻¹ bestimmt werden, was auf extrem hohe Produktivität hinweist. Darunter sinken die Zellzahlen auf Werte zwischen $0,5-1 \times 10^6$ ml⁻¹, die auf mesotrophe Verhältnisse schließen lassen. Eine ausgewählte Station wurde mit einer sogenannten Pump-CTD in 2 m Abschnitten beprobt und vermessen, um eine enge räumliche Auflösung zu erhalten. In den oberen 20 m stieg die Zellzahl auf über 4×10^6 ml⁻¹. Interessanterweise pendelten die Zellzahlen in einer Tiefe von 20 m bis ca. 70 m zwischen 1 und 3×10^6 ml⁻¹ innerhalb weniger Meter. Offensichtlich ist hier die Wassersäule extrem geschichtet und in Linsen mit höherer und niedrigerer Zellzahl gepackt. Eine Korrelation mit den physikalischen und biochemischen Daten der Wassersäule lassen hier Interessantes erwarten.

Hervorzuheben wäre auch noch der äusserst erfolgreiche Einsatz des Vibrocorers, mit dem es uns gelang, zum ersten Mal das Basalkonglomerat auf dem Schelf zu durchbohren, und über 3 Meter Kern aus den darunterliegenden, wahrscheinlich tertiären Küstenschelfsanden zu beproben. Wir sind derzeit in Anfahrt auf eine zweite Station, an der die Seismik relativ flach liegende Sande anzeigte, und an der der Vibrocorereinsatz wiederholt werden soll.

Durch die grosse Anzahl unserer Stationen und den fast optimal funktionierenden Probergeräten hat jede der Arbeitsgruppen während der bisherigen sehr viel Probenmaterial und Daten erheben können, so dass auch für den langen Transit am Ende unserer Reise noch genügend Arbeit bleibt. Neben dem seit Tagen ruhigen Wetter sind wir in den letzten 2 Tagen am Nachmittag ausserdem in den Genuss von Sonnenschein gekommen. All diese Umstände und die freundliche Atmosphäre an Bord tragen dazu zu der guten Stimmung bei Wissenschaftlern und Besatzung bei.

Im Namen von Besatzung und Wissenschaft grüßt herzlich von Bord

Volker Brüchert

FS Meteor

Wochenbericht 29.3.2003 bis 5.4.2003

Am Ende der dritten Woche der Meteorreise M 57-3 befinden wir uns nun im Transit nach Dakar. Die Stationsarbeiten im Arbeitsgebiet vor Namibia wurden am 1. April kurz nach Mittag beendet. Der letzte Einsatz war die Einholung einer Seacat Verankerung des IOW bei 23°S, 14°E in 130 m. Hier wurden seit dem 10. Dezember kontinuierlich Sauerstoffkonzentrationen, Salinität, Temperatur, sowie Strömungsgeschwindigkeit an 4 Sensoren zwischen 20 m und 110 m Tiefe aufgezeichnet. Die Sensoren haben bis auf einen Sauerstoffsensor gut funktioniert, und werden zur Zeit ausgewertet. Die 3. Arbeitswoche war weiterhin von dem vielschichtigen Wassersäulen- und Sedimentbeprobungsprogramm dieser Fahrt bestimmt. Zu Beginn der 3. Woche wurde anhand der Parasound und SEL 96 Seismik eine weitere Vibrocorerstation ausgewählt. Auch an dieser funktionierte der Vibrocorer hervorragend. Wieder wurde das basale Konglomerat durchteuft. Im Gegensatz zu der ersten Vibrocorerstation unterlag hier dem Konglomerat keine dicke Kiesschicht, sondern es wurden feinkörnige, blaugrüne Sande gebohrt, die höchstwahrscheinlich Miozänen Alters sind. Die blaugrüne Farbe könnte möglicherweise Glaukonit andeuten.



Abb. 1 Basales Konglomerat in Vibrocorerkern, links der darüberliegende Diatomeenschamm, rechts der darunterliegende blaugrüne Feinsand.

Mit freundlicher Genehmigung, Alexander Altenbach

Für die darauffolgenden 36 Stunden wurde ein Profilschnitt über den Schelf für den Einsatz eines Sparkers gewählt. Leider fiel der Sparker als auch das Ersatzgerät schon nach kurzer Zeit aus. Die Geräte konnten an Bord auch leider nicht mehr repariert werden. Mit der plötzlich zusätzlich zur Verfügung stehenden Zeit entschlossen wir uns, noch ein zweites Mal den tiefen Sedimentkrater vor Pelican Point bei Walvis Bay zu untersuchen. Hier wurden bei laufender Seismik noch einmal ein ausführliches Wasser- und Sedimentbeprobungsprogramm durchgeführt. Erfreulich war, dass es uns gelang, einen fast 10 Meter langen Schwerelotkern in dem Krater zu ziehen. Interessant an dem Sediment war, dass nur die ersten 2 Meter stark nach Schwefelwasserstoff rochen, während darunter das Sediment abrupt sehr trocken wurde und stark nach Bitumen roch. Möglicherweise ist es uns gelungen, tiefere Sedimentstockwerke des Schelfschlammgürtels zu beproben, wenn die oberen Sedimente des Kraters durch Gaseruptionen entfernt worden sind. Mit Abschluss der Arbeiten an dem Sedimentkrater führten wir den 3. CTD Transekt bei 23°S durch. Die CTD Messungen wurden auf jedem Transekt durch ausgesuchte Sedimentbeprobungen mit dem Multicorer und Backengreifer ergänzt, so dass uns nun ein vollständiges Schelfprofil der oberflächennahen Sedimente von 40 m bis 360 m Wassertiefe zur Verfügung steht.

Nach langem Warten für fast 3 Wochen entdeckten wir auf den täglich auf das Schiff gesendeten Satellitenbildern eine türkisblaue Verfärbung der Wasseroberfläche nahe unserer Schiffsposition, eine Farbe ähnlich den als Coccolithophoridenbloom propagierten und in jüngerer Zeit auch als Elementarschwefel interpretierten

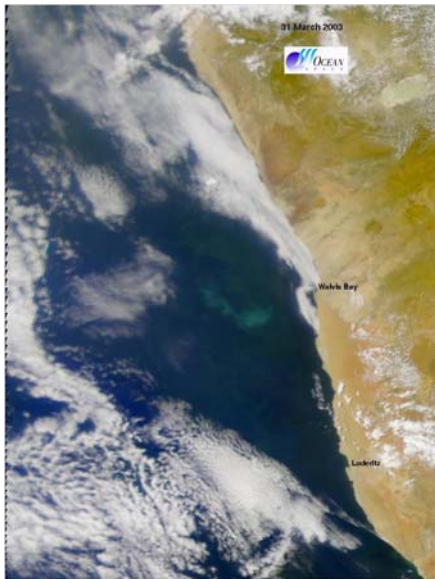


Abb.1 True color image des westlichen Südatlantiks vor Namibia und Angola, und Südafrika. Auffällig sind die türkisen Farben westlich von Walvis Bay.
Mit freundlicher Genehmigung, Volker Brüchert und Herbert Siegel

Wasserverfärbungen. Wir nutzten die Gelegenheit in dieses Gebiet zu fahren, um Wasserfarben zu messen und Oberflächenproben zu nehmen. Zu unserer Überraschung waren Coccolithophoriden in den Proben selten, und die Wassersäule war bis zum Boden sauerstoffhaltig, was das Vorkommen von Elementarschwefel eher unwahrscheinlich macht. Anstattdessen beobachteten wir eine hohe Fluoreszenz des Wassers und eine hohe Anzahl von Cyanobakterien. Diese Cyanobakterienblüten traten auch schon während des 2. CTD Transektes auf, es standen aber keine brauchbaren Satellitenbilder wegen der Wolkenbedeckung für diese Tage zur Verfügung. Damit ergibt sich möglicherweise eine alternative Erklärung für die in diesem Gebiet regelmässig auftretenden türkisen Wasserverfärbungen. Mit Hilfe der Planktonbeprobung, und den Absorptions- und Spektralmessungen erhoffen wir uns eine detaillierte Validierung der Satellitendaten.

Nach Abschluss der Arbeiten vor Namibia begannen wir unsere Reise nach Norden, um das norwegische Forschungsschiff Dr. Fridtjof Nansen nahe der namibianisch-angolanischen Grenze zu treffen, und dort unsere beiden namibianischen Gastwissenschaftler überzusetzen. Dieses Manöver konnte trotz der schwierigen Wetterbedingungen erfolgreich durchgeführt werden. Die nächsten 9 Tage stehen damit vorrangig im Zeichen der Probenauswertung und der Anfertigung des Fahrtberichts. Ausserhalb der 200 Meilen Zone sind jedoch noch weitere Stationen für die Wassersäulenbeprobung und die Validierung der Satellitendaten geplant. Die äusseren Bedingungen sind ruhig, es ist sehr warm und sonnig, und die Atmosphäre an Bord weiterhin hervorragend.

Im Namen von Besatzung und Wissenschaft grüßt herzlich von Bord

Volker Brüchert

FS Meteor

Wochenbericht 29.3.2003 bis 5.4.2003

Dies ist der letzte Wochenbericht der Reise 57-3, die morgen früh in Dakar enden wird. In den letzten Tagen befanden wir uns bei ruhigem, weitgehend sonnigem Wetter im Transit aus dem Arbeitsgebiet vor Namibia nach Dakar. Am 8. April überquerten wir den Äquator bei 6°32'E. Dort hatten wir auch die letzte Station der Reise. Die letzten Tage waren vornehmlich durch 3 Forschungsthemen geprägt. Auf dem Peildeck wurden 2 Staubsammler installiert, um den Staub, der aus der Sahara geblasen wird, für organische geochemische Analysen zu sammeln. Es wurden täglich Oberflächenproben zur Bestimmung der Wasserfarben und zur Planktonanalyse entnommen. Während des Transits wurden an insgesamt 5 Stationen CTD und Spektralmessungsgeräte sowie das Planktonnetz gefahren. Bei 5°30'S erhofften wir den Kongoausstrom zu schneiden. Jedoch deutete das Farbspektrum und die Salinität des Oberflächenwassers an, dass es sich höchstwahrscheinlich nicht um den Kongoausstrom handelt, sondern um Linsen mit erhöhten Frischwassergehalt, die möglicherweise erhöhte Niederschläge innerhalb der ITCZ widerspiegeln. An den Oberflächenproben wurden ausserdem Experimente zur Bestimmung der ¹⁵N₂-Fixierungsraten durchgeführt.

Die Stimmung und die Zusammenarbeit mit der Besatzung an Bord ist weiterhin hervorragend. Die Tage nach Abschluss der Arbeiten vor Namibia gaben den Wissenschaftlern die Gelegenheit, die ersten Daten auszuwerten. Zum Abschluss dieser Reise möchte ich im Namen der Wissenschaftler herzlich bei der Besatzung für die reibungslose Durchführung der Fahrt bedanken.

Es grüsst mit freundlichen Grüßen von Bord Meteor

Volker Brüchert