

## 1. Wochenbericht (10.-16. Juli 2006)

Das Abenteuer Forschungs-Seefahrt beginnt leider allzu oft schon, bevor es heißt: „Leinen los!“ So auch dieses Mal, als nach langer Anreise über Lissabon bzw. Dakar das gesamte Gepäck von vier Teilnehmern – unter ihnen auch der betrubte Fahrtleiter – fehlte. Nur dank intensiver Bemühungen von Schiffsagent und kapverdischem Partnerinstitut trudelte das Gepäck über die nächsten 3 Tage verteilt portionsweise und gerade noch rechtzeitig vor dem Auslaufen der *Meteor* ein. Bei genauerer Betrachtung des Inhalts zeigte sich jedoch, dass zum Entsetzen der Eigentümer viele Dinge gestohlen und wertvolle wissenschaftliche Geräte mutwillig zerstört worden waren.

Nach dem morgendlichen Einschiffen auf der *Meteor* war es für die 29 eingeschiffen Wissenschaftler am 10. Juli ein Leichtes, Arbeits- und Backdeck sowie sämtliche Labors in ein mittleres Chaos aus Kisten, Instrumenten, Kabeln, Schläuchen und dgl. zu verwandeln. Drei Ausrüstungscontainer mussten in Mindelo an Deck gestellt und entladen werden. Zusätzlich zu den diversen Laborräumen des Schiffes stehen auf der Meteor-Reise 68/3 vier Laborcontainer für luftchemische und Spurenmetallarbeiten sowie Experimente mit Radioisotopen zur Verfügung. Als besonders hartnäckig erwies dabei der als „weißer Elefant“ bekannte Luftchemie-Container des Mainzer Max-Planck-Instituts für Chemie, dessen Gewicht die zügige Aufstellung auf dem Backdeck zunächst vereitelte. Erst mit einem Tag Verspätung und neuem Hebegerät gelang die Aktion.



Die auf zwei komplette Hafentage angesetzte Liegezeit zur Installation der aufwändigen Ausrüstung wurde am Abend des 10. Juli durch eine gesellige Veranstaltung unterbrochen, die allen Teilnehmern gut in Erinnerung geblieben ist. Das amerikanische Forschungsschiff *Seward Johnson* war unter Leitung von Prof. Joseph

Montoya vom Georgia Institute of Technology seit 6 Wochen im tropischen Atlantik unterwegs gewesen und hatte fast zeitgleich mit der *Meteor* den Hafen von Mindelo für einen Personalwechsel angelaufen. Aus diesem Anlass veranstalteten Kapitän Kull und der Fahrtleiter auf der *Meteor* einen Empfang für Besatzung und Wissenschaftler der *Seward Johnson*, in dessen Verlauf es zu gegenseitigen Schiffsbesichtigungen und intensivem Austausch kam. Dass zwei Forschungsschiffe sich

mit eng verwandten wissenschaftlichen Fragestellungen auf den Kapverden treffen, kann durchaus als Indiz für den hohen Stellenwert des tropischen Atlantiks in der internationalen biogeochemischen Meeresforschung gewertet werden. Als angenehmer Nebeneffekt der Besichtigung der schnörkellos funktionalen *Seward Johnson* mit ihren brechendvollen Laboren, Viererkammern und dem Kantinencharme der Messe unterblieben Klagen über Laborplatz, Kammerkollegen oder gar die Verpflegung auf der *Meteor* gänzlich.

Der Hafenaufenthalt in Mindelo auf São Vicente bot zugleich die Möglichkeit, Werbung für die gemeinsamen Forschungsvorhaben mit unseren Partnerinstituten auf den Kapverden zu betreiben. Im Rahmen des von der europäischen Gemeinschaft geförderten Projekts TENATSO – Tropical Eastern North Atlantic Time-Series Observatory – befinden sich zur Zeit Langzeitobservatorien in Ozean und Atmosphäre im Aufbau. So ist die Atmosphärenstation im Nordosten von São Vicente, die von der University of York/England, Instituten in Leipzig und Jena sowie dem kapverdischen Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica etabliert wird, bereits weit gediehen. Die Ozean-Beobachtungsstation nordöstlich von São Vicente, die vom IFM-GEOMAR und dem kapverdischen Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas betrieben wird, ist seit der *Meteor*-Reise 68/2 durch eine Langzeitverankerung offiziell existent und soll demnächst durch monatliche Beprobungsfahrten mit dem kapverdischen 22 m-Forschungsschiff *Islandia* erweitert werden. Der Beginn der regulären Messtätigkeit ist für Anfang 2007 vorgesehen. Der Besuch der *Meteor* bot daher eine hervorragende Gelegenheit, diese Pläne im Rahmen einer gemeinsamen Pressekonferenz auf der *Meteor* den kapverdischen Medien vorzustellen. Der Einladung waren sowohl eine große lokale Tageszeitung als auch Rundfunk und Fernsehen gefolgt.

Inzwischen haben wir eine Woche auf der *Meteor* verbracht. Die 29 eingeschifften Wissenschaftler stammen von acht Institutionen aus Deutschland, England, Frankreich, Italien, Israel und Mauretanien und repräsentieren ein breites Spektrum von Meeresbiologen und -chemikern über physikalische Ozeanographen bis hin zu Luftchemikern. Ziel der Reise ist es, wichtige biologische und chemische Prozesse im Oberflächenwasser des Auftriebsgebietes vor Mauretanien vor allem im Hinblick auf die Reaktion auf atmosphärische Einflüsse sowie Auswirkungen auf die Atmosphäre zu untersuchen. Hier wären Stichworte wie Staubeintrag aus der Sahara, Emissionen von Treibhausgasen, biologische oder photochemische Produktion von atmosphärenchemisch reaktiven Gasen etc. zu nennen, doch darüber an gleicher Stelle demnächst mehr.



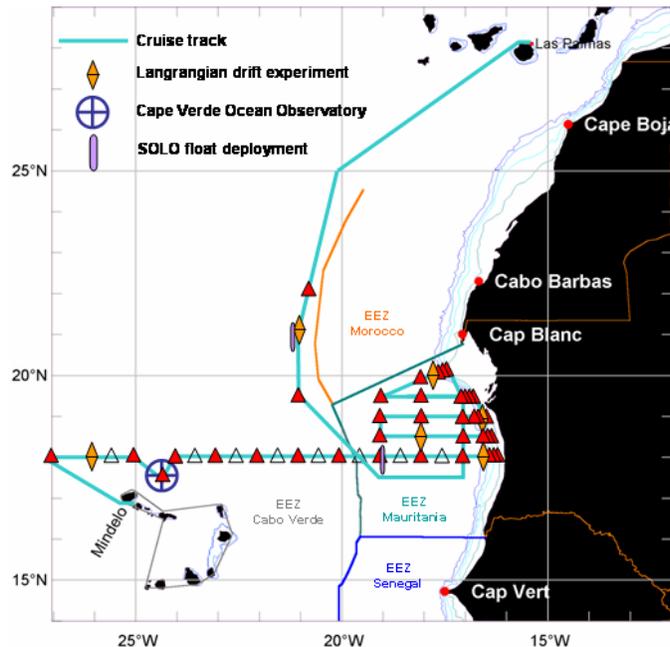
Für diese Woche verbleiben wir noch ein wenig mit den Startproblemen kämpfend aber guter Dinge und Laune mit den besten Grüßen von See,

 und alle M68/3-Teilnehmer

## 2. Wochenbericht (17.-23. Juli 2006)

Ein Dutzend Seetage liegt inzwischen hinter uns. In dieser Zeit haben wir etwa 35 hydrographische Stationen absolviert, darunter drei 24-Stunden-Driftstationen. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag vor allem auf einem Zonalschnitt entlang 18°N, der uns mit ½°-Auflösung von 27°W über die im Aufbau befindliche Langzeitstation nördlich der Kapverden bis auf 30 m Wassertiefe vor Mauretanien geführt hat. Da unser wissenschaftlicher Fokus auf der oberen Wassersäule liegt, wurden dabei lediglich 6 Stationen über die gesamte Wassertiefe bis zum Boden beprobt. Über kurze, parallele Zonalschnitte arbeiten wir uns gegenwärtig nach Norden vor, wo wir südwestlich von Cap Blanc noch Auswirkungen des Küstenauftriebs zu finden hoffen.

Die Meteor-Reise 68/3 segelt unter dem programmatischen Banner von SOLAS, der internationalen „Surface Ocean – Lower Atmosphere Study“. Sie bündelt ein breites Spektrum von biologischer, chemischer und physikalischer Ozeanographie sowie Atmosphärenchemie und ist regional auf die Kapverdenregion und den Küstenauftrieb vor Mauretanien fokussiert. Diese Region ist durch wichtige klimarelevante und -sensitive Phänomene und Prozesse gekennzeichnet, zu denen vor allem atmosphärischer Staubeintrag und der Küstenauftrieb vor Westafrika gehören. Die spielen für viele Komponenten (Eisen, Nährstoffe, CO<sub>2</sub>, flüchtige organische und halogenorganische Komponenten) und Prozesse (Stickstoff-Fixierung,



und Prozesse (Stickstoff-Fixierung, Ozean-Atmosphäre-Gasaustausch) eine zentrale Rolle. Auftriebsgebiete in Regionen mit starkem Staubeintrag stellen gewissermaßen biogeochemische Reaktoren dar, die gleichzeitig durch vertikale (Makro- und Mikro-) Nährstoffeinträge aus der Atmosphäre und bis zu 200 m Wassertiefe angetrieben werden. Zu beobachtende Austauschflüsse klimarelevanter Gase zwischen Ozean und Atmosphäre liegen aufgrund der hohen Sättigungsanomalien und des starken Windantriebs deutlich über den im offenen Ozean vorgefundenen Verhältnissen.



Geologielabor fest in chemischen Händen (N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, DMS ...)

Eine Hoffnung dieser Fahrt ging bereits am 19. Juli in Erfüllung, als zwischen dem Azorenhoch und einem Tief über Mauretanien der Wind bis auf 7 Beaufort auffrischte und sich ein ordentlicher Sandsturm über der Westsahara zusammenbraute, der schnell die Meteor erreichte. Binnen weniger



Stunden hatte sich die Sonne zu einer weißen Scheibe verdunkelt, in die man an diesem wolkenlosen Tag mit bloßem Auge blicken konnte. Flugsand, der sich bereits in den MODIS-Satellitenbildern massiv angekündigt hatte, schnellte auf Konzentrationen, die in den Augen brannten, ja sogar schmeckbar waren. Über Nacht wurde die Meteor mit einer Schicht rostroten Staubes überzogen, den sie bis jetzt mit sich herumträgt. Die Filter in den Aerosol-Kollektoren auf dem Peildeck waren sehr zu Freude ihrer Betreiber in Windeseile mit einer groben Fraktion ( $> 2 \mu\text{m}$ ) von rotem Wüstestaub belegt. Ein erster Blick auf die Konzentrationen von im Meerwasser gelösten Eisen, Aluminium und Titan zeigt jedoch überraschenderweise keine merkliche Erhöhung. Die hohe Sinkgeschwindigkeit der großen Partikel hatte vermutlich zu einer solch raschen Entfernung aus der Deckschicht geführt, dass die Lösungskinetik überfordert war und eine nennenswerte Abgabe von Spurenelementen unterblieb.

In den verbleibenden 2 Fahrtwochen werden wir unser Netz hydrographischer Stationen weiter knüpfen. Außerdem sollen drei weitere Langrangesche Driftexperimente mit frei driftenden Inkubatoren folgen, die uns Einblicke in die *in-situ* Bildungsmechanismen von halogenorganischen Verbindungen ermöglichen. Durch Verfolgung der Drifter mit kontinuierlicher Beprobung von Oberflächenwasser sowie parallelen CTD-Stationen und Mikrostrukturmessungen erhoffen wir uns zudem Einblicke in Tagesgänge biologischer, chemischer und physikalischer Eigenschaften.

Darüber und über die Highlights der nächsten Woche wird demnächst an dieser Stelle zu berichten sein. Bis dahin verbleiben wir mit den allerbesten Grüßen von See,

und die ebenso fleißigen wie gut gelaunten M68/3-Teilnehmer

#### **Die persönliche Highlights-Ecke**

- Dr. Manuela Martino, Univ. of East Anglia, Norwich/UK: Staub, Staub, überall Staub! Meine Aerosol-Filterquellen über, und man kann den Staub sogar mit Händen greifen!
- Dr. Peter Croot, AG Spurenmetalle, Chem. Ozeanographie, IFM-GEOMAR, Kiel: Staub, Staub, überall Staub! Doch die Wasserproben-Filter bleiben fast weiß, und die gelösten Spurenmetallkonzentrationen reagieren überhaupt nicht. Ich bin sehr überrascht!
- Sarah Gebhardt, AG Luftchemie, Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz: Eine Gruppe Delfine, die bei voller Fahrt vor der Bugnase herumspringen, und das bei stockfinsterner Nacht und Meeresleuchten – faszinierend! Ach ja, mein Analyse-System funktioniert auch wieder.
- Tobias Steinhoff, CO<sub>2</sub>-Arbeitsgruppe, Chem. Ozeanographie, IFM-GEOMAR, Kiel: Ich sehe Variationen und Tagesgänge in Sauerstoffsättigung, CO<sub>2</sub>-Partialdruck und Gesamt-Gasdruck in der Deckschicht, die mir erlauben, physikalische und chemische Antriebsfaktoren zu separieren und Austauschflüsse zu berechnen. So sauber habe ich diese Signale noch nie gesehen!
- Dr. Valérie Gros, Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Gif-sur-Yvette, Frankreich: In den inkubierten Wasserproben sehe ich einen deutlichen, lichtabhängigen Tagesgang im Kohlenmonoxid. Der Vergleich mit filtrierten Proben deutet auf einen biologischen Bildungsmechanismus hin.

### 3. Wochenbericht (24.-30. Juli 2006)

Am Ende von Woche drei blicken wir rundum zufrieden auf 50 hydrographische Stationen zurück, darunter inzwischen fünf 24h-Driftstationen. Die Arbeiten laufen weiterhin reibungslos und bei guter Laune. Ich möchte in diesem Wochenbericht ein Schlaglicht auf die biologischen sowie die luftchemischen Arbeitsgruppen werfen, die sehr viel mehr verbindet, als man auf den ersten Blick vermuten würde.

Die Arbeitsgruppe "Stickstoff-Fixierung" konzentriert sich schwerpunktmäßig auf Inkubationsexperimente, um die Frage nach den limitierenden Nährstoffen der Bakterien- und Phytoplanktongemeinschaften zu beantworten. Dabei kommen moderne Methoden wie *Fast Repetition Rate Fluorometry* (FRRF) und genetische Untersuchungen ebenso zum Einsatz wie Verfahren zur Bestimmung der Bakterien- und Primärproduktion. Bei einigen Experimenten wurden zusätzlich erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentrationen erzeugt, wie sie möglicherweise im anthropozänen Ozean gegen Ende dieses Jahrhunderts zu erwarten sind. Hierdurch erhofft man sich Einblicke in die CO<sub>2</sub>-Sensitivität



planktischer Lebensgemeinschaften, auf deren Basis letztlich eine Vorhersage über zukünftige Veränderungen mariner Ökosysteme getroffen werden soll. Trotz der nicht enden wollenden Spül-, Befüll- und Filtrierarbeiten mit neckischen Plastikoveralls im Reinluftcontainer hat es sich die Gruppe nicht nehmen lassen, erfolgreich auf die „Jagd“ nach *Trichodesmium*, dem prominentesten Vertreter mariner Stickstoff-Fixierer, zu gehen. Bleibt nur zu hoffen, dass die erhaschten Büschel und Flocken („tufts & puffs“) sich gut an das Flaschenleben gewöhnen...



Die Rolle der Biologie bei der Bildung von flüchtigen organischen Verbindungen wie Aceton oder Methanol untersucht die zweite biologische Arbeitsgruppe. In einem empirischen Ansatz werden charakteristische Wasserproben (von oligotroph bis eutroph) unter natürlichen Lichtbedingungen für zwei Tage inkubiert und die gesuchten Verbindungen direkt in der Gasphase der Inkubationsflaschen bestimmt. Parallel dazu wurden Bestimmungen biologischer Variablen wie Primär- und

... und Inkubatoren auf dem Backdeck



Bakterienproduktion sowie Phytoplanktonbiomasse und -zusammensetzung durchgeführt. In Regionen mit hoher Phytoplanktonbiomasse konnte so für Kohlenmonoxid (CO) bereits ein deutlicher



lichtabhängiger Tagesgang gemessen werden. Das Fehlen dieses Tagesganges in oligotrophen Wässern deutet darauf hin, dass ausreichende Phytoplanktonbiomasse vorhanden sein muss, um eine nennenswerte Produktion von CO zu ermöglichen. Weitere organische Substanzen wie Isoprene, Monoterpene etc. sollen nach der Reise gaschromatographisch-massenspektrometrisch (GC-MS) an Luftproben analysiert werden, die aus dem Gasraum der Flaschen auf spezielle Kartuschen gezogen wurden. Der Einfluss heterotropher Gemeinschaften auf die Bildung

der organischen Substanzen wurde in zwei 10-tägigen Dunkelexperimenten untersucht. Sechs Ansätze mit Picoplanktongemeinschaften (vor allem Bakterien) wurden dabei zur Hälfte mit Fraßfeinden versetzt und hinsichtlich der Bildung der gesuchten Substanzen sowie einer Reihe biologischer und biogeochemischer Parameter beprobt.

In Deckinkubationen werden darüber hinaus Transformationsprozesse von Iodat zu Iodid in natürlichen Phytoplanktongemeinschaften aus dem tiefen Chlorophyllmaximum untersucht. Eine Probe erhält regelmäßig Nitratzugaben, die andere bleibt nitratlimitiert. So soll festgestellt werden, ob nitratlimitierte Phytoplankter anstelle des Nitrats Iodat über die Nitratreduktase zu Iodid umwandeln. Die Isolierung von dominanten Diatomeen aus dem Auftriebsgebiet erlaubt es, weitere Versuche zum Iodkreislauf und den Bildungsprozessen flüchtiger organischer Verbindungen im Labor fortzuführen.



Die luftchemischen Arbeiten richten sich vor allem auf die Bestimmung des Ozean-Atmosphäre-Austauschs von flüchtigen organischen Verbindungen, womit sie unmittelbar an die biologischen Arbeiten zu ihrer Bildung im Ozean anknüpfen. Dabei besteht die Hoffnung, dass zwischen oligotrophen und produktionsreichen Auftriebsregionen deutliche Unterschiede bestehen. Mit mikrometeorologischen Techniken (*Disjunct Eddy Covariance*) soll der Gasaustausch von flüchtigen Substanzen wie Methanol, Acetonitril, Acetaldehyd, Aceton, Dimethylsulfid, Isopren

oder Benzol, aber auch CO<sub>2</sub> und Wasser bestimmt werden. Zu diesem Zweck sind hoch oben im Vormast der *Meteor* Probeneinlässe sowie ein Ultraschall-Anemometer und ein Inertial-Navigationssystem mit GPS installiert worden. Über Teflonschläuche gelangen die Luftproben zum Luftchemiecontainer auf dem Backdeck, wo sie mit Protonen-Transferreaktions-Massenspektrometern (PTR-MS) in Sekundenschnelle analysiert werden können. Weitere Messungen beziehen sich auf die

Methan- und Kohlenmonoxidkonzentrationen der Luft oder ihren Rußgehalt etwa aus der Verbrennung von Biomasse an Land. Messungen von Radon sollen ebenfalls die Identifikation kontinental beeinflusster Luftmassen erlauben. Zusätzlich erfolgt eine intensive Luftprobennahme für die Messung halogenierter Kohlenwasserstoffe. Luftproben sollen ebenfalls Aufschluss über Austauschflüsse organischer Komponenten zwischen Ozean und Atmosphäre erlauben (*Relaxed Eddy Accumulation*).

Ich hoffe, hiermit einen interessanten Einblick in einige unserer Arbeiten ermöglicht zu haben, und verspreche, beim nächsten Wochenbericht auch die chemischen und ozeanographischen Arbeiten etwas ausführlicher vorzustellen.



Bis dahin verbleiben mit herzlichen Grüßen von See,

und die immer noch putzmunteren M68/3-Teilnehmer

#### **Die persönliche Highlights-Ecke**

- Katrin Bluhm, Biologische Ozeanographie, IFM-GEOMAR, Kiel zu ihren Beobachtungen im frischen Küstenauftrieb südwestlich von Cap Blanc: Upwelling! Endlich tut sich mal etwas in der Planktonprobe. So viele schöne verschiedene Arten von Diatomeen, herrlich!
- Frank Malien, Nährstoff-Analytik, Chemische Ozeanographie, IFM-GEOMAR, Kiel (bereits seit dem vorangegangenen Fahrtabschnitt an Bord): Nach knapp 8 Wochen auf See haben wir Anfang dieser Woche die 2000. Nährstoff- und Sauerstoffprobe gemessen.  
(*Fahrtleiter*: Eine rekordverdächtige Leistung auf hohem Qualitätsniveau. Hut ab!)
- Dr. Daniel Franklin, Univ. of East Anglia, Norwich/UK: Per Schlauchboot rüber zum spanischen Fischdampfer aus Huelva, dort an Bord und um fangfrischen Fisch gefeilscht, schließlich mit fast 65 kg Fisch, Shrimps und Tintenfisch zurück – eine grandiose Idee von Kapitän Kull.
- Rebecca Langlois, Biologische Ozeanographie, IFM-GEOMAR, Kiel: In unserem letzten Bioassay sehen wir deutliche Unterschiede zwischen dem Experiment bei normalem und dem bei verdoppeltem CO<sub>2</sub>-Partialdruck. Aufregend!

## 4. Wochenbericht (31. Juli - 6. August 2006)

Unsere Fahrt endet heute in Las Palmas auf Gran Canaria. Damit liegen vier erfolgreiche Wochen mit 55 Stationen hinter uns. Auf diesen Stationen wurden u.a. 96 CTD-Einsätze, 211 Mikrostrukturprofile, 46 Einsätze von Planktonnetzen und sechs 24h-Driftexperimente absolviert. Im vierten und letzten Fahrtbericht der *Meteor*-Reise 68/3 möchte ich Gelegenheit nutzen, auch die chemischen Arbeiten schlaglichtartig zu beleuchten.

Diese standen gleichzeitig an mehreren wichtigen Schnittstellen. Da ist zunächst die Schnittstelle zur Biologie, an der vor allem die Frage von Interesse ist, wie biologische Vorgänge im Meer von der Verteilung chemischer Komponenten abhängen. Ein wichtiges Stichwort sind hier natürlich die klassischen Nährstoffe, zu denen im weiteren Sinne auch essentielle Mikronährstoffe – Spurenmetalle wie Eisen oder Zink – gehören. Zugleich sind biologische Prozesse



auch wichtige Produzenten von chemischen Substanzen, die ein ausgeprägtes chemisches Eigenleben entwickeln. Hier sind vor allem biogene Treibhaus- und Spurengase von Interesse, die in die Atmosphäre entweichen und dort bedeutende Klimawirksamkeit entwickeln können. Damit wären wir bei der zweiten wichtigen Schnittstelle der Chemie, dem Austausch mit der Atmosphäre. Die dritte Schnittstelle schließlich besteht zur Physik, d.h. zur Zirkulation und Vermischung im Ozean. Chemische Substanzen werden passiv mit dem Wasser bewegt und unterliegen damit den dynamischen Prozesse des Ozeans, die im Arbeitsgebiet unserer Reise aufgrund von Auftrieb von besonderer Bedeutung sind. Für alle drei Schnittstellen möchte ich im Folgenden Beispiele geben.

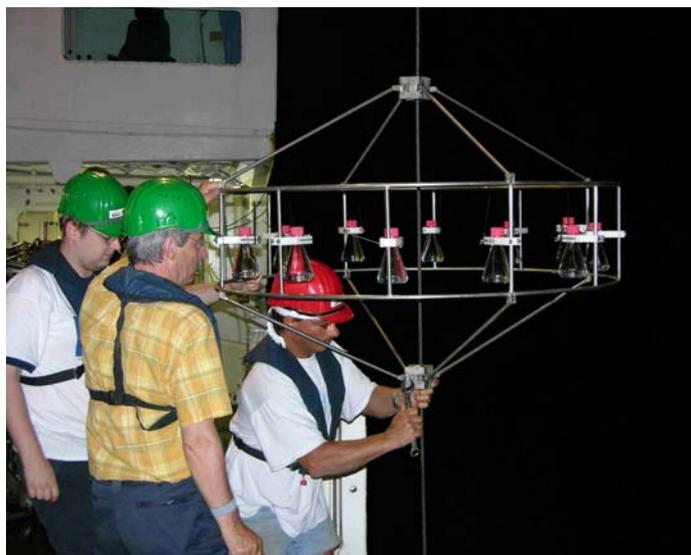


Es gibt keine Ozeanregion, die durch stärkeren Eintrag von terrestrischen Stäuben gekennzeichnet ist als der Nordostatlantik vor Westafrika. Saharastaub ist in dieser Region daher eine wichtige Quelle für Eisen und andere Spurenmetalle. Bisher ist allerdings sehr wenig über die Freisetzung von Eisen aus dem Staub bekannt. Während der *Meteor*-Reise 68/3 wurden

daher viele Wasserproben aus der Oberfläche sowie aus Vertikalprofilen entnommen. Messungen zu gelösten und partikulären Spurenmetallen (z.B. Fe, Zn, Ti, Al) sowie kinetische Experimente mit  $^{55}\text{Fe}$ -Isotopen sollen hier neue Einblicke erlauben. Messungen der Konzentrationen und lichtabhängigen Variabilität von Wasserstoffperoxid bieten zusätzliche Informationen über den Einfluss des chemischen Milieus auf die Freisetzung und Entfernung von bioverfügbarem Eisen.

Im Gegensatz zur Spurenmetall-Arbeitsgruppe interessieren sich die Spurengas-Chemiker nicht dafür, was aus der Atmosphäre in den Ozean gelangt, sondern was dieser seinerseits produziert und in die Atmosphäre freisetzt. Da wäre zunächst das Treibhausgas Kohlendioxid zu nennen, das in Auftriebsgebieten wie dem vor Mauretanien besonders kräftig an die Atmosphäre abgegeben wird. Natürlich produziertes Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ist ein weiteres wichtiges Treibhausgas, welches auch im stratosphärischen Ozonabbau eine Rolle spielt. Lachgas und die ebenfalls analysierte Substanz Hydroxylamin ( $\text{NH}_2\text{OH}$ ) erlauben zudem Aussagen über wichtige mikrobielle Umsetzungen im marinen Stickstoffkreislauf. Die Chemikerkollegen von der University of East Anglia in Norwich/England waren hingegen dem Dimethylsulfid (DMS) und seinen biologischen Quellen, speziell den Kalkalgen (Coccolithophoiden), auf der Spur. Dimethylsulfid wird ebenfalls vom Ozean an die Atmosphäre abgegeben und spielt dort eine wichtige Rolle im Entstehen von Wolkenbildungskeimen.

Eine Analyse der Quellenfunktion des Ozeans für atmosphärische Spurengase wäre natürlich relativ sinnlos ohne genaue Einblicke in hydrochemische Grundparameter wie die Konzentrationen von Nährstoffen und gelöstem Sauerstoff. Auch die präzise Bestimmung wesentlicher Messgrößen des marinen  $\text{CO}_2$ -Systems ist eine unverzichtbare Komponente. Es ist dem Fleiß und Durchhaltevermögen der Akteure zu verdanken, dass hier zum Teil mehr als 1000 Proben gemessen wurden.



Ein wesentliches Element der Beprobungsstrategie der *Meteor*-Reise 68/3 waren Langrangeseche Driftexperimente, in denen das Schiff für ca. 24 h einem bestimmten Wasserpaket im Oberflächenozean folgte. Durch die kontinuierliche Beprobung des Wassers am Drifter sollte die räumliche Variabilität ausgeschlossen und damit der ungestörte Blick auf die zeitliche Variabilität im Tagesgang – speziell über den täglichen Lichtzyklus – ermöglicht werden. Um der Oberflächenströmung des ausgewählten Wasserpakets folgen zu können, wurde dieses parallel mit jeweils zwei

Driftern markiert, die optisch per Flagge sowie des Nachts per Blitzlicht verfolgt werden konnten. Weitere Ortungsmöglichkeiten waren über Radarreflektor, Peilsender sowie ARGOS-Satellitensender gegeben. Unterhalb der Driftern erfolgte gleichzeitig die Inkubation von Meerwasserproben unter *in situ* Bedingungen, d.h. unter ungestörten Temperatur- und Lichtbedingungen.

Die Arbeiten an den insgesamt sechs 24h-Driftstationen stellten sich als wissenschaftlich außerordentlich spannend heraus. So konnten klare, in Gegenphase verlaufende Tagesgänge von  $\text{CO}_2$  und Sauerstoff identifiziert werden, deren Amplituden deutlich mit der unterschiedlichen biologischen Produktivität der beprobten Regionen korrelierte. Durch den parallel gemessenen Tagesgang des Gesamtgasdrucks, d.h. der Summe der Partialdrücke sämtlicher im Meerwasser gelöster Gase, wird es möglich sein, die physikalischen Ursachen (Temperatur, Gasblaseneintrag) und den Einfluss des Gasaustauschs zu quantifizieren und damit eine Bilanz von Primärproduktion und Respiration im Tagesgang aufzustellen. Auch andere Arbeitsgruppen hatten ähnliche Erfolgserlebnisse, als z.B. der Tagesgang von Wasserstoffperoxid eine klare Lichtabhängigkeit zeigte. Licht konnte durch die *in situ*

Inkubationen auf verschiedenen Tiefen unter dem Drifter auch als Hauptfaktor für die Bildung bestimmter halogener Kohlenwasserstoffe identifiziert werden.

Die Verteilung chemischer Komponenten wird, wo auch immer ihre Quellen im Ozean liegen, stark von Strömungen und Vermischungsprozessen beeinflusst. Dieses sind Fragestellungen, die der Expertise von physikalischen Ozeanographen bedürfen. Neben dem zuverlässigen Betrieb der CTD-Rosette, unseres wichtigsten Probenahmeegerätes, hatte die an Bord befindliche Ozeanographie-Arbeitsgruppe ihren Blick daher besonders auf kleinskalige vertikale Durchmischungsvorgänge gerichtet, wie sie z.B. an Inhomogenitäten in der Wassersäule oder etwa durch Gezeiten an der Schelfkante entstehen. Durch die Entnahme von Helium-Proben soll außerdem versucht werden, den Küstenauftrieb vor Mauretanien durch eine neue Tracer-Methode zu quantifizieren.

Doch stets erlaubt der erste Blick auf die Daten an Bord nur die Identifikation von einigen markanten Ergebnissen. Viel Wichtiges liegt wie immer im Detail verborgen, das sich erst einer genauen Analyse in den kommenden Monat preisgeben wird. Wir fahren jedoch mit der Gewissheit nach Hause, eine reiche Datenausbeute im Gepäck zu haben, die uns in den nächsten Monaten Antworten auf viele Fragen liefern und mindestens ebenso viele neue Fragen aufwerfen wird. So dreht sich das *Perpetuum mobile* der Wissenschaft nun einmal ewig fort.

Wir hoffen, ein wenig von unserer Begeisterung während der Meteor-Reise 68/3 vermittelt zu haben, und verabschieden uns voller Vorfreude auf die Familien und Freunde daheim



und die sich M68/3-Teilnehmer

