

## 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 Langrangesche 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

