

Das Auslaufen von POLARSTERN für ihre 19-monatige Reise in den Süden wurde zu einem festlichen und denkwürdigen Ereignis. In herrlich sonnigem Wetter konnten wir die Abschiedsveranstaltung mit Musik in der Nordschleuse genießen. Farbige Bänder, die uns mit unseren Freunden und Verwandten auf dem Festland verbanden, rissen ab, als die Schleusentür sich öffnete und POLARSTERN ihre Heimatstadt mit 40 Wissenschaftlern und 43 Besatzungsmitgliedern verließ. Ein letzter Abschied wurde uns mit imposanten Wasserfontänen von einem Schlepper beschert.

Bei dem günstigen ruhigen Wetter konnten wir anfangen, unser Gepäck aus den Containern in die Labore zu bringen und unsere Geräte aufzubauen. Einige konnten gleich mit ihren Messungen beginnen, aber die meisten waren noch mit Installationsarbeiten beschäftigt, als wir durch die südliche Bucht der Nordsee dampften. Hier wurden wir von immer mehr Zugvögeln besucht. Zaunkönige und Rotkehlchen verirrten sich im Inneren des Schiffes und wir versuchten ihnen zu helfen, den Weg aus den Laboren ins Freie zu finden, damit sie ihre Wanderung fortsetzen konnten.

Nachdem wir um Mitternacht die Straße von Dover passiert hatten, fingen wir im Kanal mit den Stationsarbeiten an. Zunächst führten wir Messungen für ein bio-optisches Programm durch. In einem späteren Bericht werde ich mehr darüber schreiben.

Im Golf von Biscaya konzentrierten sich unsere Aktivitäten auf das akustische Messprogramm. Schallwellen sind für Geowissenschaftler ein wichtiges Werkzeug, um marine Untergrundstrukturen und die Topographie des Ozeanbodens zu untersuchen. Diskussionen, ob Schallwellen möglicherweise marine Säuger in ihrem Verhalten stören oder gesundheitlich schädigen können, führten zu technischen Entwicklungen, die es ermöglichen, den Schalleintrag von wissenschaftlichen Sonaren in den Ozean zu minimieren. Die wissenschaftlichen Sonare, die während dieser Studie zum Einsatz kommen, sind die fest in den Rumpf von POLARSTERN installierten HYDROSWEEP und PARASOUND Systeme. HYDROSWEEP ist ein Fächersonar, das Schallwellen mit einer Frequenz von 15.5 kHz in einem Fächer von 90° oder 120° querab vom Schiff aussendet und empfängt. Aus den Laufzeiten der vom Meeresboden reflektierten Schallwellen können detaillierte, hochauflösende bathymetrische Karten des Ozeanbodens erstellt werden. Solche Karten zeigen, dass der Meeresboden sehr gebirgig sein kann. Diese Karten sind auch ein wichtiges Hilfsmittel, um beispielsweise die Entwicklungsgeschichte des Ozeanbodens zu verstehen und durch Ozeanzirkulationen verursachte Strömungspfade und -muster, Sedimenttransport oder tektonische Strukturen am Meeresboden zu kartieren. Für Beprobungen der Wassersäule und des Sediments in der Tiefsee sind sie darüber hinaus ebenfalls unerlässlich. Das PARASOUND System ist ein Sedimentecholot, das Schallwellen mit einer Frequenz von 4 kHz in einem enggebündelten Kegel mit 4° Öffnungswinkel aussendet und empfängt. Aufgrund der tieferen Frequenz (tieferer "Ton") können diese Schallwellen etwa 20 -

100 m in das Sediment eindringen, werden an den Grenzflächen der Sedimentschichten reflektiert, und ermöglichen so eine Abbildung dieser Schichten unterhalb des Meeresbodens. Aufzeichnungen mit dem PARASOUND Sedimentecholot werden zur kontinuierlichen Kartierung der Sedimentstrukturen entlang des Schiffskurses, sowie zur Festlegung geeigneter Lokationen benutzt, an denen aus Beprobungen mit Sedimentkernen beispielsweise Informationen über die klimatische Entwicklungsgeschichte der Erde abgeleitet werden können.

Ziel unseres akustischen Messprogramms ist es, detailliert zu erproben, ob einige neue Software-Optionen des HYDROSWEEP Systems, die während der letzten Werftzeit eingespielt wurden und eine manuelle und automatische Reduzierung des Schalleintrags ermöglichen, einwandfrei arbeiten und die Erstellung bathymetrischer Karten ohne Informations- und Qualitätsverlust ermöglichen. Dazu wurden 3 Lokationen im Golf von Biscaya, an denen bereits während vorangegangener POLARSTERN Expeditionen bathymetrische Daten mit früheren HYDROSWEEP Systemversionen aufgezeichnet worden waren, angelaufen und erneut mit unterschiedlichen Parametereinstellungen der neuen, aufdatierten HYDROSWEEP Software wiederholt vermessen. Eine detaillierte Analyse dieser Daten steht noch aus und muss zu Hause zeigen, ob die Datenqualität der neuen Karten durch den unterschiedlich reduzierten Quellschallpegel beeinträchtigt wurde. Zielsetzung des Messprogramms für das PARASOUND System war die Aufzeichnung von Referenzprofilen, die in Zukunft bei der Erprobung neuer Systemversionen, die dann ebenfalls Optionen zur Reduktion des Schalleintrags enthalten, zum Vergleich herangezogen werden können.

Im Zusammenhang mit diesem Messprogramm haben wir ein aktives SONAR-System getestet, das es ermöglichen sollte, Wale in der Nähe des Schiffes zu detektieren und zu orten. Wenn POLARSTERN in antarktischen Gewässern forscht, sind wir verpflichtet, alle akustischen Systeme zeitweise abzuschalten, sobald ein Wal beobachtet wird. Wale können allerdings nur dann vom Schiff aus visuell gesichtet werden, wenn sie zum Atmen auftauchen. Wenn es möglich wäre, Wale mit einem aktiven SONAR-System zu orten, könnte diese Prozedur effizienter gemacht werden. Hierzu haben wir eine Boje mit einem Reflektor aus Schaummaterial ausgesetzt, und sind dann mit POLARSTERN um diesen künstlichen „Wal“ herumgefahren, um festzustellen unter welchen Bedingungen wir ihn detektieren können. Es stellte sich heraus, dass das eingesetzte Sonar-System den Reflektor auf einer Distanz von 200 bis 1000m wahrnehmen konnte. Als wir tagsüber die kaum sichtbare Boje ganz aus dem Auge verloren hatten, haben wir zunächst die Suche abgebrochen und das weitere Forschungsprogramm fortgeführt. Am Abend haben wir dann die Suche nach der Boje mit Einbruch der Dunkelheit fortgesetzt und hofften dabei, dass die Boje weiterhin blinken würde. Wir waren sehr erfreut als der erste Offizier die Boje auf einer Distanz von mehr als 3.5 Seemeilen sichtete. Schließlich wurde die Boje mit Reflektor und Verankerungsmaterial erfolgreich geborgen.

Bisher haben wir viel Glück mit dem Wetter gehabt. Die meisten kennen die

Biskaya als ein Gebiet, das von Herbststürmen geprägt ist. Manche haben bei früheren Fahrten die Erfahrung gemacht, dass schwere Stürme ihre in Containern an Deck verstauten Geräte beschädigt hatten, als das Schiff dieses Seegebiet passierte. Wir hatten bis heute gute Wetterbedingungen mit nur wenig Wind und Dünung, und nur wenige mussten sich Pflaster hinter die Ohren kleben.

Zurzeit führen wir die erste große Spurenstoff-Station durch, und nach einigen weiteren Vermessungen machen wir uns dann auf den Weg nach Vigo für unseren Besuch in der Heimatstadt der ehemaligen spanischen Besatzungsmitglieder. Für einige von uns wird Vigo das Ziel einer sehr kurzen Expedition sein. Dafür werden neue Fahrtteilnehmer dazu kommen. Es geht allen an Bord gut, und im Namen aller grüße ich Sie herzlich

Michiel Rutgers van der Loeff, Fahrtleiter ANT XXIII/1

Nachdem wir unsere akustischen Tests beendet und unsere erste große Beprobung für Spurenstoffe in der Wassersäule der Biskaya durchgeführt hatten, nahmen wir Kurs auf Vigo, die Hauptstadt von Galizien in Nordwestspanien. Unser Besuch war ein Tribut an die ehemaligen spanischen Besatzungsmitglieder, die auf Polarstern seit ihrer Inbetriebnahme 1982 gearbeitet haben. Diese Matrosen, viele aus Vigo, waren die Experten im Umgang mit den verschiedenen und immer weiter entwickelten Geräten, die die Wissenschaftler für ihre Arbeit in den polaren Gewässern brauchen. Die meisten von ihnen sind jetzt in Rente, aber einer, Saturnino Pousada, ist noch in Dienst und ist auch jetzt bei uns an Bord. Am Abend des Einlaufens, am Sonntag, wurde eine Grillparty organisiert, zu der die Matrosen mit ihren Familien eingeladen worden waren. Es war ein besonderes Wiedersehen für alle, die so lange mit diesen Kollegen zusammengearbeitet hatten. Unter den Besuchern waren auch viele Kinder, die jetzt das Schiff sehen konnten, auf dem ihr Großvater die Abenteuer erlebt hatte, von denen er bestimmt viel erzählte.

Das AWI hat diese Gelegenheit ergriffen, um die spanisch-deutsche Zusammenarbeit zu fördern. Am Sonntag trafen sich die spanischen Delegierten des SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) in Polarsterns blauem Salon. Montags wurde eine Pressekonferenz veranstaltet, gefolgt von einem Seminar über „Spanisch-deutsche Zusammenarbeit in der Polarforschung: Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft“, zu dem etwa 50 spanische Wissenschaftler eingeladen worden waren. Nach dem Seminar besichtigten die Gäste das Schiff, begleitet von Posterausstellungen, die die Arbeit auf diesem Fahrtabschnitt darstellten. Der festliche Tag wurde beendet mit einem Empfang auf der Brücke, an dem der deutsche Konsul in Galizien, eine Vertreterin der deutschen Botschaft und der Hafenskapitän teilnahmen. Ein exklusives Buffet war von der Kombüse vorbereitet worden, ein würdiger Abschluss unseres Aufenthaltes. Unser Besuch hat viel Aufmerksamkeit in den lokalen Medien erregt. Saturnino wurde in einer Livesendung im Fernsehen interviewt, und viele Presseartikel berichteten über diesen ungewöhnlichen, aber hochgeschätzten Besuch eines antarktischen Eisbrechers in dieser spanischen Hafenstadt.

Vigo bedeutete auch einen Wechsel von Fahrtteilnehmern. Kapitän Schwarze trat an die Stelle von Kapitän Pahl, und mit einer etwas geänderten Besatzung und jetzt 37 Wissenschaftlern verließen wir Vigo am Dienstagmorgen früh. Die Unterwegsmessungen von Oberflächenwasser, essentieller Teil unserer Spurenstoffuntersuchungen, wurden gleich gestartet. In unseren abendlichen Treffen nahmen wir die Vortragsreihe wieder auf, mit der wir vor Vigo schon angefangen hatten. Im ersten Vortrag wurde das Biooptik Programm erläutert, das zum Ziel hat, die organische Kohlenstofffracht in Schwebstoffen im Oberflächenwasser mit Satelliten zu bestimmen. Dieses Programm wird dazu beitragen, den Kohlenstoffkreislauf und dessen Bedeutung für den Klimawandel besser zu verstehen.

In den frühen Siebzigern des letzten Jahrhunderts wurde zum ersten Mal systematisch versucht, Fotoaufnahmen aus Flugzeugen zu benutzen, um die Verteilung von Algen im Ozean zu beschreiben. Es stellte sich heraus, dass mit einer geschickten Auswahl von Lichtfiltern diese Bilder geeignet sind, den Chlorophyllgehalt im Oberflächenwasser zu bestimmen. Nach dem Start des ersten Satelliten (1978), der extra für die Beobachtung der „Farbe des Ozeans“ entwickelt worden war, konnte erstmals ein Bild – wenn auch nicht perfekt – der Chlorophyll-Verteilung im ganzen Ozean erstellt werden, was die Hoffnung weckte, dass damit auch eine weltweite Quantifizierung der Algenbiomasse gelingen könnte. Seitdem ist die Wissenschaft der Farbe des Ozeans weit vorangekommen, und zurzeit stehen kontinuierlich Daten von mehreren Satelliten zur Verfügung. Dennoch gibt es immer noch große Fragen. Seewasser enthält eine Vielzahl von Komponenten, die die Farbe des Ozeans bestimmen und diese Komponenten variieren nach Zeit und Region. Schwebstoffe sind zum Beispiel schwierig von Algen zu unterscheiden hinsichtlich ihres Einflusses auf die Farbe des Ozeans, vor allem in trüben Küstengewässern. Schließlich erwies sich der Zusammenhang zwischen der grünen Farbe des Chlorophylls in Algen und dem Kohlenstoffgehalt aller Schwebstoffe als regional stark unterschiedlich.

Unsere Biooptik Gruppe misst eine Vielzahl von optischen Parametern, wie Absorption und Streuung von Licht in Abhängigkeit der Wellenlänge (Farbe) im Oberflächenwasser. Sie versucht, Zusammenhänge zu finden zwischen einerseits diesen optischen Daten und andererseits den gleichzeitig gemachten Messungen von Pigmenten (Chlorophyll), Schwebstofffracht im Oberflächenwasser und ihrem Gehalt an organischem Kohlenstoff. Die Biooptik-Stationen werden um die Mittagszeit durchgeführt, weil dann eine gute Satellitenüberdeckung besteht, die damit eine Validierung der Satelliteninformation ermöglicht. Vorausgesetzt der Himmel ist klar und die Sonne scheint. Für Ozeanographen sind nicht nur Wolken, sondern alle Änderungen des Sonnenlichts auf dem Weg durch die Atmosphäre störende Faktoren, die den Blick aus dem Satelliten beeinträchtigen und für die Satellitenbilder korrigiert werden müssen. Dagegen ist für die Atmosphärenwissenschaftler an Bord gerade diese „atmosphärische Korrektur“ die Essenz ihrer Forschung, denn sie beinhaltet Information über die Zusammensetzung der Atmosphäre. Wir können noch viel von einander lernen.

Wir kamen in etwas stürmischeres Wetter, als wir auf der Breite von Gibraltar Richtung Kanaren dampften. Außer den üblichen Magenbeschwerden, die das Schaukeln einigen von uns beschert, geht es allen an Bord gut.

Mit besten Grüßen

Michiel Rutgers van der Loeff, Fahrtleiter ANT XXIII/1

Diese Woche haben wir Westafrika passiert. Unsere Fahrtstrecke lief durch die Kanarischen Inseln, wo wir einen kurzen Aufenthalt im Hafen von Las Palmas machen mussten, um Ersatzteile für einen defekten Kühlcontainer zu erhalten, der mit Proviant für die Neumayer-Station beladen ist. Nachdem wir Las Palmas verlassen hatten, folgten wir einem Kurs mit 200 Seemeilen Abstand vom afrikanischen Kontinent. Seit wir Spanien verlassen hatten, war der Ozean tiefblau: der Chlorophyllgehalt im Oberflächenwasser war sehr niedrig. Hier ist der Ozean in der obersten Schicht sehr nährstoffarm und kann als eine Wüste betrachtet werden. Weiter südlich, vor Marokko und Mauretanien, wird der Ozean nährstoffreicher. Netze, durch die wir an Deck dauernd Oberflächenwasser laufen lassen, fingen reichlich Zooplankton. Es gab viele fliegende Fische und es war ein schönes Schauspiel zu sehen, wie sie, auf der Flucht vor dem Schiff, aus dem Wasser sprangen und wie ein Trupp Vögel knapp über die Wasseroberfläche weit weg segelten. Einige landeten an Deck, vor allem in der Nacht. Weitere Gäste auf dem Schiff waren große schwarze Grillen mit ihrem wohlbekanntem Gezirpe in der Nacht an Deck, das uns daran erinnerte, wie nah wir bei der Küste sind.

Diese Nähe zur Küste ist auch der Grund für die höhere Produktivität in diesem Gebiet. Zum einen wird das Wasser durch Wind von der Küste weggedrückt und von nährstoffreichem Wasser aus tieferen Schichten ersetzt. Zum zweiten trägt der Wind große Mengen Staub vom Kontinent über den Ozean und wenn dieser Staub ins Meer gelangt, düngt er den Ozean. Das gilt nicht nur für die klassischen Nährstoffe wie Phosphor und Stickstoff, sondern auch für Spurenstoffe, die so genannten Mikronährstoffe wie Eisen, die für das Wachstum der Algen ebenso wichtig sind.

Dieser Kontrast zwischen „Wüsten“ im Ozean einerseits und Gebieten mit hohem kontinentalem Einfluss andererseits macht diesen langen Nord-Süd-Schnitt, den wir jetzt verfolgen, zu einer so einmaligen Gelegenheit für die Spurenstoffforschung. Der Kreislauf von Elementen ist schon lange ein wichtiger Bestandteil der Ozeanographie. Wir haben schon viel gelernt, wie Elemente durch Verwitterung von Gesteinen auf dem Kontinent freigesetzt werden, durch Flüsse oder durch die Atmosphäre in den Ozean eingetragen werden und in den biologischen Kreislauf aufgenommen werden bis sie schließlich in Meeressedimenten abgelagert werden. Die Transportwege dieser Kreisläufe und die Rolle der fließbandähnlichen Ozeanzirkulation wurden durch die Ergebnisse des großen internationalen Projektes GEOSECS, das in den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts Expeditionen in allen Ozeanen durchführte, eindrucksvoll dargestellt. Dennoch war GEOSECS für viele Fragestellungen zu früh. Damals konnten wir Spurenmetalle im Ozean noch nicht messen, einfach weil wir noch nicht gelernt hatten, wie wir Proben an Bord bringen konnten, ohne sie zu verunreinigen. Jetzt sind geeignete Beprobungsmethoden entwickelt worden und unsere Spurenmetallspezialisten an Bord haben besondere reine Beprobungsflaschen, Winden und Kabel. Ferner verfügen sie über ihren eigenen Reinraumcontainer an Deck in dem sie wie Chirurgen gekleidet arbeiten. Grosse Fortschritte sind auch in analytischen

Techniken auf dem Gebiet der Massenspektrometrie erreicht worden. Waren wir vor einem Jahrzehnt noch zufrieden, wenn wir die Konzentration eines Elementes in Seewasser gut bestimmen konnten, so können wir das jetzt mit viel besserer Genauigkeit in viel kleineren Probenvolumen (oft Liter statt vorher Kubikmeter) und gleichzeitig können wir feststellen, in welchem Verhältnis die verschiedenen Isotopen dieses Elementes vorkommen. Das Interessante dabei ist, dass diese Isotopenverhältnisse je nach Herkunft unterschiedlich sind (z.B. haben Kontinente oder Flüsse eine eigene Signatur), und dass sie bei jedem Schritt dieses Elementes in seinem Kreislauf geändert werden können, z.B. es von Phytoplankton aufgenommen oder von Bakterien umgesetzt wird. Schließlich werden diese Elemente in Hartschalen mariner Organismen oder in andere Partikel eingebaut und sinken so zum Meeresboden ab. Die Isotopenverhältnisse bleiben in den Sedimentschichten erhalten und formen somit ein Archiv, das zeigt, wie der Ozean in der Vergangenheit funktionierte.

Diese Entwicklungen in der Analysetechnik haben dazu geführt, dass den Spurenstoffen als Werkzeug zur Verfolgung von chemischen Kreisläufen und ihren Änderungen durch den Klimawandel erneut Aufmerksamkeit zuteil wurde. Aus diesem Grund wurde ein neues internationales Programm namens GEOTRACES mit dem Ziel ins Leben gerufen, die in den Spurenstoffen enthaltenen Informationen bestmöglich zu nutzen. Über die nächsten 10-15 Jahre sollen Expeditionen ausgerichtet werden, die die Einzelheiten der Umsätze von Spurenelementen und ihren Isotopen in globalem Maßstab erforschen. Unsere gegenwärtige Expedition ist eine Vorstudie zu diesem internationalen Programm. Unser Schwerpunkt liegt auf der vergleichenden Kalibration und der parallelen Probennahme für mehrere Spurenstoffe in der jeweils gleichen Wassermasse. Beispielsweise wird ein so genannter „Fisch“ aus Stahl neben dem Schiff geschleppt, durch den über einen Schlauch sauberes Oberflächenwasser angesaugt werden kann, das vor der Probennahme nicht in Kontakt mit dem Schiff gekommen ist. Dieses Wasser wird dann gemischt und an alle Labore an Bord verteilt. Zusätzlich zu diesen Oberflächenproben haben wir jetzt an drei Stellen Tiefenwasserproben gewonnen. Dort haben wir einen Kranz mit Wasserschöpfern und ein Gerät zur Messung von Salzgehalt, Temperatur und Wassertiefe eingesetzt, um Wasser aus bestimmten Wassertiefen zu beproben. Trotz aller Fortschritte in der Probennahme benötigt man zur Messung mancher neu erforschten Spurenstoffe so große Wassermengen, dass wir die Wasserschöpfer bis zu fünf Mal einsetzen müssen, um den Durst aller Gruppen zu stillen.

Die meisten Gruppen nehmen ihre Proben mit nach Hause, aber einige Messungen werden schon an Bord durchgeführt. So sehen wir deutlich den Einfluss von Staubeinträgen vor Westafrika in den ansteigenden Aluminium- und Titanwerten im Oberflächenwasser. Die Atmosphärenchemiker können mit ihrem grünen Laserstrahl, der sich vom Helikopterdeck in den Himmel bohrt, die Staubschicht aus der Sahara in einer Höhe von rund vier Kilometern identifizieren, seit wir etwa 26°N erreicht haben.

Allen an Bord geht es gut. Wir haben Halloween mit Verkleidung und schön

ausgehöhlten Kürbissen gefeiert und fragen uns, ob Neptun uns wohl die Überquerung des Äquators gestatten wird.

Mit besten Grüßen, im Namen aller an Bord,  
Michiel Rutgers van der Loeff, Fahrtleiter ANT XXIII/1

Der letzte Abschnitt unserer Fahrtstrecke führte quer über das Angola-Becken. Die Intertropische Konvergenzzone, wo der Nordost- und der Südostpassat aufeinander treffen, bescherte uns einige schwere Regenschauer, aber danach hatten wir noch eine Periode mit sonnigem und heißem Wetter. Am 5. November überquerten wir den Äquator, was wir mit Sekt auf dem Peildeck feierten. Für viele war es die erste Äquatorüberquerung, und Neptun wollte das nicht unbemerkt durchgehen lassen. Deshalb wurden zwei Tage später 31 von uns, Besatzung und Wissenschaftler, in einer traditionellen und ziemlich schmutzigen Zeremonie, die in strahlender Sonne auf dem Arbeitsdeck durchgeführt werden konnte, getauft. Das Ereignis machte den Getauften wie den Täufern gleichermaßen Spaß. Der Tag endete mit einem schönen Grillabend, bei dem die frisch getauften, die kein Mittagessen erhalten hatten, mit extra Appetit zugriffen.

Nach der Äquatorüberquerung wurde die Wolkendecke immer dichter, was für die Teilnehmer, die auf klare Sicht in den Himmel über uns angewiesen sind, ein Problem darstellte. Die Atmosphärenforscher an Bord untersuchen Änderungen in Zusammensetzung und Struktur der Atmosphäre, welche durch von Menschen erzeugte Gasemissionen verursacht werden. Dafür wenden sie ein breites Spektrum an Methoden an. Eine Gruppe benutzt ein chemisches Verfahren: Jeden Mittag wird ein mit Helium gefüllter Ballon gestartet. Dieser Wetterballon steigt auf eine Höhe von 30 bis 35 km, bis er durch seine Ausdehnung in der dünnen oberen Atmosphäre zerplatzt. Auf dem Weg nach oben sammelt er nicht nur Wetterdaten, sondern misst auch den Ozongehalt in der Luft. Die Daten werden per Funk zum Schiff übertragen und gehen in den Bericht ein, den wir täglich an das Global Telecommunication System schicken, das globale Datensystem, auf das alle nationalen Wetterdienste zugreifen.

Die anderen Gruppen benutzen optische Methoden. Die meisten davon stehen im Zusammenhang mit ähnlichen Messungen, die von Instrumenten auf Satelliten (wie ENVISAT, der seit 2002 in einer polaren Umlaufbahn fliegt) gemacht werden, und dienen deshalb als Validierung dieser Satellitendaten. Drei Arbeitsgruppen beobachten das Spektrum des Sonnenlichts, das auf das Schiff trifft. Wie ich letzte Woche beschrieben habe, beinhaltet dieses Spektrum Informationen über die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre. Ein Großteil der schädlichen ultravioletten Strahlung wird durch Gase in der Atmosphäre zurückgehalten. Wie wir alle wissen, wird dieser Schutz durch Veränderungen in der Atmosphäre gefährdet, vor allem, wenn der Ozongehalt betroffen ist. Die erste Gruppe misst das Spektrum des ultravioletten Sonnenlichtes und versucht, dieses mit dem vom Wetterballon erfassten Ozongehalt in Verbindung zu bringen. Ein weiteres Instrument, das eingesetzt wird, um die Absorption von Sonnenlicht zu beobachten, ist das FTIR. In einem Container, der auf dem Beobachtungsdeck direkt über der Brücke aufgestellt ist, werden die Sonnenstrahlen durch einen so genannten „solar tracker“ eingefangen. Dieses System besteht aus zwei Spiegeln, die ständig die Schiffsbewegungen kompensieren und so das Sonnenlicht einem Spek-

tro----fo--tometer zuführen. Dieses Instrument misst den infraroten Teil des Sonnen--lichtes. Fehlende Komponenten weisen auf Absorption durch bestimmte Gase in der Atmosphäre hin. Eines dieser Gase ist Kohlenmonoxid, ein typisches Produkt von Waldbränden. Auf früheren Fahrten konnten diese Gasvorkommen mit Waldrodungen in Afrika in Verbindung gebracht werden, und wir erwarten ähnliche Signale auf unserer Fahrt. Das dritte Instrument, mit dem Gase in der Atmosphäre gemessen werden, misst Streulicht aus ver-----schiedenen Richtungen (MAX-DOAS). Es benötigt kein direktes Sonnenlicht, ein klarer Vorteil bei wolkeigem Wetter, wie es diese Woche üblich war.

Die letzten zwei Atmosphärenforschergruppen sind nicht vom direkten Son----nen-licht abhängig und sind in klaren Nächten besonders aktiv. Die LIDAR-Gruppe benutzt einen kräftigen grünen Laserstrahl, um die Verteilung von Teilchen (Aerosole, Wassertropfen, Staub) in der Atmosphäre zu messen, wie ich bereits in einem früheren Bericht darstellte. Die letzte Gruppe benutzt schwache Strahlung, die für eine Luftschicht in einer Höhe von 87 km charakteristisch ist, um die Temperatur in dieser Höhe abzuschätzen. Sie beträgt nur etwa 80° C. Die Wissenschaftler erwarten, dass eine Kli----maän----derung hier schneller als an der Erdoberfläche nachzuweisen ist.

Der Austausch von Verunreinigungen zwischen Luft und Wasser ist das Thema der organischen Chemiker an Bord. Schlecht abbaubare organische Spuren-----stoffe, wie die berüchtigten PCBs, aber auch weniger bekannte Stoffe, welche zum Beispiel beim Brandschutz benutzt werden oder als Zusatzstoffe in Teppichböden, Fernsehgeräten oder Antihafbelägen in Pfan--nen, sind weltweit verbreitet. Unsere Gruppe will herausfinden, wie schnell diese Stoffe zwischen Wasser und Luft ausgetauscht werden. Die Messungen dieser Stoffe in der Luft und im Oberflächenwasser auf unserem langen Nord-Süd Schnitt werden auch zur Klärung beitragen, wie schnell diese Stoffe von der Nordhemisphäre, wo die Emissionen am größten sind, in die Südhemisphäre gelangen.

Unser geochemisches Messprogramm wurde mit drei weiteren tiefen Stationen von jeweils etwa 8 Stunden abgerundet. Alle erhofften Wasserproben konnten genommen werden. Analysen, die schon an Bord durchgeführt werden konnten, zeigten, wie erwartet, im vom Staubeintrag beeinflussten Oberflächenwasser vor Westafrika erhöhte Gehalte an Eisen, Aluminium und Titan. Wir werden auf die aufwändigen Analysen der vielen mitgebrachten Proben warten müssen, bevor wir mehr dazu sagen können, wie sich die weiteren Spurenstoffe in diesem Teil des Atlantiks verhalten.

Wir werden die verbleibenden Tage benötigen, um unsere Geräte zu verpacken und das Schiff für den nächsten Fahrtabschnitt bereit zu machen. Wir werden uns von drei Besatzungsmitgliedern besonders verabschieden müssen, darunter der Chief Volker Schulz, der von Anfang an auf Polarstern gefahren ist und jetzt in Rente geht. Viele von uns haben erlebt, wie er mit seinem tech----nis-chen Team Probleme mit Mess- oder Probennahmegeräten lösen und so ein Projekt retten konnte und wie er zu den hervorragenden Arbeitsbe--din-gungen, für die wir dieses Schiff so schätzen, beigetragen hat. Wir

möchten den Kapitänen Pahl und Schwarze und der Besatzung für die Hilfs--  
bereitschaft und die angenehme Zusammenarbeit während dieser Expedition  
herzlich danken.

Damit schicke ich Ihnen allen einen letzten Gruß, im Namen aller an Bord,  
Michiel Rutgers van der Loeff, Fahrtleiter ANT XXIII/1

The departure of POLARSTERN for its 19-month journey to the south made a memorable event. In beautiful sunny weather we enjoyed the farewell party with music in the northern Sluice. Colourful paper streamers linking us to our friends and relatives on the mainland were torn when the sluice door opened and POLARSTERN left her hometown with 40 scientists and 43 crewmembers on board. A final farewell was offered by tug boats with magnificent water fountains.

In favourable calm weather we started to unpack the containers, transfer our boxes to the labs and mount our equipment. While some groups could start right away with their measurements, most were still working on their installations while we sailed through the southern Bight of the North Sea. Here we were visited by increasing numbers of migratory birds. Wrens and robins got lost in the interior of the ship and we tried to help them find their way out of our labs again to allow them to continue their migration.

After we had passed Dover Strait around midnight, station work started in the Channel with a biooptics programme. I will write more about that programme in a later report. In the Bay of Biscay our activities focused on the acoustic programme. Sound waves are an essential tool for geoscientists to study the deep and shallow structure of the marine subsurface and the topography of the ocean floor. However, discussions on the potential impact of acoustic waves on marine life, particularly marine mammals, led to technical developments for scientific sonar systems that allow to reduce the source level in order to minimize the sound energy emitted into the ocean. The scientific sonar systems used during this study are the hull-mounted HYDROSWEEP and PARASOUND systems. HYDROSWEEP is a multi-beam sonar, which emits and receives acoustic waves of 15.5 kHz frequency within a fan of 90° or 120° athwart ship. The travel times of the reflections of these acoustic waves from the sea floor are used to produce detailed high-resolution bathymetric maps of the ocean floor. Such maps sometimes reveal a very mountainous landscape below us, and are essential to mapping and understanding e.g. the development of the ocean floor, the pathways and circulation of ocean currents, sediment mass movements or tectonic structures on the ocean floor. They have become an essential guide for every sampling operation in deep waters. The PARASOUND system is a sediment echosounder, which emits and receives acoustic waves of 4 kHz within a narrow cone of 4° opening angle. Due to the lower frequency (lower "tone") these waves penetrate the upper about 20 - 100 m of the sediment coverage, are reflected at layer interfaces with different acoustic properties above and below it, and thus allow us to image the subsurface layering of these sediments. Recordings with the PARASOUND system are used to profile sedimentary structures along the ship's track and to guide us where to take the sediment cores that we use to unravel the history of the Earth's climate.

The objective of the acoustic program during this cruise is to test in

detail if some new options for the HYDROSWEEP system, updated during the last shipyard time and allowing to reduce the source level manually or automatically, work correctly and enable us to produce bathymetric maps without loss of information and data quality. To meet this objective we have revisited three sites in the Bay of Biscay where detailed bathymetric data had already been collected with former system versions of HYDROSWEEP during previous cruises with POLARSTERN. We have now conducted repetitive surveys of these well-known sites with different settings of the new HYDROSWEEP version. A detailed analysis of this data set will show if the data quality of the maps has been affected by the reduction in sound intensity. For PARASOUND our objective was to collect a reference data set which in the future allows comparisons with a new system version which will then also include options to reduce the sound intensity.

Related to this study is the test we have made with a SONAR system that may be used to detect whales around the ship. When POLARSTERN works in Antarctic waters, our government asks us to switch off acoustic systems as soon as a whale is observed around the ship. But whales can only be observed from the observation deck if they come to the surface to breathe. If it were possible to detect whales around the ship with an active SONAR system, this procedure might be made more efficient. To this purpose we have deployed a buoy with a reflector hanging below it, and sailed around this "whale" to find out under what circumstances it could be observed. We found that the SONAR system is able to detect the reflector at a distance between 200 and 1000 m. During daytime we lost the barely visible buoy completely and we decided to continue our further programme and try to relocate the buoy in the following night. We hoped that the flashlight mounted on it would make it easier to find it back in the dark. We were very happy when the chief mate sighted the buoy at a distance of 3.5 miles and we could safely recover it with all its instrumentation.

We have been extremely lucky so far with the weather. Most of us know the Bay of Biscay as an area of stormy autumn weather. Some of us have experienced on earlier occasions that heavy weather damaged equipment when packed in containers on deck while the ship passed this part of the ocean. The weather has up to now been fine with very moderate waves, and only few people were seen with patches behind their ears.

We are now performing the first large tracer station, and we will then head to Vigo for our visit to this hometown of our former Spanish crewmembers. For some of us Vigo will be the destination of a very short expedition, whereas some new cruise participants will join us there. All on board are well, and on behalf of them I send you our best wishes.

Michiel Rutgers van der Loeff, Chief Scientist ANT XXIII/1

After finishing our acoustical tests and our first major tracer station in the Bay of Biscay, we headed southwest for our visit to Vigo, the capital of Galicia in northern Spain. This visit was a tribute to the team of former Spanish crewmembers who have worked on Polarstern since it came into service in 1982. These sailors, many of them from Vigo, were the experts in the deployment of highly varied and continuously evolving instrumentation required by scientists for their investigations of the polar oceans. Most of them are now retired, but one of them, Saturnino Pousada, is still in service and presently on board. On the evening of our arrival, a barbecue party was organized where the sailors were invited with their families. This was a great reunion for all who had worked with them for so many years. There were many children among the visitors who could now see the ship where their grandfather had lived the adventures he certainly had told them about extensively.

The AWI also took this opportunity to promote Spanish-German cooperation in polar research. On Sunday, Polarstern's blue saloon was used as a venue for a meeting of the Spanish SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) delegates. On Monday, there was a press conference followed by a seminar on "Spanish-German cooperation in Polar Research: past, present and future" to which about 50 Spanish scientists had been invited in the lecture room. Afterwards they received a tour of the ship, and for this purpose we had prepared posters and exhibits to show the work we are doing on this expedition. The festive day ended with an official reception on the bridge attended by the German consul in Galicia, a representative of the German embassy, and the harbour captain. An exquisite buffet had been prepared, a worthy completion to our visit. Our visit had attracted extensive interest from the local media. Saturnino was live on TV and there were many reports on the unusual but highly valued visit of an Antarctic icebreaker to the Spanish fishing port.

Vigo also meant a change in participants of our expedition. Captain Pahl was replaced by Captain Schwarze, and with a somewhat changed crew and a group of now 37 scientists we left Vigo early Tuesday morning. We started right away with the underway measurements in surface water, an essential part of our tracer program. In our evening meetings we resumed the lecture program that we had already started before Vigo. The first talk explained the scientific background of the bio-optics program, which has the objective to measure the particle-bound organic carbon in surface waters from space. If we manage to develop this new capability for satellite applications, this can help us to better understand the ocean carbon cycle and its role in climate change. In the early nineteen seventies the first systematic attempts were made to use pictures from aircrafts to determine the distribution of algae in the ocean. It was shown that with a proper selection of colour filters, pictures could be used to determine the amount of chlorophyll in surface waters. After the launch of the first ocean colour satellite in 1978, we were able to obtain the first, albeit not

perfect, worldwide view of algal pigment (chlorophyll) concentration from space. Since then ocean colour science has advanced rapidly and at present several satellite missions provide data continuously over the global ocean. Nevertheless, significant challenges remain because seawater contains a great variety of constituents that influence ocean colour, and these constituents vary with time and from place to place. For example, it is often hard to distinguish the contribution of algae and of other suspended particles to ocean colour, especially in turbid coastal waters. And the relationship between the green colour originating from the chlorophyll in algal material and the amount of carbon in suspended particles changes from place to place.

Our bio-optics group measures a wide range of optical parameters in surface waters, like absorption and scattering of light at different colours. They try to find relationships between these optical data and parallel measurements of plant pigments (e.g. chlorophyll), the type and amount of suspended particles in the surface water, and of the organic carbon content of these particles. The bio-optics stations are carried out around noon when the satellites pass, giving the best opportunity to make a so-called “ground-truth validation” of the satellite information, provided we have a clear sky. For the oceanographer, not only clouds but also all changes of the sunlight in the atmosphere constitute an unpleasant blur in front of the eyes of the satellite, for which corrections have to be made. But for the atmospheric scientists on board, this “atmospheric correction” is the essence of their work as it contains information on the composition of the atmosphere. We still have to learn a lot from each other.

We had some rougher weather when we sailed off Gibraltar heading for the Canary Islands. Apart from the usual stomach problems this brings for some of us, we are all well and send you our best regards

Michiel Rutgers van der Loeff, Chief Scientist ANT XXIII/1

This week we sailed around West Africa. Our cruise track passed through the Canary Islands where we had to make a very short visit to the harbour of Las Palmas to obtain spare parts for a malfunctioning reefer van loaded with food for the Neumayer station. After leaving Las Palmas, we took a course maintaining a 200 nautical miles distance to the African continent. Since we had left Spain, the ocean was deep blue: the chlorophyll content in the surface water was very low. Here, the ocean is very poor in nutrients and can be considered a desert. Further south, off Morocco and Mauritania, the ocean becomes richer. Nets that we use continuously to filter surface water started to collect large amounts of zooplankton. There were many flying fishes, a beautiful sight when, apparently to flee from the ship, they launched themselves in the air and sailed far away like a flock of birds just above the water surface. Some of them landed on deck, especially at night. Other intruders on the ship were large black crickets, making their familiar sound at night on deck, and reminding us of our proximity to the mainland.

It is indeed this proximity to the mainland that is the cause for the higher productivity of this area. This has two causes: first, the winds blow water away from the coast, and this water is replenished by deeper water, which is rich in nutrients. And second, the winds carry large amounts of dust from the continent across the ocean and when this falls down it also fertilizes the surface of the sea. This is not only the case for the classical nutrient elements, such as phosphorus and nitrogen, but also for trace elements, the so-called micronutrients like iron, that are equally essential for plankton growth.

It is this contrast between ocean deserts and zones of high continental influence that makes the long north-south transect we are following now such a unique opportunity for trace element studies. The cycling of elements has long been an important part of oceanography. Much has been learned on how elements are weathered from rocks on the continents, carried to the ocean by rivers or by the atmosphere, taken up in the biological cycle, and how they ultimately end up in marine sediments. The pathways of this cycling, and the role of the general conveyor-belt ocean circulation, were beautifully illustrated by a major international program GEOSECS carried out in the 1970s, which made expeditions to all major oceans. But for many questions GEOSECS was just too early. At that time we were not yet able to measure trace metals in the ocean, simply because we had not yet learned how to get the samples on board without contaminating them. Adequate sampling techniques have now been developed, and our trace metal people have dedicated clean sampling bottles, winch and wire, and they have their own clean-room container where they operate like surgeons. There has also been a major development in analytical techniques within the field of mass spectrometry. When a decade ago we were happy to be able to determine the concentration of an element in seawater, we can now not only do so with much better precision in much smaller volumes (often litres instead of

cubic meters), but we can also determine the ratio in which the various isotopes of that same element occur. The interesting thing is that these isotopic ratios can vary according to the source of the element (for example between the various continents or between rivers) and can change in every process the element is involved in, for example, when it is taken up by phytoplankton or by bacteria. Ultimately, these elements are bound in skeletons of marine organisms or on other particles, sink out, and are deposited on the seafloor. The isotopic ratios are preserved in the sediment layers, and so form a record of conditions in the past ocean.

These developments have drawn renewed attention to trace elements as tools to study the changes of the cycling of elements through time in response to the change of our climate, in the past and in the future. That is why a new international program has been set up, called GEOTRACES, with the objective to make the best use of these new tracers. We plan to coordinate expeditions, over the next 10-15 years or so, to determine the details of the cycling of trace elements and their isotopes on a global scale. Our present expedition is considered a pilot study for this program. We put emphasis on intercalibration and on the parallel sampling for many tracers in the same water mass. For example, we draw a "fish" made of steel beside the ship through the water with a tube attached to it that allows us to obtain surface water that has not been contaminated by the hull of the ship. We pump up one large mixed sample that is then distributed to all labs on board. In addition to this surface water study, we have up to now performed three deep-water stations, where we use the Rosette sampler with a conductivity-temperature-depth (CTD) sensor to obtain water at desired depths from the water column. Notwithstanding the mentioned analytical advances and corresponding reduction in sample volumes for several types of analyses, other new tracers that we want to investigate require so large volumes that we perform up to 5 casts at the same station to meet the thirst of all.

Most groups take their samples back home, but some analyses are performed on board. We clearly see the effect of the dust inputs off West Africa by increasing levels of Aluminium and Titanium in surface waters. The atmospheric chemists, using their green laser beam piercing the sky from the helicopter deck, identified the Saharan dust layer at a height of around 4 km since we had reached the latitude of 26°N.

All on board are well. We celebrated Halloween with costumes and beautifully carved pumpkins and wonder whether Neptune will allow us to cross the equator.

In the name of all I send you my best regards,  
Michiel Rutgers van der Loeff, Chief Scientist ANT XXIII/1

The last part of our cruise track crossed the Angola Basin. The Inter Tropical Convergence Zone, where the northeast and southeast trade-winds meet, gave us some severe rain showers, but then we had a period of hot and sunny weather. On the 5th of November we crossed the equator, celebrated with sparkling wine on the observation deck. But for many this was the first equator crossing, and Neptune did not let this go unnoticed. Two days later 31 of us – crew and scientists – were baptized in a traditional rather dirty ceremony that could be performed in the bright sun on deck. It was enjoyed by baptized and baptizers alike. The day ended with a delightful grill party attended with extra appetite by the newly baptized, who had not gotten food for lunch.

After the equator crossing we gradually entered a region of heavy clouds, a problem for those of us who need a clear view to the sky above us. The atmospheric scientists on board study changes in the composition and structure of the atmosphere that result from man-made emissions of gases. They use a wide range of techniques. One group uses chemical measurements: every day around noon a large helium-filled balloon is launched. This weather balloon rises to 30-35 km height before it explodes by its expansion in the thin upper atmosphere. On its way up it measures not only weather data but also the ozone concentration in the atmosphere. The data are transmitted to the ship and are used for our daily report to the Global Telecommunication System, the data system of all weather services.

All other groups use optical methods. Most of these complement similar measurements made by satellites (ENVISAT, in polar orbit since 2002) and thus serve as ground validation of these global satellite data. Three teams analyse the spectrum of the sunlight arriving on the ship. As I wrote last week, this spectrum carries information on the chemical composition of the atmosphere. A large part of the harmful ultraviolet radiation is absorbed by gases in the atmosphere, and as we all know this protection is threatened by changes in the atmosphere, especially in the ozone concentration. The first group tries to relate the ultraviolet spectrum measured on the ship to the ozone concentration measured with the balloons. A second instrument made to study the absorption of the sunlight is the FTIR. In a container situated on the observation deck, on top of the bridge, the direct sunlight is captured by a so-called “solar tracker”, a set of mirrors that are continuously adjusted to the ship’s movement in order to feed the sunlight into a spectrophotometer. This instrument records the infrared part of the spectrum of the sunlight. Missing components of sunlight point to absorption in the atmosphere by specific gases. One of the gases that can be observed in this way is carbon monoxide, typically originating from forest fires. On previous expeditions this could be clearly linked to forest burning in tropical Africa, and we expect to find similar signals on our expedition. The third instrument to measure gas concentrations in the atmosphere analyzes scattered light under various angles (MAX-DOAS). It does not require direct sunlight, a great advantage in the often cloudy weather we had this week.

The remaining two groups of atmospheric scientists are not dependant on sunlight and they are most active during cloudless nights. The LIDAR team uses the light of a powerful green laser to measure the distribution of particles (aerosols, water droplets, dust) in the atmosphere, as I already mentioned in the previous report. The last team uses the weak radiation specific to a thin layer of the atmosphere at a height of 87 km to derive the temperature at that height – a mere – 80 °C. They expect that a climate change is more readily detected in this layer than down on the Earth's surface.

The exchange of pollutants between air and surface water is the theme of the organic chemists on board. Persistent organic pollutants like the notorious PCBs but also less well-known chemicals used for example as fire retardants or additives to carpets and television sets and non-stick frying pans are distributed worldwide. Our team measures these components in the air and in the surface water to find out how rapidly these pools exchange. Our long North-South transect will also help to quantify the transport from the northern hemisphere, where the industrial pollution is largest, to the southern hemisphere.

We completed our geochemical program with three more deep stations, taking about 8 hours each, and allowing us to obtain all the water samples we had desired. Some analyses could already be done on board, and these showed the expected higher concentrations of iron, aluminium and titanium in the area of dust inputs. We will have to await the elaborate analyses of the many samples we take home to find out how the other trace elements behave in this part of the ocean.

The remaining days will be needed to pack our things and make the ship ready for the next leg. We will have to say goodbye to three crewmembers, among which the chief engineer, Volker Schulz, who has been with Polarstern from the beginning and is retiring now. Many of us have experienced how, together with his technical team, he solved our problems with malfunctioning sampling or measuring equipment and so saved a project, and how he helped create the excellent working conditions for which we so much value this ship. We wish to thank the captains Pahl and Schwarze and their crew for the extremely helpful and pleasant cooperation during this expedition.

With a last greeting from all on board,  
Michiel Rutgers van der Loeff, Chief Scientist ANT XXIII/1