

## Die Expedition ANT-XXIV/4

### Wochenberichte

[16. Mai 2008](#): Analytik

[9. Mai 2008](#): Über den Äquator – Lichtvariationen

[2. Mai 2008](#): Heiter bis wolzig

[24. April 2008](#): Stürmischer Anfang

### Zusammenfassung und Fahrtverlauf

Der Atlantiktransfer von Punta Arenas nach Bremerhaven wird zur kontinuierlichen Untersuchung atmosphärischer und ozeanischer Eigenschaften sowie der Energie und Stoffflüsse zwischen Ozean und Atmosphäre genutzt. Die Fahrt verläuft auf direktem Weg mit täglichen kurzen Stationsmessungen des Lichtangebots und der Phytoplanktonkonzentration. Im Vema-Kanal wird eine ozeanographische CTD-Messung erfolgen, um zu einer mehrjährigen Zeitreihe der Messung des antarktischen Tiefenwassers beizutragen.

Um die experimentelle Erfassung von Stoff- und Energieaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre zu verbessern, werden im Rahmen des Leibniz-Verbundprojektes OCEANET (<http://www.ifm-geomar.de/~oceanet>) mittels der Vernetzung der Expertisen des IFM-GEOMAR (CO<sub>2</sub>-/O<sub>2</sub>-Flüsse, photosynthetischer Status, Energiehaushalt, Fernerkundung), des GKSS Forschungszentrums („FerryBox“ und Fernerkundung der marinen Biologie), und des AWI-Bremerhaven (CO<sub>2</sub>-System, marine Infrastruktur von Polarstern) autonome Messsysteme entwickelt, die langfristig für den operationellen Betrieb an Bord verfügbarer Forschungsschiffe zum Einsatz kommen sollen. Ab 2009 wird das im Projekt beteiligte Leibniz-Institut für Troposphärenforschung IfT mit der aktiven Atmosphärenfernerkundung mittels Lidar beitragen.

Als Beitrag zum maritimen Aerosol-Netz der NASA ([http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new\\_web/maritime\\_aerosol\\_network.html](http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/maritime_aerosol_network.html)) wird halbstündlich die optische Dicke des Aerosol in der Atmosphärensäule gemessen, um Aerosol-Wolken-Wechselwirkungen und den meridionale Gradienten des troposphärischen Aerosols zu erforschen. Zur Bestimmung atmosphärischer Spurengase werden spektral hochaufgelöste Messungen des Transmissionsvermögens der Atmosphäre vorgenommen.

Schiffstragene ADCP-Messungen des äquatorialen Strömungssystems erhöhen die Verfügbarkeit von Strömungsschnitten und erlauben so das Studium von intrasaisonalen bis saisonalen Variabilität des Transports der Hauptströmungszweige. Durch die Kombination von Fernerkundung und in-situ-Messung der ozeanischen Optik wird die Abschätzung der globalen marinen Primärproduktion sowie die der Verteilung der wesentlichen funktionalen Gruppen des Phytoplanktons, der Produktivität und Komposition des Phytoplanktons und des partikulären organischen Kohlenstoffs verbessert.

Die meisten der auf dieser Überfahrt kontinuierlich erfassten Größen dienen auch der Validierung der satellitengetragenen Fernerkundung von Atmosphäre und Ozean.

### Fahrtverlauf

18. April 2008: Auslaufen Kapstadt

20. Mai 2008: Einlaufen Bremerhaven

## ANT-XXIV/4, 1. Wochenbericht

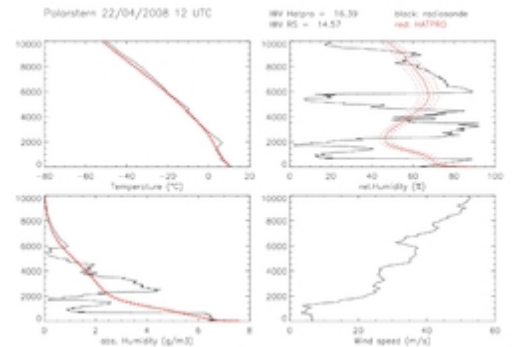
### 18. 4. - 24. 4. 2008: Stürmischer Anfang

Nachdem Polarstern wie geplant am 16. 4. in Punta Arenas eingetroffen ist und die wissenschaftlichen Teilnehmer am 17. 4. die Heimreise angetreten haben, begann der letzte Fahrtabschnitt von ANT-XXIV/4 am 18. 4. mit dem Einschiffen und erstem Geräteaufbau. Pünktlich um 19:00 Uhr Ortszeit legte Polarstern ab und dampft nun auf direktem Kurs nach Bremerhaven mit Stop in Las Palmas, um Mitarbeiter des AWI zum Test von Geräten an Bord zu nehmen. Darüberhinaus werden täglich je nach Wetterlage bis zu 50 Minuten Stationsmessungen des Phytoplanktons und des Unterwasserlichtes bis in 200 m Wassertiefe vorgenommen. Im Vema-Kanal ist eine vollständige CTD-Messung bis zum Meeresboden vorgesehen, die zur Langzeiterfassung der dekadischen Schwankungen des antarktischen Tiefenwassers beiträgt. Neben der 42köpfigen Besatzung sind 19 Wissenschaftler und zwei Mitarbeiter des DWD an Bord.

Ein Großteil der Arbeiten besteht in der kontinuierlichen Erfassung der Atmosphäre, den biochemischen Eigenschaften des oberen Ozeans und den Energie- und Stoffflüssen zwischen beiden. Weiterhin werden Phytoplanktonkonzentration, das Lichtangebot unter Wasser und dessen raumzeitlichen Schwankungen sowie Aerosole und Spurengase in der bodennahen Atmosphäre gemessen. Schließlich findet ein betreuter Transport der in Chile beheimateten Krebsarten *Paralomis granulosa* und *Lithodes santolla* zwecks Untersuchungen am AWI statt.

Der erste Tag im Hafen wurde unter optimalen Wetterbedingungen zum Aufbau der Instrumente genutzt. Sobald wir den Schutz der Magellan-Straße verlassen hatten, gerieten wir auch gleich in den Einflussbereich eines Sturmtiefs mit 9 Windstärken, konnten aber alle Installationen im Außenbereich und in den Laboren erfolgreich fertigstellen.

Sehr schnell stand der tägliche Arbeitsablauf fest: Um 9:00 Uhr Bordzeit Wetterbesprechung bei den Bordmeteorologen, 13:00 – 13:50 Uhr CTD und Unterwasserlichtmessung, 19:30 Seminar, 20:30 Tischtennis. Sobald wir in den Subtropen sind und der Seegang es erlaubt, wird auch vom Schlauchboot aus außerhalb des Licht- und Windschattens des Schiffs die Wellenneigung und die Fluktuation des Sonnenlichts bis etwa 10 m Wassertiefe gemessen. Die Bio-Optik-Gruppe schuftet im Schichtbetrieb von 6:00 Uhr morgens bis 2:00 Uhr nachts an der Filtrierung der Phytoplankton-Proben der CTD. Die Atmosphärengruppe ist dagegen nur von Sonnenauf- bis -untergang im wesentlichen mit der Messung der bodennahen Spurengase, des atmosphärischen Aerosols, der Feuchte- und Temperaturprofile, der Bewölkung, der solaren und thermischen Einstrahlung sowie der turbulenten Flüsse von Wärme, Feuchte und CO<sub>2</sub> beschäftigt. Im Prinzip laufen alle Messungen automatisch ab, müssen aber gelegentlich nachkalibriert werden.



Temperatur und Feuchteprofile vom HATPRO-Mikrowellenradiometer und von der DWD-Radiosonde. Grafik von Bernhard Pospichal.



Kalibrierung des HATPRO Mikrowellenradiometers mit flüssigem Stickstoff. Foto von Martin Hieronymi. Foto Martin Hieronymi.



Insbesondere unser „Humidity And Temperature PROfiler“ HATPRO wird sorgfältig beobachtet und im Falle einer Drift der gemessenen Mikrowellen aus der Atmosphäre nachkalibriert. Dies geschieht mit flüssigem Stickstoff und sorgt für etwas Spektakel auf dem Peildeck.

Die Radiosondenaufstiege, die die DWD-Mitarbeiter jeden Tag um 12 :00 UTC durchführen, bieten eine sehr gute Gelegenheit, die Performance des HATPRO zu testen, auch wenn in-situ Messung an einem Ballon, der stark horizontal verdriftet und indirekte Fernerkundung mit einem Mikrowellenradiometer unmittelbar über dem Schiff nicht 100% vergleichbar sind. Abbildung 3 zeigt den Vergleich und man sieht, dass das

Temperaturprofil mittels HATPRO recht gut wiedergegeben wird, die Feuchte allerdings weniger. Im weiteren Verlauf der Fahrt werden wir untersuchen, inwieweit eine Verbesserung des HATPRO-Algorithmus möglich ist. Wir sind für unsere Wolken-Strahlungsstudien aber mehr an der Gesamtmenge des Wasserdampfes und des Wolkenwassers interessiert, was vom Radiometer sehr gut erfasst wird, und das sekundlich!

Wettertechnisch sind wir nach dem Sturmtief größtenteils im Einflussbereich eines Hochs mit flacher konvektiver Bewölkung und viel Sonnenschein, ideal für unsere Aerosol- und Wolkenmessungen. Auch die Bio-Optik-Gruppe konnte bereits erfolgreich und zügig fünf CTDs und Lichtmessungen durchführen und spart ordentlich Stationszeit ein, die in der zweite Hälfte der Fahrt für mehr Flexibilität sorgen wird.

Alle Messungen finden kontinuierlich während der gesamten Reise statt. Daher wird in jedem Wochenbericht ein Thema etwas hervorgehoben. Diesmal die Atmosphärenfernerkundung, im folgenden dann mehr die Bio-Optik, die Meeresbiologie und die Meereschemie, die Synoptik, ...

Herzliche Grüße von Bord im Namen aller!

Andreas Macke



Tag 1 - Wissenschaft & DWD von ANT-XXIV/4, fast komplett. Foto: John Kalisc

## ANT-XXIV/4, 2. Wochenbericht

### 25. April bis 2. Mai 2008: Heiter bis wolkig

Am 26. 4. morgens haben wir den Vema-Kanal erreicht. Da die Bio-Optik Gruppe um Bettina Schmidt täglich die 200-m-CTDs für die Bestimmung des Tiefenprofils des Phytoplanktons durchführt, haben sie neben ihrem 6:00 – 2:00 Uhr Schichtbetrieb dankenswerterweise auch noch diese CTD bis auf 4800 m gefahren. Wir sind gespannt, wie die gemessenen Temperaturen und Salzgehalte in der Tiefe zur langzeitlichen Variation des bislang gemessenen Antarktischen Bodenwassers passen. Die Auswertung müssen wir den daheim gebliebenen Ozeanographen überlassen, in deren Auftrag wir die CTD-Station durchgeführt haben. Der Abschlussbericht unserer Fahrt wird etwas dazu sagen können.

Obwohl wir noch nicht einmal die Subtropen der Südhemisphäre erreicht haben, konnten wir von Sonntag bis Montag schon einmal tropisches Wetter genießen. Der Eintrag von Höhenkaltluft über dem 26 Grad warmen Atlantik führte zu einer kräftigen Labilisierung, die wiederum hohe Gewitterwolken und kräftige Gewitter mit Starkniederschlägen brachte. Abbildung 1 zeigt eine nächtliche Aufnahme des über mehrere Stunden andauernden Wetterleuchtens, ein eindrucksvoller Ausdruck der kräftigen Vertikalbewegung in der Atmosphäre.

Bislang sind wir mit Wolken und Niederschlag verwöhnt worden, was bei einem derart subtropisch geprägten Fahrtabschnitt nicht der Normalfall ist. Die wolkenfreien Fälle werden von Stefan Kinne zur Erfassung des Gesamtaerosols in der Atmosphärensäule genutzt. Hierzu verwendet er ein Hand gehaltenes bzw. mobiles Sonnenphotometer (Microtopps), das in die Sonne gerichtet wird und das atmosphärische Transmissionsvermögen und damit die optische Dicke des Aerosols, die Größe der Aerosolpartikel sowie die Wasserdampfmenge in der Säule erfasst. Unsere Daten sind Bestandteil des frisch gegründeten „Marine Aerosol Network“ der NASA. Die Atlantik-Schnitte der POLARSTERN liefern zur Zeit die größte Datenmenge für dieses Netzwerk. Auf Schiffen erweist sich der Einsatz eines Microtopps als ideal, da man Schiffsbewegungen ausgleichen und den Standort wechseln kann, wenn z.B. die Abgasfahne des Schiffes oder durch Deckarbeiten eingetragene Partikel die Messung kontaminieren könnten.

Tatsächlich konnten wir unter wolkenfreien Bedingungen mit der Annahme eines nicht wesentlich veränderten, durch Meersalz bestimmten, Hintergrundaerosols von dem veränderten Spektralverhalten der gemessenen solaren Abschwächung eindeutig die gegenüber Meersalzteilchen viel kleineren Rußpartikel der fossilen Verbrennung nachweisen.

Abbildung 3 (unten) zeigt die Zeitserie der optischen Dicke des Aerosols und die des sogenannten Angström-Koeffizienten. Letzterer ergibt sich aus dem spektralen Verhalten der optischen Dicke und erlaubt die Größe des Aerosol abzuschätzen. Je größer die Partikel, desto kleiner der Angström-Koeffizient. Zusätzlich sind im oberen Teil der Abbildung der Wasserdampfpfad als Maß für die Feuchte der Atmosphäre, die Windgeschwindigkeit als Maß für die Stärke der gischt-induzierten Aerosolbildung sowie die relative Feuchte am Boden als Maß für das Aufquellen des bodennahen Aerosols



Abb. 2: Stefan Kinne (links) bei der Bedienung des mobilen Sonnenphotometers. Foto: Martin Hieronymi.

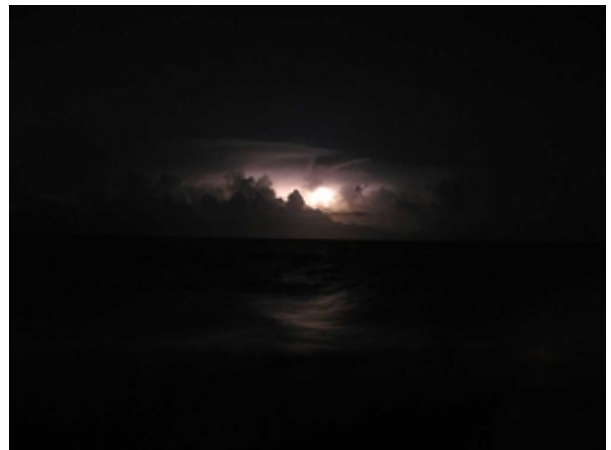


Abb. 1: Gewitterleuchten. Foto von Bernhard Pospichal.

dargestellt. Aus der Kombination dieser Daten lässt sich später die Zusammensetzung und Entwicklung des Aerosols bestimmen. Der Wasserdampfpfad in der obersten Grafik von Abb. 3 entstammt den HATPRO Messungen der emittierten Mikrowellenstrahlung (schwarze Linie) und den Microtopps-Messungen der absorbierten Sonnenstrahlung (blaue Flächen). Trotz der sehr unterschiedlichen Methoden liefern beide Geräte eine sehr gute Übereinstimmung.

Zur Erfassung der vertikalen turbulenten Flüsse von Wasserdampf und CO<sub>2</sub> zwischen Ozean und Atmosphäre sind drei zeitlich hochauflösende Geräte am Krähenneest montiert. Abbildung 4 zeigt einen Tagesverlauf der CO<sub>2</sub>- und der Wasserdampfkonzentration. Aus der zeitlichen Variabilität lassen sich mit Hilfe der Spektralanalyse die turbulenten Transporte beider Größen und damit ein wichtiger Anteil der Wechselwirkung zwischen Ozean und Atmosphäre bestimmen. Wir durchfahren die Subtropen der Südhemisphäre mit ihrer typischen flachen Konvektionsbewölkung und nähern uns dem thermischen Äquator, der zu dieser Jahreszeit nur wenig nördlich vom geografischen Äquator liegt.

Herzliche Grüße von Bord im Namen aller!

Andreas Macke

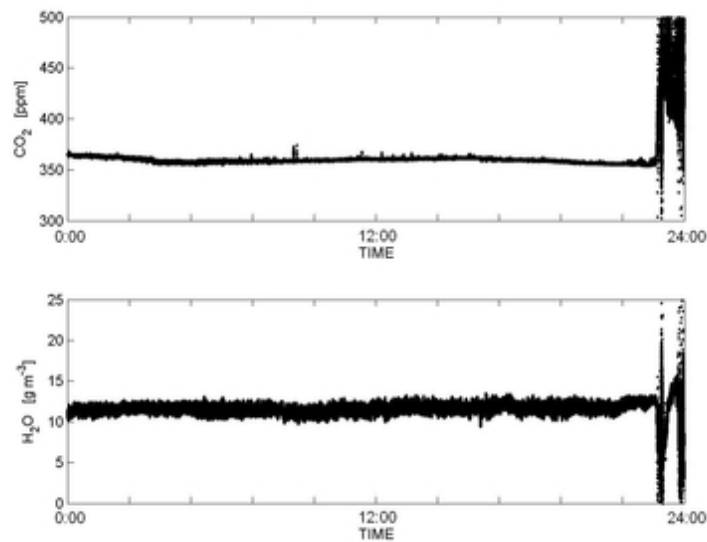


Abb. 4: Zeitserie der CO<sub>2</sub> und Wasserdampfkonzentration für den 25. 4. 2008. Grafik von Karl Bumke.

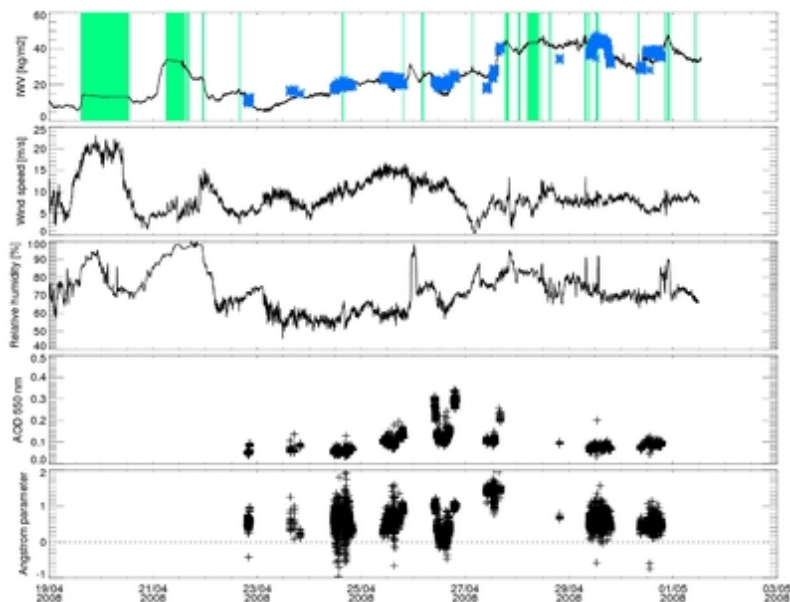


Abb. 3: Zeitserie des Wasserdampfpfades, der Windgeschwindigkeit in Bodennähe, der relativen Feuchte in Bodennähe sowie der aerosoloptischen Dichte und des Angström-Koeffizienten. Grafik von Bernhard Pospichal.



## **ANT-XXIV/4, Wochenbericht Nr. 3**

**3. Mai - 9. Mai 2008**

Der dritte Fahrtbericht steht im Zeichen der Sonne. Das Sonnenlicht ist die Energiequelle für nahezu jegliche atmosphärischen, ozeanischen und biologischen Aktivitäten auf diesem Planeten. Das Lichtangebot an der Meeresoberfläche und in der Tiefe wird auf dieser POLARSTERN-Fahrt täglich von der Phyto-Optik-Gruppe von Astrid Bracher (an Bord vertreten durch Bettina Schmitt) gemessen. Die Lichtdaten werden gemeinsam mit Tiefenprofilen der Phytoplanktonkonzentration untersucht, um einen möglichen Zusammenhang zwischen der Verteilung der verschiedenen Phytoplanktonarten und dem vorhandenen Lichtangebot herzustellen. Die Strahlungs- und Wolkengruppe von Andreas Macke untersucht den Einfluss der Bewölkung auf den Strahlungshaushalt an der Meeresoberfläche und hat sich auch der kleinskaligen Schwankungen des Lichtangebots verschrieben. Ob die gleiche Menge Licht homogen oder fluktuierend zur Verfügung steht, macht einen Unterschied in der Erwärmung des Ozeans und bei photobiologischen und photochemischen Prozessen, die nichtlinear auf Lichtschwankungen reagieren. Ursache für Lichtschwankungen sind zum Teil die variable Bewölkung in der Atmosphäre, größtenteils aber die Oberflächenwellen.

Beide Arbeitsgruppen ergänzen sich sehr gut und verbinden marine physikalische und biologische Fragestellungen.

Die Tiefenprofile der auf- und abwärts gerichteten spektralen Strahlungsflussdichten (Sonnenenergie, die an einer bestimmten Wellenlänge pro Zeit und auf eine horizontale Fläche trifft) werden mit einem RAMSES-Spektrometer bis zu einer Wassertiefe von 200 m aufgenommen. Abbildung 1 zeigt das Gerät kurz vor dem Einsatz. Für die Lichtprofilierung wird POLARSTERN mit dem Arbeitsdeck zur Sonne gedreht. Optimale Bedingungen herrschen dann, wenn die Dünung die Geräte vom Schiff weg treibt, so dass der Einfluss des Schiffsschattens minimal ist.

Abbildung 2 zeigt ein Tiefenprofil der abwärts gerichteten spektralen Strahlungsflussdichte im roten, grünen und blauen Spektralbereich. Aufgrund der Materialeigenschaften von Wasser wird der rote Anteil des Sonnenlichts sehr schnell absorbiert und es dominieren der grüne und in größeren Tiefen der blaue Anteil, letzteres auch bedingt durch die im Blauen stärkere Lichtstreuung an Wassermolekülen. Bis in 100 m Wassertiefe sind beide Anteile noch deutlich vertretbar. Aufgrund der Oberflächenwellen variiert die Lichtmenge. Diese Variation nimmt mit der Tiefe erwartungsgemäß ab, ist aber bis 40 m Tiefe noch festzustellen.

Um derartige Lichtschwankungen in ihrem räumlichen und zeitlichen Verhalten zu erfassen, wird die Helligkeitsverteilung auf einer weißen diffus reflektierenden Platte (Abb. 3) in unterschiedlichen Wassertiefen gefilmt und später spektral analysiert. Hieraus ergeben sich die charakteristischen Zeit- und Raumskalen der zumeist welleninduzierten Lichtfluktuationen als Funktion des Seegangs und der Tiefe. Gleichzeitig werden mittels eines Neigungsmessers auf einem leichten Schwimmkörper die Oberflächenauslenkungen bestimmt. Aus diesen Daten wird später am Institut mit Hilfe der Monte-Carlo Strahlungstransportsimulation versucht, die gemessenen Lichtschwankungen im Modell zu reproduzieren.

Am 8. 5. hatten wir einen Tag mit bislang maximal ausgeprägter wolkenbedingter Fluktuation der solaren und thermischen Einstrahlung. Mit  $1420 \text{ Wm}^{-2}$  haben wir gegen 13:23 UTC wahrscheinlich die stärkste solare Einstrahlung während der ganzen Fahrt gemessen. Zu dieser Zeit stand die Sonne fast senkrecht im Himmel. Allerdings kommen am Oberrand der Atmosphäre bei dieser Beleuchtungsgeometrie nur etwa  $1360 \text{ Wm}^{-2}$  von der Sonne an und einiges wird auf dem Weg zum Boden weggestreut. Dass wir dennoch deutlich mehr Einstrahlung am Boden messen, liegt an der zusätzlichen diffusen Streustrahlung aus der Atmosphäre, insbesondere aus der Umgebung der Sonnenrichtung. Abbildung 5 zeigt das Vollhimmelsfoto zum Zeitpunkt der maximalen Strahlungserhöhung. Man erkennt deutlich die zusätzliche diffuse Einstrahlung aus der Sonnenumgebung.

Die tropische Atmosphäre war durch eher flache Cumulusbewölkung bestimmt. Die für die Kalmenzone charakteristischen hoch reichenden Gewitterzellen waren nur vereinzelt am Horizont zu sehen. Nördlich des thermischen Äquators sind wir in den Einflussbereich von Saharastaub geraten. Die damit verbundene trockene Höhenluft mag dazu beigetragen haben, dass

wir kaum tropische Konvektion zu sehen bekamen. Es fand eine Äquatortaufe statt.

Anlässlich des Todes von Herrn Prof. Dr. Friedrich Schott, dem ehemaligen Direktor des Kieler Instituts für Meereskunde, wurde um 13:30 MESZ exakt zum Beginn der Trauerfeier in Kiel Halbmast geflaggt und das große Hornsignal gegeben. Alle deutschen und viele ausländische Forschungsschiffe beteiligten sich an dieser Aktion zur Ehrung eines führenden Wissenschaftlers der Physikalischen Ozeanographie.

Herzliche Grüße von Bord im Namen aller!

Andreas Macke



Abb. 5: Vollhimmelsbild zum Zeitpunkt der maximalen Sonneneinstrahlung von  $1420 \text{ Wm}^{-2}$  am 8.5.2008 um 13:23 UTC (Foto: John Kalisch).

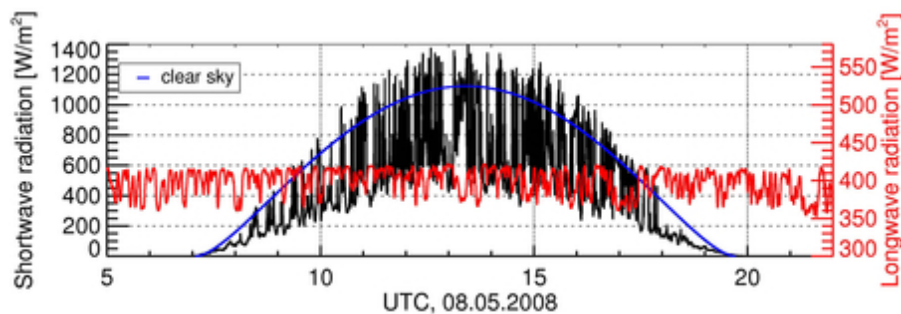
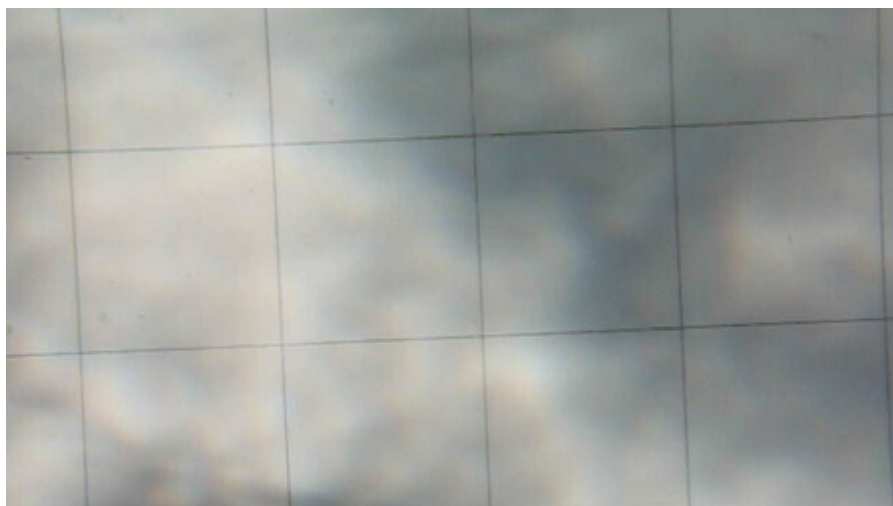


Abb. 4: Extrem stark fluktuierender Tagesgang der solaren und thermischen Einstrahlung am 8.5.2008 im Bereich nordöstlich der Kapverden (Grafik: John Kalisch).





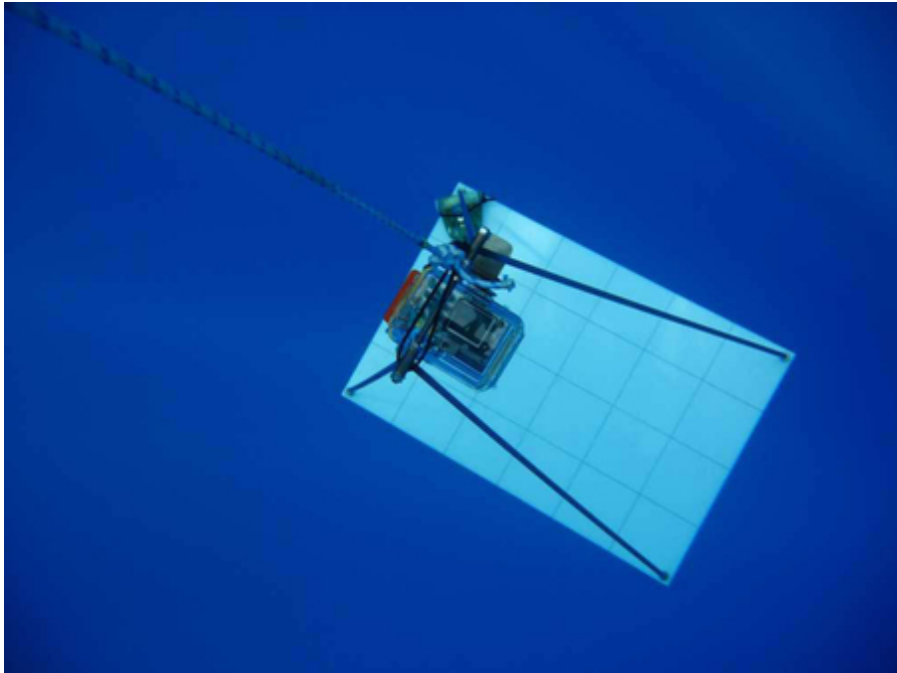


Abb. 3: Kamerasystem zur Erfassung der Lichtschwankungen und Beispielbild bei einer Wassertiefe von 7 m (Foto: Martin Hieronymi).

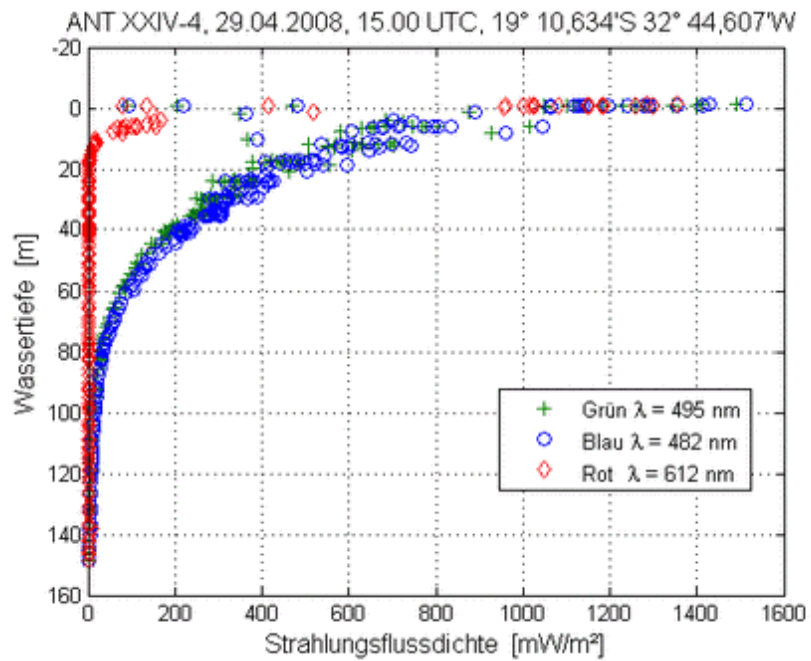


Abb. 2: Tiefenprofil der spektralen Strahlungsflussdichte im roten, grünen und blauen Spektralbereich (Daten von Anja Theis, Grafik von Martin Hieronymi).





## **ANT XXIV/4, Wochenbericht Nr. 4**

**10. Mai - 16. Mai 2008**

Der vierte und letzte Wochenbericht wird von der „Analytik“ bestimmt, d.h. von allen in-situ Beprobungen und Analysen der biologischen und chemischen Zusammensetzung des oberflächennahen Ozeans. Die Arbeiten werden von Arbeitsgruppen der Uni Bremen, des GKSS-Forschungszentrums und des IFM-GEOMAR durchgeführt. An Bord sind Bettina Schmidt, Marc Taylor, Laila Bentama, Martina Gehring, Tobias Steinhof und Imke Grefe für die Durchführung und Auswertung zuständig und haben auch die folgende Beschreibung geliefert:

Die „Phyto-Optics“ Gruppe vom AWI und dem GKSS-Forschungsinstitut in Geesthacht hat seit Beginn der Reise kontinuierlich Wasserproben genommen, um Phytoplankton zu messen, die planktonischen Primärproduzenten in den oberen Wasserschichten, die die Basis aller Nahrungsketten im Meer bilden. Obwohl mikroskopisch klein (zwischen 1 µm und 1 mm), ist das Phytoplankton für etwa 50% der globalen Primärproduktion verantwortlich.

Auf dieser Fahrt will die Gruppe die Verteilung und Häufigkeit der verschiedenen Phytoplankton Gruppen im südlichen und nördlichen Atlantik untersuchen. Die Daten werden teilweise erst später im Labor untersucht, um die täglich genommenen Satellitenbilder zu validieren. Da die optischen Eigenschaften des Wassers von den darin vorkommenden Algen abhängen, können über Messungen der Absorption, Reflektanz und Fluoreszenz Aussagen über die Zusammensetzung des Phytoplanktons getroffen werden.

Morgens um 6 h und abends um 22 h wird eine Wasserprobe von ca. 80 l genommen und für Pigment-Analysen in den jeweiligen Instituten filtriert, während Absorptionsmessungen direkt an Bord durchgeführt werden (Abb. 1a). Um die Mittagszeit werden jeden Tag mit Hilfe eines Wasserschöpfers (Abb. 1b) Wasserproben aus bis zu 200 m Tiefe geholt und ebenfalls filtriert und analysiert. Ca. 5.200 l Wasser sind schon seit Punta Arenas über die Filter gelaufen. Wie erwartet ist die Phytoplanktondichte im Oberflächenwasser des offenen Ozean sehr gering, in den tieferen Wasserschichten findet sich jedoch oft ein Fluoreszenzmaximum, was auf eine höhere Dichte der winzigen einzelligen Organismen hinweist.

Ebenfalls per Filtration werden Proben zur Untersuchung mariner Stickstofffixierer (Diazotrophe) gewonnen. Die Fähigkeit zur Fixierung des atmosphärischen Stickstoffs zu bioverfügbaren Formen ist allein auf Prokaryoten beschränkt. Die Erforschung der marinen Stickstofffixierer befindet sich noch im Anfangsstadium; wenig ist bekannt über ihre Verteilung, Diversität und ihren Einfluss auf die globale Stickstoffbilanz.

Einer der bekanntesten Stickstofffixierer ist *Trichodesmium*. Dieser Vertreter der filamentösen Cyanobakterien bildet in ruhigen Gewässern mit Temperaturen über 23 – 25 °C charakteristische Blüten („Sawdust of the Sea“). Obwohl wir Wassertemperaturen von über 29 °C verzeichnen konnten, wurde leider keine Blüte beobachtet.

Einen weiteren Forschungsschwerpunkt bilden unizelluläre Stickstofffixierer. Sowohl Cyanobakterien, als auch heterotrophe Prokaryoten gehören hierzu.

Die Probennahme erfolgt alle acht Stunden (morgens, nachmittags und nachts). Wasser wird aus dem Seewassersystem mit Einlass am Bug in 8 m Tiefe gewonnen. 2 x 2 l werden für molekularbiologische Untersuchungen filtriert.

Im Nasslabor wurden diverse Geräte aufgebaut, mit denen das Oberflächenwasser im Durchfluss auf chemische und biologische Parameter untersucht wird. Bisher wurden fast 900 m<sup>3</sup> Wasser mit der bordeigenen Pumpe zu den Geräten befördert und dort auf die folgenden Parameter untersucht.

Mit der FerryBox des GKSS-Forschungszentrums (Abb.2) werden ozeanographische Parameter wie Salzgehalt und Temperatur aber auch Parameter, die Informationen über biologische Prozesse im Meer liefern, aufgezeichnet. Dazu sind ein Salinometer, ein Trübungssensor, ein Chlorophyll-a-Fluoreszenzsensor, eine Sauerstoffoptode und ein pH Sensor in dem

Durchflusssystem installiert. Die Messwerte werden zusammen mit der Position und Uhrzeit jede Minute gespeichert. Zwei Nährstoffanalysatoren, die das im Wasser gelöste Nitrat und Phosphat messen, ergänzen die gesammelten Informationen. Zur Erprobung wird auch ein Sensor zur variablen Chlorophyll-a-Fluoreszenzmessung im Durchfluss angeschlossen. Diese Daten lassen Rückschlüsse auf die Konstitution der gemessenen Algen zu.

Die FerryBox-Daten stellen einen Teil der Messdaten des OCEANET-Projektes, das die Erfassung von Stoff- und Energieaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre beinhaltet.

Das IFM-GEOMAR misst in einem Durchflussbecken den Gesamtgasdruck aller im Seewasser gelösten Gase und mittels einer Sauerstoffoptode den gelösten Sauerstoff. Aus diesen Parametern lässt sich unter anderem der Gasaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre bestimmen. Nach der Analyse der ersten Ergebnisse scheinen die absoluten Werte der Optode zu hoch, dennoch kann man aus den relativen Änderungen der Sauerstoffkonzentration Veränderungen im Oberflächenwasser ablesen, die auf biologische Aktivität zurückzuführen ist.

Außerdem wird der Partialdruck von  $\text{CO}_2$  ( $p\text{CO}_2$ ) im Meerwasser und der darüberliegenden Atmosphäre bestimmt, damit man anhand dieser Daten den  $\text{CO}_2$ -Fluss zwischen Atmosphäre und Oberflächenwasser bestimmen kann. Ein erster Blick auf die Daten zeigt, dass große Teile des südlichen Atlantiks zu dieser Jahreszeit eine Quelle für  $\text{CO}_2$  sind, da der  $p\text{CO}_2$  des Seewassers dort wesentlich größer ist als der der Atmosphäre (s. Abb. 3).

Ein Ziel von OCEANET ist es, autonome Systeme zur Bestimmung der oben genannten Stoffkreisläufe zu entwickeln. Mit den Sensoren für Sauerstoff und den Gesamtgasdruck hat man schon handliche Geräte, die zuverlässig gute Daten liefern können. Die Standardgeräte für die Messungen des  $p\text{CO}_2$  sind aber immer noch sehr groß und benötigen zusätzlich Standardgase um an Bord kalibriert zu werden. Daher nutzen wir diese Fahrt auch, um neuere  $p\text{CO}_2$ -Sensoren zu testen. Leider kamen nicht alle Sensoren rechtzeitig in Punta Arenas an, so dass wir auf dieser Reise nur einen zusätzlichen Sensor haben.

Als Ergänzung zu den  $p\text{CO}_2$ -Daten werden alle sechs Stunden diskrete Wasserproben in Flaschen gefüllt, um diese auf weitere Parameter des  $\text{CO}_2$ -Systems im IFM-GEOMAR zu untersuchen. Damit lassen sich dann weitere Aussagen über die Prozesse machen die den  $\text{CO}_2$ -Fluss zwischen Ozean und Atmosphäre antreiben.

Die vierte Woche stand zu Anfang noch unter subtropischen Einfluss mit geringer Bewölkung, wurde aber mehr und mehr durch frontale Bewölkung, insbesondere von Cirruswolken dominiert.

Am 16. 5. wurde in der Biskaya die letzte Stationsmessung durchgeführt. Ab jetzt ist nur noch Abbauen, Putzen, Verpacken angesagt. Am Samstag, den 17. 5 lädt die Wissenschaft die Besatzung zu einer Abschieds-Party ein.

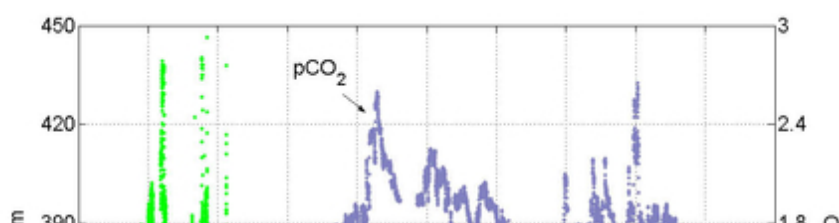
ANT-XXIV-4 und damit der erste Atlantik-Transfer von POLARSTERN im Rahmen des OCEANET-Projektes geht zu Ende. Es war eine erfolgreiche Fahrt. Alle Messsysteme haben sehr gut funktioniert. Die wissenschaftlichen Gespräche und Seminare an Bord haben gezeigt, dass sich die einzelnen Arbeitsgruppen bestens ergänzen und noch lange nach der Fahrt Ergebnisse austauschen werden.

Das Wetter und die See haben insbesondere bei den Lichtmessungen hervorragend mitgespielt.

Wir danken der Besatzung für die sehr gute Zusammenarbeit und das angenehme Arbeitsklima hier an Bord. Die beteiligten Gruppen werden sich auf den zukünftigen Atlantik-Transfers in unterschiedlicher Zusammensetzung wieder sehen, was uns den Abschied ein wenig erleichtert.

Herzliche Grüße von Bord im Namen aller!

Andreas Macke



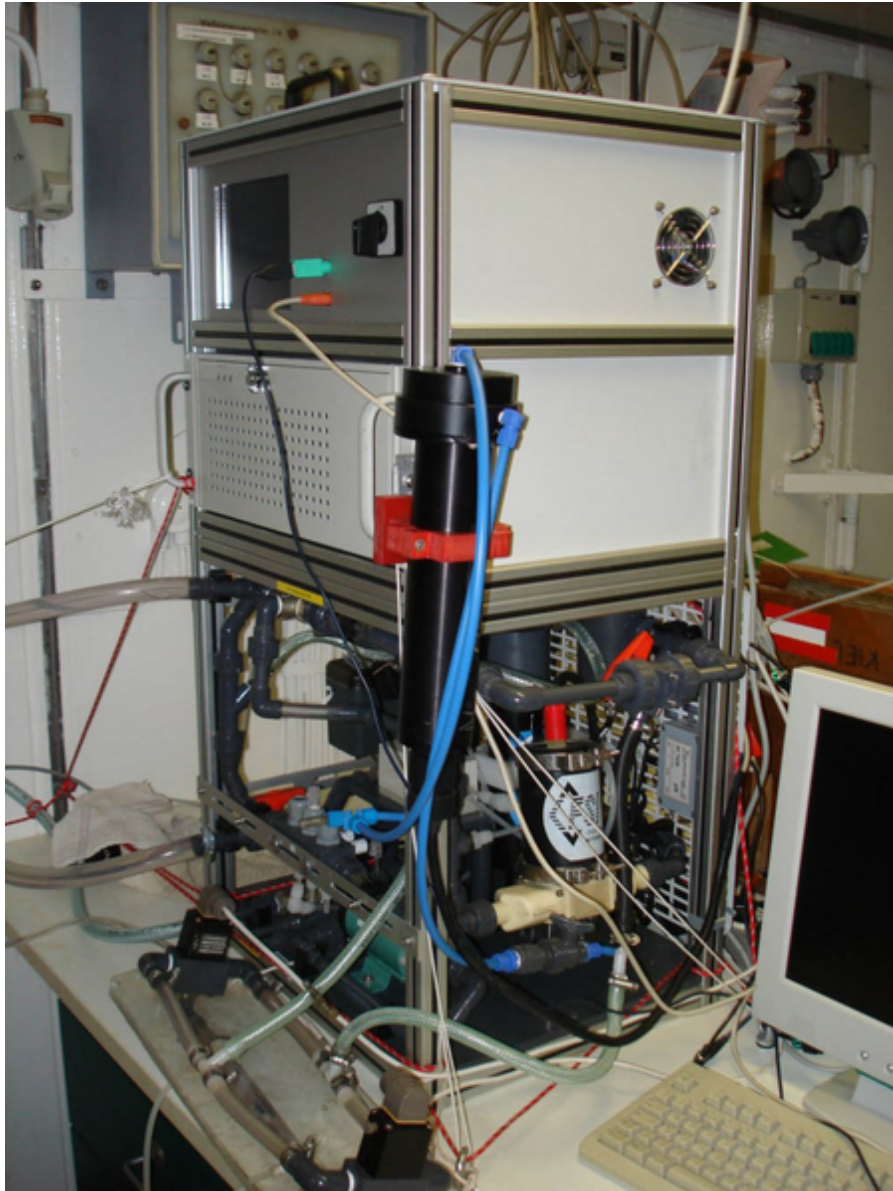


Abb. 2: Ferrybox des GKSS (Foto: Martina Gehrung, GKSS)



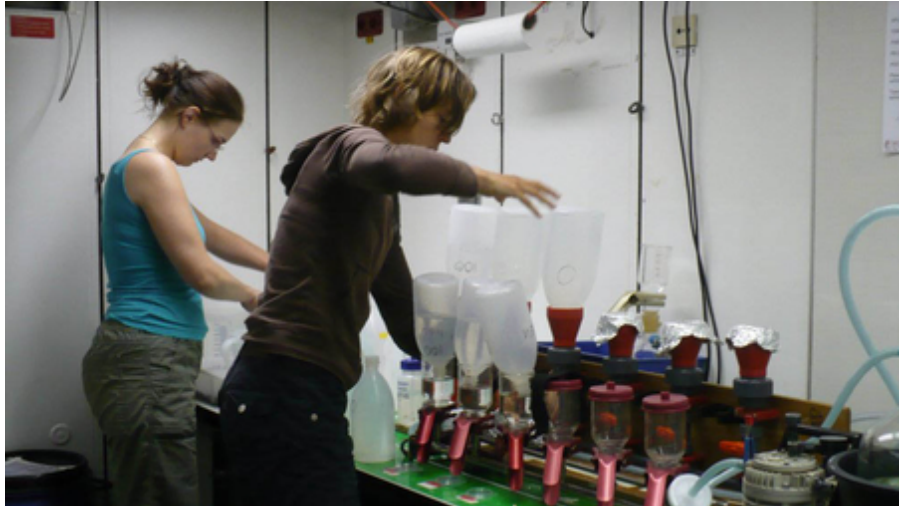


Abb. 1a: Konzentration beim Filtrieren (Foto: Laila Bentama, GKSS)

## **The Expedition ANT-XXIV/4**

### **Weekly Reports**

[16 May 2008](#): Analytics

[9 May 2008](#): Across the equator – light fluctuations

[2 May 2008](#): Scattered clouds

[24 April 2008](#): Stormy beginning

### **Expedition summary and itinerary**

The direct Atlantic transect from Punta Arenas to Bremerhaven is utilized for a continuous investigation of marine and atmospheric properties as well as the energy and material fluxes between ocean and atmosphere. Short daily stations are carried out to measure light availability and the concentration of phytoplankton. A deep CTD will be performed in the Vema channel in order to contribute to a long-term time series of Antarctic deep water measurements.

In the framework of the Leibniz-network OCEANET (<http://www.ifm-geomar.de/~oceanet>) the expertises of IFM-GEOMAR (CO<sub>2</sub>-/O<sub>2</sub>-fluxes, photosynthesis, energy budget, remote sensing), the GKSS Research Center („ferry box“ and remote sensing of marine biology), and the AWI-Bremerhaven (CO<sub>2</sub>-system, marine infrastructure of Polarstern) are bundled to improve the monitoring of material and energy exchange between ocean and atmosphere. The long-term goal is to develop an autonomous observatory that can be operated on board available research vessels. As of 2009, the project partner Leibniz-Institute for Tropospheric Research IfT will contribute with active remote sensing of the atmosphere by means of a lidar system.

For direct sun conditions, the aerosol optical thickness in the atmospheric column will be observed every 30 minutes to contribute to the marine aerosol network of the NASA ([http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new\\_web/maritime\\_aerosol\\_network.html](http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/maritime_aerosol_network.html)). The scientific goal is to investigate aerosol-cloud interactions and to explore the meridional gradient of tropospheric aerosol. Spectrally high resolved measurements of the atmospheric transmissivity are performed in order to detect atmospheric trace gases.

Ship based ADCP-measurements of the equatorial current-system improve the availability of current-sections and thus enable the investigation of the intra seasonal to seasonal variability of the transport along the main current branches.

The combination of remote sensing and in-situ measurements of the ocean optics improves the estimation of of the global marine primary production as well as the distribution of the main functional groups of phytoplankton, the productivity and composition of phytoplankton, and the particulate organic carbon.

Most of the parameters that are continuously observed during this cruise also serve for the validation of satellite based remote sensing of the ocean and the atmosphere.

#### **Itinerary**

18 April 2008: Departure Cape Town

20 May 2008: Arrival Bremerhaven

## ANT-XXIV/4, Weekly Report No. 1

### 18 to 24 April 2008: Stormy Beginning

On April 16 POLARSTERN arrived in Punta Arenas on schedule, the scientific crew disembarked the following day. The first day of the new science team started on April 18 with boarding and assembling of instruments and laboratory equipment. At 19:00 POLARSTERN left Punta Arenas exactly on time heading to Bremerhaven with one stop in Las Palmas to pick up AWI staff who will check ship instrumentations.

Depending on the weather situation, daily stations of up to 50 minutes duration each are utilized for measurements of phytoplankton and subsurface solar radiation down to 200 m depth.

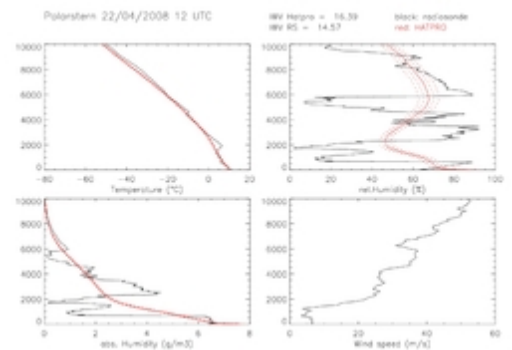
A full CTD down to the ocean floor is planned at the Vema Channel. This CTD will contribute to long-term monitoring of decadal variability of the Antarctic deep water formation.

In addition to the 42 crew members, 19 scientists and two DWD employees are on board the ship.

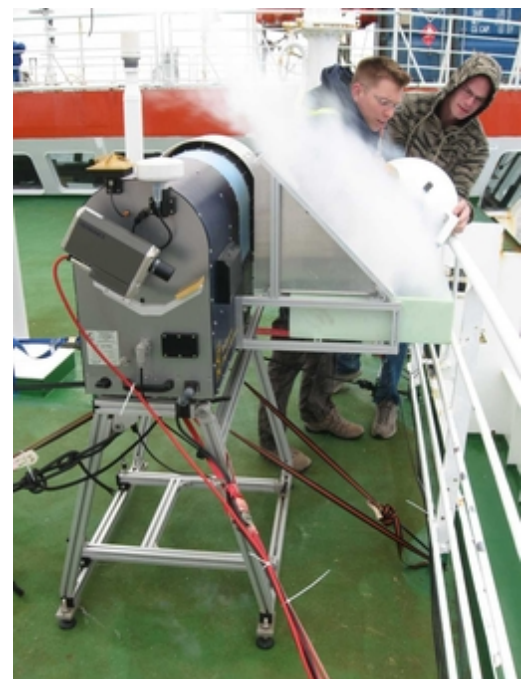
A major part of the work consists of the continuous monitoring of the atmosphere, the biochemical properties of the upper ocean, and the energy and material exchange between ocean and atmosphere. Furthermore, phytoplankton concentrations, the marine light availability, spatiotemporal light fluctuations as well as aerosol and trace gases in the near-surface atmosphere air are being measured. Finally, the Chilean crab species *Paralomis granulosa* and *Lithodes santolla* are transported to the AWI for further investigations.

The first day still in the harbour with excellent weather conditions was used to assemble instruments. As soon as we left the Strait of Magellan we passed through a storm track with 9 Beaufort wind. However, all installations in the exterior and in the ship's laboratories could be successfully finished.

Very quickly a diurnal work schedule was established: Weather briefing with the ship's meteorologists at 9:00, CTD and marine light measurements from 13:00 – 13:50 h, seminar at 19:30 followed by table tennis. As soon as we will have reached the Subtropics with few clouds and calm sea conditions, sea surface tilt and fluctuation of marine light down to 30 m will be measured from a zodiac to avoid wind and light shadows from the ship. The Bio-Optics group is working hard from 6:00 to 2:00 filtering the CTD-borne phytoplankton samples. On the other side, the atmospheric group only works from dawn till dusk on observing surface-near trace gases, atmospheric aerosol, humidity and temperature profiles, cloudiness, solar and thermal irradiance as well as turbulent fluxes of heat, humidity and CO<sub>2</sub>. All measurements run automatically and require only occasional re-calibrations.



Temperature and humidity profile from the HATPRO microwave radiometer and from the DWD radiosonde. Grafik by Bernhard Pospichal.



Calibration of the HATPRO microwave radiometer with liquid nitrogen. Photo by Martin Hieronymi.



On board: *Paralomis granulosa*. Photo by Astrid



Especially our „Humidity And Temperature PROfiler“ HATPRO is critically observed and is recalibrated if the observed microwave brightness temperatures start to show a drift. The calibration includes the use of liquid nitrogen and provides a little happening on the observation deck.

The radiosonde ascents that are performed by the DWD on a daily basis at 12:00 UTC provide an excellent opportunity to test the performance of the HATPRO, although the in-situ observation along a strongly horizontally drifting balloon with indirect microwave remote sensing directly above the ship is not perfectly well comparable. Figure 3 shows an example comparison where HATPRO quite nicely detects the temperature profile but shows large deviations for the humidity. During this cruise we will investigate to which extent it may be possible to improve the HATPRO retrieval. In our clouds-and-radiation group we are more interested in the total amount of water vapour and liquid water, which is quite well detected by the radiometer, every second!

Weatherwise, after the storm track we are influenced by a high pressure system with shallow convective cloudiness and lots of sun shine. Ideal conditions for the aerosol and cloud observations. Also the Bio-Optics group ran five CTD and light profiles successfully and quickly, thus saving some station time, which will give us more flexibility for the second part of the cruise.

All measurements are carried out continuously during the entire expedition. Therefore, each weekly report will try to highlight a certain topic. This time remote sensing of the atmosphere, in the following more on Bio-Optics, Marine Biology, Marine Chemistry, Synoptics, ...

Best regards on behalf of all,  
Andreas Macke



Day 1. Scientists and DWD of ANT-XXIV/4, nearly complete. Photo: John Kalisc

## ANT-XXIV/4, Weekly Report No. 2

### 25 April to 2 May 2008: Scattered clouds

On April 26 we have reached the Vema Channel. The Bio-Optics group around Bettina Schmidt is performing daily CTDs down to 200 m depth to obtain profiles of phytoplankton concentration. They kindly volunteered to run a CTD down to 4800 m depth in addition to their 6:00 – 2:00 shift-based work. We are curious to see how the observed temperature and salinity profile in the deep fits to the long-term variability of the Antarctic Bottom Water that has been observed so far. We have to leave the analysis to the Oceanographers back home who have asked for this CTD-station. The final report of this cruise will refer to these observations in more detail.

Although we have not yet reached the Subtropics of the Southern Hemisphere, we enjoyed the first impressions of tropical weather on Sunday and Monday. The advection of cold air at higher altitudes above the 26 centigrade warm Atlantic led to a strong labilization which in turn brought high clouds with strong thunderstorms and heavy precipitation. Figure 1 shows a night-picture of lightnings that were lasting for several hours, an impressive visualization of the strong vertical motions in the atmosphere.

So far we have been spoiled with clouds and precipitation which are rare on a transect like this with a strong subtropical character. Stefan Kinne is taken advantage of the few cloud free cases to infer the total amount of aerosol in the atmospheric column by means of a hand-held mobile sun photometer (Microtopps). This instrument is pointed into the sun and measures the atmospheric transmissivity at several wavelengths and with this the aerosol optical thickness, the sizes of the aerosol particles and the amount of water vapour in the atmospheric column. Our data are part of the new initiated „Marine Aerosol Network“ of NASA. The Atlantic transects of POLARSTERN are providing the largest amount of data for this network. The Microtopps is very well suited for the use on a ship as it is easy to balance ship movements, and to change the measurement spot, e.g. if the ships exhaust plume or airborne particles from work at deck need to be avoided.

Indeed, under clear sky conditions and with the assumption of a rather constant, sea-salt based background aerosol, small ship-based soot particles could be identified in the spectral shift of the sun's attenuation compared to the conditions for pure sea salt aerosol.

Figure 3 (lower part) shows a time series of aerosol optical thickness and the so called Angström coefficient. The latter results from the spectral behaviour of the optical thickness and is a measure of the size of the aerosol particles. The larger the particle, the smaller is the Angström coefficient.

The upper part of the figure shows water vapour path as a measure of the atmospheric humidity, the surface near wind speed as a measure of the sea spray induced aerosol as well as surface near relative humidity as a measure of the swell of the surface near aerosol.

The composition and evolution of the aerosol will be determined from the analysis of all these data. The water vapour path shown in the upper part of Fig. 3 results from the HATPRO observations of emitted microwave radiances (black line) and from the Microtopps measurements of absorbed solar radiation (blue areas). Despite the rather different methods both devices show a very good agreement.



Fig. 2: Stefan Kinne (left) operating the hand-held sun photometer. Photograph by Martin Hieronymi.

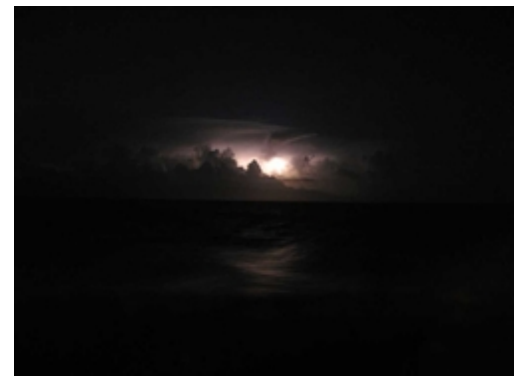


Fig. 1: Persistent thunderstorm lightnings. Photograph by Bernhard Pospichal.

Three instruments with high temporal resolution are mounted on the crow's nest to infer the vertical turbulent fluxes of water vapour and CO<sub>2</sub> between ocean and atmosphere. Figure 4 shows a diurnal cycle of CO<sub>2</sub>- and water vapour concentration. By means of spectral analysis the temporal variability the turbulent transports of both parameters can be determined and with this an important part of the atmosphere-ocean interaction.

We are crossing the subtropics of the southern hemisphere with their typical shallow convective cloudiness, and are approaching the thermal equator, which is just a little north of the geographical equator at this time of the year.

Best regards on behalf of all,  
 Andreas Macke

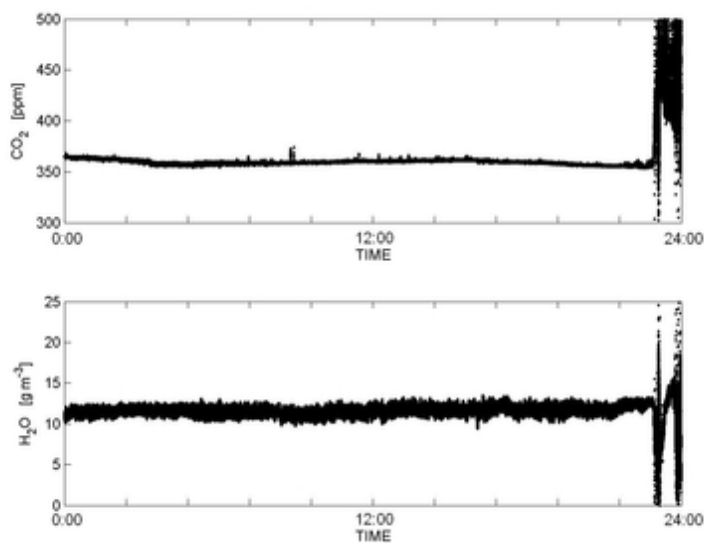


Fig. 4: Time series of CO<sub>2</sub> and water vapour concentration on April 25, 2008. Graphics by Karl Bumke.

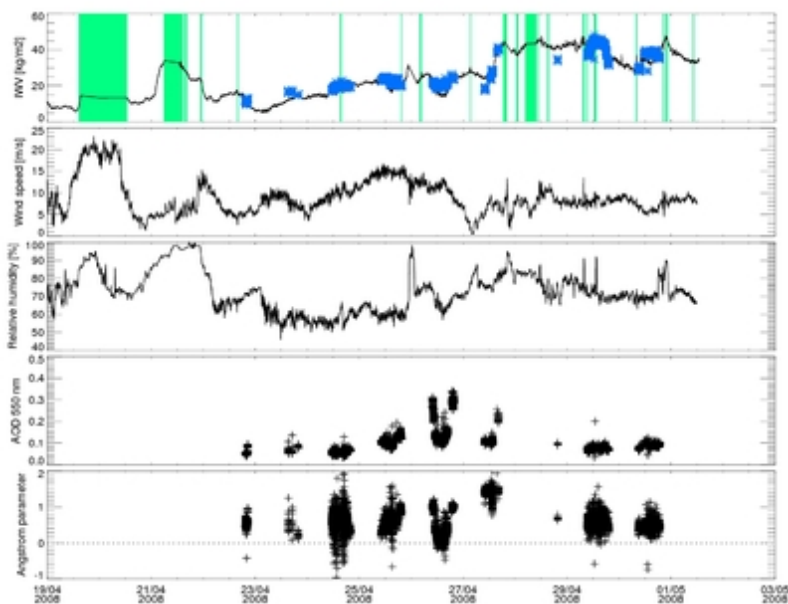


Fig. 3: Time series of water vapour path, surface near wind speed, surface near relative humidity as well as aerosol optical thickness and the Angström coefficient. Graphic by Bernhard Pospichal.

### **ANT-XXIV/4, Weekly Report No. 3**

**May 3 – May 9, 2008**

The third cruise report is in the sign of the sun. The solar light is the energy source for nearly all atmospheric, oceanographic and biological activities on this planet. On this POLARSTERN cruise the availability of light at the sea surface and in the deep is measured by the Phyto-Optics group of Astrid Bracher (on board represented by Bettina Schmitt) on a daily basis. The radiation data are studied with co-located vertical profiles of phytoplankton concentration in order to establish the relation between light availability and phytoplankton species.

The Cloud-and-Radiation group of Andreas Macke investigates the influence of clouds on the radiation budget at the sea surface with a special focus on small scale-fluctuations of the light availability. It makes a difference in the heating of the ocean and in photo-biological and photo-chemical processes that depend non-linear on light fluctuations, whether the same amount of light is available homogeneously or fluctuating. The reasons for light fluctuations are the changing cloudiness in the atmosphere, and to the larger extend sea surface waves. Both working groups add to each other excellently and combine marine physical and biological scientific questions.

The vertical profiles of the down- and upwelling spectral irradiance (solar energy at a specific wavelength per time that falls on a horizontal plane) are measured with a RAMSES spectrometer down to a depth of 200 m. Figure 1 shows the measurement device shortly before operation. For the light profiling POLARSTERN turns the working deck towards the sun. Optimal conditions prevail when the wind sea moves the device away from the ship so that shadowing by the ship is minimized. Figure 2 shows a vertical profile of the downward spectral irradiance at the red, green, and blue spectral regime. Because of the material properties of water the red part is absorbed very quickly and the green part, further down the blue part dominates. The latter is also caused by the stronger Rayleigh scattering at water molecules in the blue. Down to 100 m depth both parts are clearly visible. As expected, the light variations decrease with increasing depth, but are still detectable at a depth of 40 m.

In order to quantify the spatial and temporal characteristics of these light fluctuations the brightness distribution on a white diffuse reflecting plate (Fig. 3) is filmed at various depths and will be spectrally analyzed later on. From this the characteristic space and time scales of the mostly surface wave induced light fluctuations can be obtained as a function of sea condition and depth. At the same time the sea surface tilts are determined by means of a light float. Back at the institute the data will be fed into a Monte-Carlo radiative transfer code to reproduce the observed light fluctuations in the model.

On May 5 we had a day with so far strongest pronounced cloud induced fluctuations of the solar and thermal downwelling irradiance at the sea surface. With  $1420 \text{ Wm}^{-2}$  at 13:23 UTC we have most likely measured the strongest solar irradiance for the entire cruise. At that time the sun was nearly in zenith with a top-of-atmosphere irradiance of  $1360 \text{ Wm}^{-2}$ . The fact that we observe a surplus of radiation at the surface results from the additional diffuse radiation, especially around the vicinity of the direction of the sun. Figure 5 shows a full-sky image taken at the time of the strongest excess radiation. The additional diffuse radiation from the sun's vicinity is clearly shown.

The conditions in the tropical atmosphere was mostly determined by shallow cumulus clouds. Only few high convective cumulus towers that are usually characteristic for the ITCZ could be observed at the horizon. North of the thermal equator we came into the region of Sahara air masses. The corresponding dry air at higher altitudes might be a reason for the fact that tropical convection was rarely observed. An equator baptism has been celebrated.

On the occasion of the death of Prof. Dr. Friedrich Schott, a former Director of the Kiel Institute for Marine Sciences POLARSTERN was flagged half-mast and the ship's horn was blown exactly at 13:30 MEST when the funeral service began in Kiel. All German and many foreign research vessels participated in this action to honour a leading scientist in Physical Oceanography.

Best regards on behalf of all,



Fig. 5: Full-sky image taken at the time of the strongest excess radiation of  $1420 \text{ Wm}^{-2}$ . on May 8, 2008 at 13:23 UTC (photo: John Kalisch).

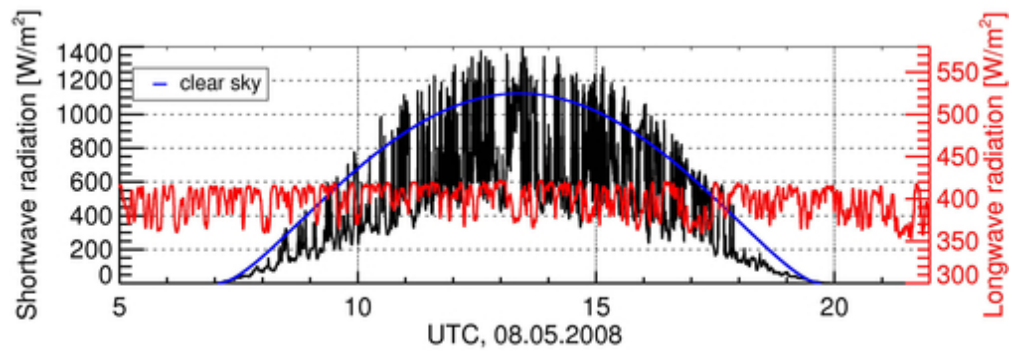


Fig. 4: Diurnal cycle of the solar and thermal irradiance with extreme fluctuations south-east of the Cape Verde Islands on May 8, 2008 (graphics: John Kalisch).



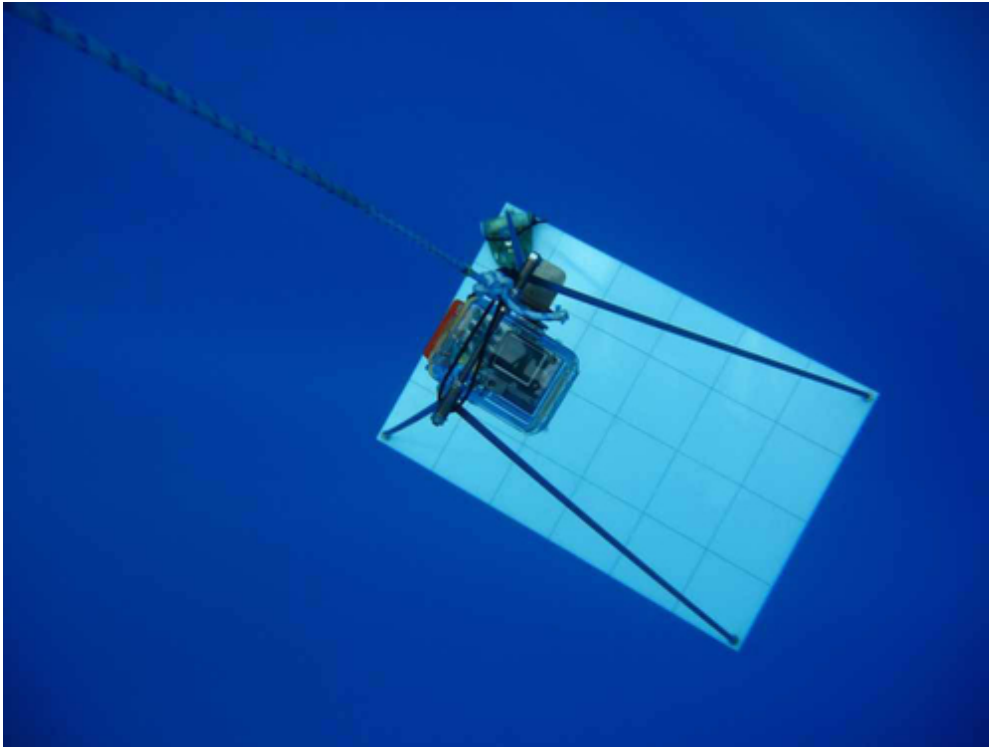


Fig. 3: Camera system to monitor light fluctuations, and an example picture taken at 7 m depth (photo: Martin Hieronymi).

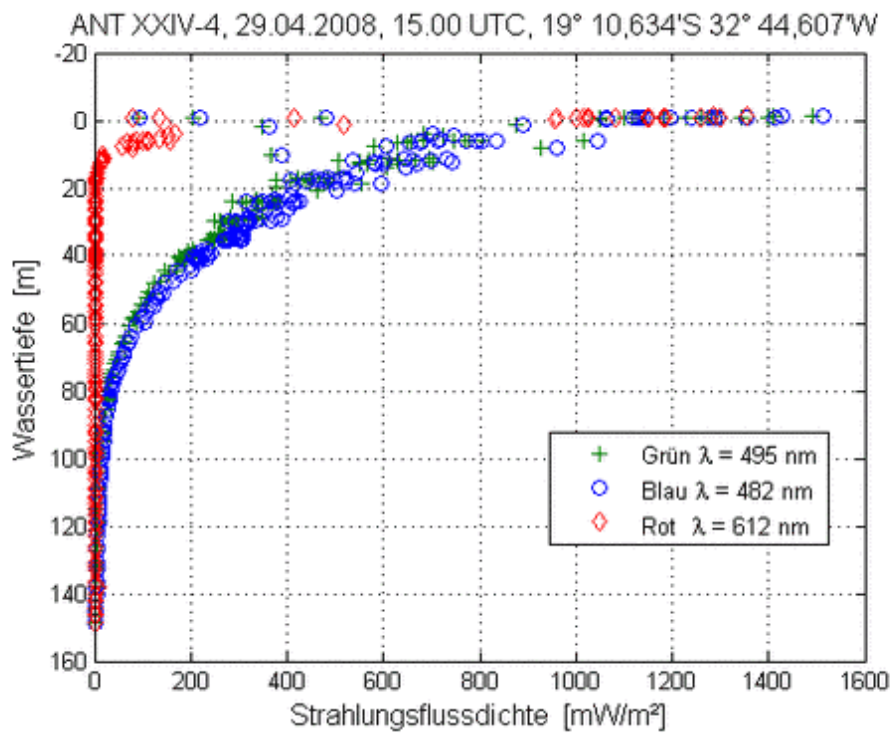


Figure 2: Vertical profile of spectral irradiance at the red, green and blue spectral region (data from Anja Theis, graphics by Martin Hieronymi).





## **ANT XXIV/4, Weekly Report No. 4**

**May 10 – May 16, 2008**

The 4th and final weekly report is centred on the „analytics“, e.g. all in-situ samplings and analysis of the biological and chemical composition of the surface-near ocean. The studies are performed by groups from the University Bremen, the GKSS Research Centre, and the IFM-GEOMAR. The responsible persons at sea – who also provided the following work descriptions - are Bettina Schmitt, Marc Taylor, Laila Bentama, Martina Gehrung, Tobias Steinhoff, and Imke Grefe:

The “Phyto-Optics“ Group from the AWI and the GKSS research institute in Geesthacht, Germany have been continuously taking water samples since the beginning of the cruise to measure phytoplankton, the planktonic primary producers in the surface waters, which form the basis of all oceanic foodwebs. Although microscopic in size (between 1µm and 1mm), phytoplankton are responsible for about 50% of the total primary production worldwide.

During this cruise, the group wants to investigate the distribution and abundance of different phytoplankton groups in the Southern and Northern Atlantic. Back in Germany the data will also be used to validate satellite pictures taken of the study area each day. As the optical properties of the surface waters depend on the phytoplankton within, measurements of light absorption, reflectance and fluorescence can give important information about the phytoplankton community.

In the mornings at 6:00 and the evenings at 22:00, a water sample of approximately 80 l is taken and filtered for the pigment analyses, whereas absorption is measured directly on board (Fig 1a). Additionally, daily samples are taken around midday with a special water sampler from as deep as 200 m. Approximately 5.200 l of water have been pumped through the filters since we left Punta Arenas. As expected, the phytoplankton density is low in the surface waters of the open ocean; however, deeper layers often show a fluorescence maximum due to a higher density of these unicellular organisms.

Water samples were also taken and filtered for the genetic examination of marine nitrogen fixers (diazotrophs). Only prokaryotes have the ability to convert atmospheric nitrogen into bioavailable forms. The study of nitrogen fixers in the ocean is at an early stage and much is unknown about their diversity, distribution and role in the global nitrogen cycle.

The cyanobacterium *Trichodesmium* is one of the most prominent nitrogen fixers and builds characteristic blooms (“sawdust of the sea”) in surface waters with a temperature of 23-25°C. Slight variations in sea surface temperatures outside of this range will prevent the formation of these blooms.

Water is pumped from the bow of the ship (8 m depth) every 8 hours (in the morning, afternoon and at midnight) for filtering. Back in Kiel the samples will be screened for the genetical sequence of the enzyme nitrogenase. This enzyme mediates the reduction of molecular nitrogen to ammonia.

In the wet lab we installed numerous instruments for continuous measurement of chemical and biological parameters of the surface water. During the entire cruise approximately 900 m<sup>3</sup> were pumped through the instruments by the ship’s pump.

The FerryBox (Fig. 2) from GKSS Research Centre measures standard oceanographic parameters like temperature and salinity, but also parameters that provide information about biological processes in the ocean: a turbidity sensor, a Chlorophyll-a-fluorescence probe, an oxygen optode and a pH-electrode. The data is stored along with time and position in one-minute intervals. Additionally, two nutrient analyzers are also connected to the underway system, which measure dissolved nitrate and phosphate. For testing purposes, a new sensor for variable Chlorophyll-a measurement was installed, which can determine the quantum efficiency of phytoplankton as affected by their productivity.

The IFM-GEOMAR also measures dissolved oxygen and the total gas pressure of all gases dissolved in the water, allowing for the calculation of air-sea gas exchange. Even with the high absolute oxygen values associated with warm waters, the variability of the data shows clear biological activity in the surface waters.



In addition, the partial pressure of CO<sub>2</sub> ( $p\text{CO}_2$ ) in the surface water and the overlying atmosphere is measured to determine the CO<sub>2</sub>-flux between the atmosphere and the ocean. The preliminary data shows the South Atlantic to be a source for CO<sub>2</sub> in this time of year, as the seawater  $p\text{CO}_2$  is much higher than in the atmosphere (Fig. 3).

One goal of OCEANET is to develop autonomous systems for the determination of the parameters mentioned above. The oxygen optode and the gas tension device are handy and reliable instruments if they are well calibrated. The standard instruments for  $p\text{CO}_2$  measurements are still bulky and one has to provide a set of standard gases. Therefore, we wanted to use this cruise to compare several newly developed and smaller  $p\text{CO}_2$  instruments. Unfortunately, not all instruments arrived in time for departure from Punta Arenas, and thus we have only one of the additional sensors during this cruise.

In addition to the continuous sampling, discrete water samples are also taken every six hours. These samples will be analyzed later in Kiel for additional parameters of the CO<sub>2</sub> system to determine the processes that drive the CO<sub>2</sub>-flux between the ocean and the atmosphere.

At the beginning of the fourth week we have still been under subtropical influence with few clouds. Later on, frontal clouds – mostly cirrus clouds – dominated the sky. On May 16, the last station was performed in the Biscay. From now on, we are mainly dismounting, cleaning, packing equipment. On Saturday, May 17, the crew is invited by the scientists for the farewell party.

ANT-XXIV/4, and with this the first Atlantic transect of POLARSTERN in the framework of the OCEANET project, comes to the end. It was a successful cruise. All measurement devices worked well. The scientific discussions and seminars on board have shown that the individual working groups complemented one another very well, and that the exchange of scientific results will continue for some time.

Weather and sea conditions have been very favourable, especially during the radiation measurements.

Many thanks to the crew for the excellent collaboration and the nice atmosphere on board. The participating working groups will meet again in varying combinations during future Atlantic transects, which makes the farewell a bit easier for us.

Best regards on behalf of all,

Andreas Macke

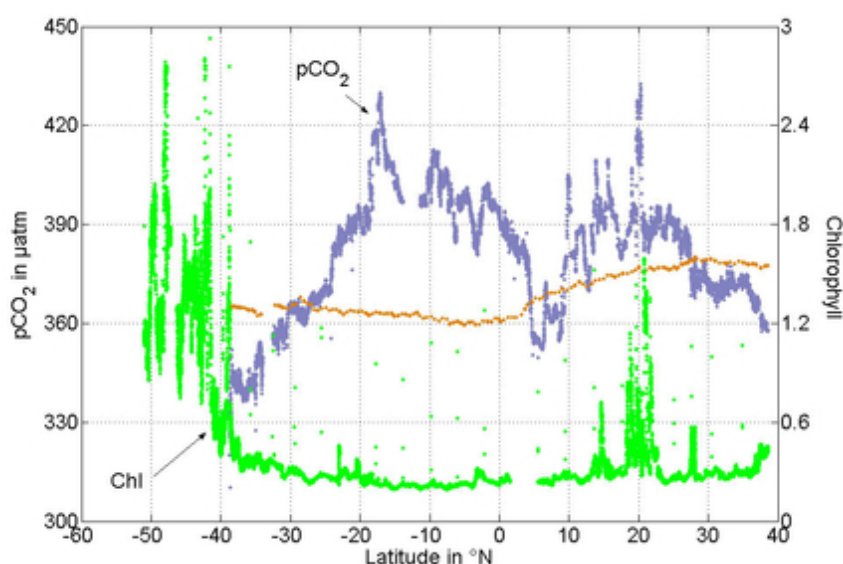


Fig. 3: Partial pressure of CO<sub>2</sub> in seawater (blue) and in the atmosphere (orange). Also shown are the data of the Chlorophyll-a sensor (green) that are an indicator for biological activity. (Graphics by Tobias Steinhoff, IFM-GEOMAR)





Fig. 1b: Water Sampler (photo: Martina Gehrung, GKSS)

