

Wochenbericht Nr. 1 ANT XXIII/7 FS "Polarstern" (Kapstadt - Kapstadt)
25.08.2006 - 27.08.2006

Am 25. August frühmorgens hieß es „Leinen los!“, und Polarstern fuhr aus dem Hafen von Kapstadt mit südwestlichem Kurs in den Südatlantik hinaus. Nachdem es am Vortag bewölkt und sehr windig war, zeigte sich der Tafelberg nun bei strahlend blauem Himmel in seiner schönsten Pracht, was alle Neuankömmlinge mit ihren Kameras an Deck lockte. Zunächst fuhren wir durch ein Hochdruckgebiet mit relativ ruhiger See, doch heute gibt uns ein Sturmtief einen Vorgeschmack auf die kommenden Roaring Forties, Furious Fifties und Screaming Sixties. In den nächsten neun Wochen werden wir östlich der Spitze der Antarktischen Halbinsel ozeanographische, meereisphysikalische, biologische, luftchemische und bathymetrische Untersuchungen durchführen. Ziel der Untersuchungen ist es, die physikalischen Bedingungen im westlichen Weddellmeer unter winterlicher Eisbedeckung zu bestimmen und ihren Einfluss auf das Ökosystem zu verstehen. Vergleiche mit früheren Expeditionen sollen zudem eine Abschätzung der klimatischen Veränderungen ergeben.

Die Anfahrt in unser Arbeitsgebiet wird – je nach Wetterbedingungen – etwa 10 bis 11 Tage in Anspruch nehmen. Auf dem Weg dorthin haben wir am Samstag erfolgreich einen Bodendruckmesser ausgelegt, der am Ozeanboden den Druck und die Höhe des Meeresspiegels misst, und zudem eine CTD-Station durchgeführt, auf der das Temperatur- und Salzgehaltsprofil bis zum Ozeanboden gemessen und Wasserproben in verschiedenen Tiefen genommen wurden. Drei weitere Bodendruckmesser sollen in den nächsten Tagen ausgelegt werden.

Damit möchte ich für heute schließen und grüße alle Familienangehörigen und Freunde daheim herzlich im Namen aller Wissenschaftler und Besatzungsmitglieder,

Ihr
Peter Lemke

Wochenbericht Nr. 2 ANT XXIII/7 FS "Polarstern" (Kapstadt - Kapstadt)
28.08.2006 - 03.09.2006

Die Woche begann stürmisch, aber zum Wochenende legte sich der Wind, und der Übergang von den Roaring Forties in die Furious Fifties verlief in der vergangenen Nacht relativ ruhig, da wir zurzeit auf dem Rücken zwischen einem Orkantief im Norden und einem kleineren Tief im Süden entlang dampfen. Morgen (Montag) Abend werden wir voraus-sichtlich die ersten Eisfelder erreichen, und dann beginnt die intensive Phase dieser Expedition, mit einem kontinuierlichen Forschungsbetrieb rund um die Uhr, bis wir Mitte Oktober das Eis wieder verlassen.

In der vergangenen Woche haben wir drei weitere Sensoren am Meeresboden verankert, so dass nun auf unserem Kurs zwischen 37° S und 46° S vier so genannte „PIES“ (Pressure sensor equipped Inverted Echo Sounder) für die nächsten drei Jahre am Meeresboden in 3700 bis 5000 m Tiefe liegen und dort den Wasserdruck, sowie, ähnlich wie ein Schiffs-Echolot, die Schalllaufzeit bis zur Wasseroberfläche und zurück messen.

„Ziel dieser Messungen ist es, Satelliten-Beobachtungen des Schwerefeldes der Erde zu validieren. Das Schwerefeld der Erde ist interessanterweise nicht kugelförmig, d.h. die Erdanziehungskraft ist an verschiedenen Orten auf der Oberfläche der Erde durchaus unterschiedlich, auch wenn sie den gleichen Abstand zu Erdmittelpunkt haben. Die Schwerkraft ist abhängig von der Massenverteilung im Inneren der Erde, und die ist nicht rotationssymmetrisch, sondern weist eine deutliche Delle über Indien und dem Indischen Ozean und eine Beule über dem Nordostatlantik auf. Die Massenverteilung der Erde ist zudem nicht konstant, sondern ändert sich mit der Zeit. So erhöht sich z.B. die Schwerkraft über Indien während der Monsunzeit um einen Betrag, der einer zusätzlichen Wasserschicht von 20 cm entspricht, da der Boden mit Wasser getränkt ist und die Flüsse Hochwasser führen. Die „GRACE“-Satelliten-Mission beobachtet seit 2002 das Gravitationsfeld der Erde mit einer solchen Genauigkeit, dass solche veränderlichen Massenflüsse an der Oberfläche der Erde bestimmt werden können (GRACE = Gravity Recovery And Climate Experiment).

Über dem Ozean sind die Signale durch regionale Änderungen des Meeresspiegels und der Meeresströmungen sehr viel kleiner (1 – 5 cm), und liegen damit im Grenzbereich der Messgenauigkeit von GRACE. Ein Netz von im Ozean verankerten Bodendrucksensoren soll helfen, die Satellitenmessungen so zu korrigieren, dass auch Strömungen und damit Massenflüsse im Ozean aus dem Weltraum global beobachtet werden können. Zusammen mit zwei weiteren PIES, die auf der Rückfahrt nach Kapstadt in der Nähe des Null-Meridians ausgelegt werden sollen, bilden die jetzt verankerten Geräte ein großes Dreieck, um die Punktmessungen der PIES mit den über einige 100 km gemittelten Satellitendaten vergleichen zu können.

Neben der Validation der Satellitenmessungen liefern die PIES auch wichtige Informationen über die Wassersäule: Aus Schalllaufzeit und Bodendruck lassen sich Meeresoberflächenhöhe und die mittlere Temperatur bestimmen. Außerdem sind die Druckdifferenzen zwischen verschiedenen PIES proportional zur mittleren Strömungsgeschwindigkeit zwischen den Geräten, so dass mit wenigen Verankerungen über 1000 km Breite Transportschwankungen des Antarktischen Zirkumpolarstroms, der mächtigsten Meeresströmung weltweit, gemessen werden können. Wenn alles nach Plan verläuft, werden die PIES auf einer künftigen Polarstern-Fahrt in drei Jahren akustisch von ihrem Ankergewicht gelöst, steigen an die Oberfläche und werden geborgen, um die Daten auszulesen und zu analysieren.

Aus dem Wolken verhangenen Südlichen Ozean grüße ich Sie herzlich im Namen aller Fahrtteilnehmer/innen
Ihr Peter Lemke

Polarstern, 51°39'S, 20°48'W

Wochenbericht Nr. 3 ANT XXIII/7 FS "Polarstern" (Kapstadt - Kapstadt)
04.09.2006 - 10.09.2006

Seit Wochenbeginn sind die äußeren Bedingungen antarktisch geprägt. Am Montagabend kreuzte der erste Eisberg unseren Weg und Dienstag früh erreichten wir die ersten Treibeisfelder bei 54°41'S und 28°21'W in der Nähe der Süd-Sandwich Inseln. Dieser Vulkaninselbogen markiert die Grenze der Scotia-Platte, die sich durch die Öffnung der Drake Passage zwischen Südamerika und der Antarktischen Halbinsel nach Osten über die Südamerikanische Platte schiebt und diese dabei soweit in die Tiefe drückt, dass ein bis zu 8000m tiefer Graben östlich des Inselbogens entstand. Dieser Sandwich-Graben gehört zu den tiefsten Stellen im Ozean. Im Winter ist der Inselbogen häufig ein bevorzugter Bereich, in dem sich das Meereis nach Norden ausbreitet. Auch in diesem Jahr reichte es dort weit nach Norden und reduzierte unsere Dampfgeschwindigkeit beträchtlich. In den nächsten Tagen führen wir durch eine durch kräftigen Südwind aufgelockerte Eisrandzone. Mit dem Südwind erreichten uns auch antarktische Luftmassen mit Temperaturen von unter -17°C.

Mittwochabend hat unser wissenschaftliches Stationsprogramm begonnen, das nun rund um die Uhr bis Mitte Oktober andauern wird, wenn wir das Meereisgebiet Richtung Kapstadt wieder verlassen. Unter anderem haben wir damit begonnen, auf unserer Fahrtroute die vertikale Struktur von Temperatur und Salzgehalt des Meerwassers zu messen und Wasserproben in verschiedenen Tiefen zu nehmen. Diese Daten werden unter anderem dazu genutzt, den Wärme- und Süßwasseraustausch zwischen dem Weddellmeer und dem Südatlantik zu bestimmen.

Das Hauptarbeitsgerät der Ozeanographen für diese Untersuchungen ist die so genannte CTD/Rosette, die aus einem zylinderförmigen Gestell besteht, in dessen Mitte sich Sensoren für Temperatur, Salzgehalt und Druck befinden. Zusätzlich angebracht sind ein Trübungsmesser, eine Sauerstoffsonde und ein so genanntes LADCP (Lowered Acoustic Doppler Current Profiler), mit dem die Strömung des Meerwassers über die gesamte Wassersäule gemessen werden kann. Außen am Gestell hängt ein Kranz von 20 Wasserschöpfern: etwa 1m lange und 20 cm dicke Kunststoffröhren. Mit einem Seekabel (maximal 8000 m lang) wird die CTD/Rosette bis auf den Meeresboden abgesenkt (gefiert), wobei vertikale Profile der ozeanischen Messgrößen erfasst werden. Auf dem Weg nach oben, dem Hieven, werden die Wasserschöpfer in verschiedenen Tiefen geschlossen, so dass Proben der einzelnen übereinander liegenden Wassermassen an Bord kommen und mit verschiedenen Methoden auf ihren Gehalt an Spurenstoffen untersucht werden können.

Der momentan untersuchte Süd-Scotia Rücken ist Teil einer untermeerischen Gebirgskette, die mit einigen Inseln gespickt in einem großen Bogen nach Westen die Antarktische Halbinsel mit der Südspitze Südamerikas verbindet. Generell hindert dieser Rücken das kalte und sauerstoffreiche Bodenwasser daran, nach Norden vorzudringen, nachdem es bereits mehr als 1000 Kilometer

von seinen Quellregionen im südlichen und westlichen Weddellmeer (am Rand des antarktischen Kontinents) zurückgelegt hat. Es existieren jedoch einige enge Schluchten mit Tiefen von bis zu 3600 Meter. Die von uns in den ver---gangenen Tagen untersuchte Süd-Orkney Passage, östlich der Süd-Orkney Inseln, stellt den Hauptdurchlass dar, durch den dieses Bodenwasser mit Temperaturen von bis zu $-0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, einer Mächtigkeit von 1500 m und Geschwindigkeiten von bis zu 0.2 m/s in das nördlich gelegene Scotia-Meer strömt. Von hier aus findet die nun als Antarktisches Bodenwasser bekannte Wassermasse ihren Weg in die tiefen Becken des Atlantischen und zum Teil auch des Pazifischen Ozeans. Ihren im Atlantik bis weit über den Äquator (42°N) reichenden Einfluss hatte schon Alexander v. Humboldt auf seinen Reisen nach Südamerika nachweisen können.

Damit möchte ich für heute schließen und grüße ich Sie herzlich im Namen aller Fahrtteilnehmer/innen,
Ihr Peter Lemke
Polarstern, $60^{\circ}38'S$, $42^{\circ}36'W$

Wochenbericht Nr. 4 ANT XXIII/7 FS "Polarstern" (Kapstadt - Kapstadt)
11.09.2006 - 17.09.2006

Ein medizinischer Notfall führte zu Wochenbeginn zu einer Unterbrechung unseres Forschungsprogramms. Ein Expeditionsmitglied erlitt einen Herzinfarkt und musste nach Entscheidung des Schiffsarztes schnellstmöglich in ein Krankenhaus gebracht werden. Zunächst versuchten wir, den Patienten über King George Island, das der Spitze der Antarktischen Halbinsel vorgelagert ist, nach Punta Arenas (Chile) auszufliegen. Aber im Winter gibt es keine regelmäßige Flugverbindung, und die gegenwärtige instabile, schlechte Wetterlage machte den Flug von Punta Arenas nach King George Island und zurück zu einem unberechenbaren Unterfangen. Wir entschlossen uns daher, keine Zeit zu verlieren und selbst in Hubschrauber-Distanz zum nächsten Hafen - Ushuaia in Argentinien, 80 Meilen nördlich von Kap Horn - zu dampfen. Wegen kräftiger Schneeschauer schafften es Pilot, Schiffsarzt und Patient allerdings erst im zweiten Anlauf von Polarstern nach Ushuaia zu gelangen, wo der Patient in stabilem Zustand am Freitagabend in ein Krankenhaus eingeliefert werden konnte. Die Rückkehr des Hubschraubers verzögerte sich wegen des schlechten Wetters bis zum Samstagabend. Nun sind wir wieder auf dem Weg nach Süden und werden unsere nächste Forschungsstation in der Nacht von Montag auf Dienstag erreichen.

Parallel zu den ozeanographischen Messungen sammeln unsere Biologen Zooplankton mit einem Mehrfachschießnetz in verschiedenen Tiefen bis hin zu 2000 Metern. Das Netz fängt eine Vielzahl unterschiedlicher Tiere, vor allem aber Copepoden - 1 bis 10 mm große Krebse, die in allen Meeren weltweit in großen Mengen vorkommen und eine wichtige Rolle im Nahrungsnetz spielen. Daneben finden sich in geringer Anzahl auch Larven der Leuchtgarnelen (zu denen auch der Krill gehört), Quallen, Flügelschnecken, Muschelkrebse und Pfeilwürmer. Diese Netzfänge ermöglichen detaillierte Aussagen über die Artenvielfalt und die vertikale Verteilung des Zooplanktons in den verschiedenen Wassermassen.

Ein weiterer Schwerpunkt der biologischen Arbeiten liegt in der Untersuchung der Lebensstrategien von dominanten Copepoden-Arten. Die Polargebiete sind durch eine stark ausgeprägte Saisonalität charakterisiert, die sich in einem Wechsel der Eisbedeckung und der Primärproduktion, der Nahrungsgrundlage der Copepoden, niederschlägt. Um den Nahrungsmangel während der dunklen Jahreszeit zu überstehen, haben die Copepoden unterschiedliche Überwinterungsstrategien entwickelt. Einige Arten unternehmen jahreszeitliche Vertikalwanderungen: Im Herbst wandern sie in über 1000 m tiefe Wasserschichten und überwintern dort in einer Ruhephase, d.h., sie fressen in dieser Zeit nicht und zehren von ihren Energiereserven, die sie im Sommer an der Oberfläche, wenn dort reichlich Nahrung vorhanden ist, angelegt haben. Erst im Frühjahr nach der Meereisschmelze, wenn wieder mehr Nahrung im Wasser vorhanden ist, kehren sie in die Oberflächenschicht zurück. Viele antarktische Copepoden-Arten bleiben aber auch während der dunklen Jahreszeit biologisch aktiv und stellen ihre Ernährung um, im

Frühjahr-Sommer fressen sie Phytoplankton, im Herbst und Winter nehmen sie dagegen vorwiegend tierische Nahrung, aus dem Meereis herabsinkende Eisor--ganismen oder Detritus (lat. „Abfall“, d.h. organische Ausscheidun--gen und Teile toter Organismen) auf. Experimente in den gekühlten Labor-con-tain-ern an Bord werden dazu beitragen, den Nahrungsbedarf der verschiede-nen Arten im Winter besser zu verstehen.

Eine weiterer extremer Lebensraum ist das Meereis selbst; doch davon mehr im nächsten Wochenbericht.

Im Namen aller Fahrtteilnehmer/innen grüße ich Sie herzlich,

Ihr Peter Lemke
Polarstern, 57°46'S, 58°32'W

Wochenbericht Nr. 5 ANT XXIII/7 FS "Polarstern" (Kapstadt - Kapstadt)
18.09.2006 - 24.09.2006

Seit Dienstag früh sind wir wieder im Forschungsgebiet, und die Arbeit auf den verschiedenen Stationen geht gut voran. Der Winter hat uns jetzt voll im Griff, mit Temperaturen von bis zu -22°C . Durch den starken Wind sinkt die gefühlte Temperatur auf unter -45°C . Daher sind Arbeiten auf dem Eis nur mit ausreichender Schutzkleidung möglich.

Im letzten Wochenbericht war von den Problemen der winterlichen Packeisbedeckung (und der damit verbundenen Dunkelheit) für die im Wasser unter dem Eis lebenden Organismen die Rede. Aber wie ein Blick aus dem Fenster von Polarstern zeigt, ist das Packeis nicht nur die Ursache sondern für viele Organismen, die an das Meereis angepasst sind, auch die Lösung dieses Problems.

Im Eisrandgebiet, in dem wir uns gerade befinden, sind auf den vom Schiff zerbrochenen und umgedrehten Schollen große Mengen kleiner Krilllarven zu sehen, und deutlich braun gefärbtes Eis deutet auf eine hohe Algenbiomasse im Eishin. Die Meereisbiologen an Bord untersuchen während unserer Expedition, welche Organismen im Eis leben, und wie sie dort überleben können. Wie kann nun das Eis die Heimat von Algen und mikroskopisch kleinen Tieren sein? Im Gegensatz zu Süßwassereis, welches ein kompakter Block ist, wird das Meereis von kleinen Salzlauge-Kanälen durchzogen, die entstehen, wenn Meerwasser gefriert. Hierbei gefriert nur der Wasseranteil, die Salze, die im Meerwasser vorhanden sind, werden nicht in die Eiskristalle eingebaut, sondern sammeln sich in Zwischenräumen, die schließlich das Kanalsystem bilden. Um nun dieses System erforschen zu können, verlassen die Eisforscher immer wieder das Schiff, um Eiskerne zu bohren, die anschließend zersägt und an Bord getaut werden.

Messungen von abiotischen Faktoren wie Temperatur, Salzgehalt und Nährstoff-Konzentrationen im Eis, welche die Eisphysiker und Biogeochemiker vornehmen, geben den Meereisbiologen Informationen darüber, welche Umweltbedingungen im Eis herrschen. Und diese sind oftmals extrem. Eine Temperaturspanne von -1.9°C bis zu -20°C und Salzgehalte von 34 bis weit über 100 Promille können auftreten. Diese Bedingungen tolerieren speziell angepasste, einzellige Algen, vor allem verschiedene Diatomeen, und mehrzellige Tiere. Zu den Tieren, die im Eis zu finden sind, zählen Copepoden, Plattwürmer, Rippenquallen und Nacktschnecken. Wenn nun aber so viele Arten in diesem scheinbar lebensfeindlichen Habitat vorkommen, so muss es auch Vorteile geben, sich hier aufzuhalten. Für die Algen sind eine hohe Nährstoffkonzentration und stabile Lichtbedingungen scheinbar entscheidend für ihr gutes Gedeihen. Zu den Vorteilen für alle Organismen in diesem System zählt weiterhin der Schutz vor größeren Fraßfeinden ($> 1\text{ mm}$), die nicht in die Solekanäle vordringen können. Die Tiere wiederum profitieren von den manchmal extrem hohen Algenkonzentrationen. Welche Temperaturbereiche die verschiedenen Meereisorganismen tolerieren und welche physiologischen Mechanismen sie nutzen, um beispielsweise Eisbildung im Körper zu

verhindern, ist neben der Beschreibung ihres Vorkommens im Eis ein weiterer Aspekt der Arbeit der Meereisbiologen.

Auch mit gentechnischen Methoden wird die Frage untersucht, wie es die verschiedenen Organismen schaffen, im Meereis zu überleben. So wird nach Genen gesucht, die nur die Eisorganismen besitzen, und die für ihr Über---leben im Eis letztendlich verantwortlich sind. Aber diese Forschung steht noch ganz am Anfang, verspricht aber faszinierende Antworten auf ein interessantes Problem.

Herzliche Grüße aus dem antarktischen Winter von allen Fahrtteilnehmer/innen,

Ihr Peter Lemke
Polarstern, 60°45'S, 48°20'W

Wochenbericht Nr. 6 ANT XXIII/7 FS "Polarstern" (Kapstadt - Kapstadt)
25.09.2006 - 01.10.2006

In der vergangenen Woche hatten wir durchweg mit schweren Eisbedingungen zu kämpfen. Der starke Westwind hat die Eisschollen so dicht zusammen geschoben, dass ein einfaches Durchfahren nicht mehr möglich war und wir viele Stunden im Rammbetrieb arbeiten mussten und deswegen nur langsam nach Süden vorankamen. Erst zum Wochenende lockerte sich das Eis auf.

Die wichtigsten Eigenschaften des Packeises für unsere Fahrtplanung sind die Eisdicke und der Bedeckungsgrad. Wenn beide größer werden kommen wir schlechter voran. Auch für die Klimaforschung sind diese beiden Parameter die wichtigsten, denn sie begrenzen den Wärme- und Massen-Austausch zwischen Atmosphäre und Ozean.

Die Arbeit unserer Meereisphysiker besteht darin, an möglichst vielen Punkten die Dicke der Eisschollen und ihrer Schneeauflage, die in den meisten Fällen sehr uneinheitlich sind, zu bestimmen. Dabei sollen ebenes Eis und auch Presseisrücken untersucht werden. Typische Eisschollen bestehen aus ebenen Bereichen, in denen das Eis durch Gefrieren kontinuierlich dicker geworden ist, und aus Presseisrücken, die durch Kollisionen der Schollen untereinander entstehen, die hauptsächlich durch den Wind-Druck verursacht werden, der in Stürmen so groß ist, dass die Schollen brechen und die Bruchstücke sich auftürmen.

Die Meereisdicke wird mit verschiedenen Methoden gemessen. Die einfachste, zeitlich aber aufwändigste Methode ist, Löcher durch die Scholle zu bohren, ein Maßband mit einem Haken hinunterzulassen, der an der Unterseite festgehalten wird, und die Dicke abzulesen. Eleganter und schneller geht es mit elektromagnetischen (EM) Sensoren, die auf einem Schlitten gezogen den Abstand von der Eisoberfläche zum salzigen und daher leitenden Meerwasser unter der Scholle messen. Auf diese Weise lassen sich Schollen von einigen Kilometern Größe in akzeptabler Zeit vermessen. Noch schneller und weiter geht es, wenn diese Sensoren in einem Flugkörper eingebaut sind, der von einem Hubschrauber (in etwa 30m Höhe) innerhalb einer Stunde über Strecken von bis zu 100km geschleppt wird. Nur damit lässt sich ein repräsentatives Bild der Meereisdicke ermitteln.

Diese Arbeiten gelten der Vorbereitung für die Kalibrierung des ersten Satelliten (CryoSat), der die Meereisdicke ab 2009 kontinuierlich aus 700km Höhe in beiden Polargebieten bestimmen soll. Die Bestimmung der Meereisdicke und ihre Veränderung haben in der internationalen Klimaforschung eine große Bedeutung, da das Meereis im Klimasystem eine wichtige Rolle spielt und als sensibler Indikator für Klimaschwankungen gilt. Auch in den öffentlichen Medien ist die deutliche Verringerung des arktischen Packeises wiederholt thematisiert worden. Ob diese regionalen Veränderungen als Folge der globalen Erwärmung in allen Bereichen der Polargebiete auftreten, soll unter anderem mit CryoSat untersucht werden. Interessanterweise ist die Meereisausdehnung in der Antarktis nicht wie im Norden zurückgegangen,

sonder nimmt sogar ganz leicht zu.

Parallel zu diesen Arbeiten werden längere Hubschrauberflüge mit einer digitalen Videokamera und mit einem Radar unternommen, um den Meereisbe- deckungsgrad und die Schneeauflage auf unserer Fahrtstrecke zu bestimmen, um damit Satellitenbeobachtungen zu eichen. Dies gilt hauptsächlich den Mikrowellensensoren, die unabhängig von Tageslicht sind und durch Wolken und Wetter nicht beeinflusst werden und daher einen kontinuierlichen Datensatz der Meereisbedeckung seit 1973 liefern. Die neueren Sensoren werden immer leistungsfähiger, erfordern aber auch eine laufende Weiter- en- twicklung der numerischen Algorithmen und damit auch der Kalibrierung.

Von der Spitze der Antarktischen Halbinsel grüße ich Sie recht herzlich im Namen aller Fahrtteilnehmer/innen,

Ihr Peter Lemke
Polarstern, 62°57'S, 52°47'W

Inzwischen haben wir die südlichste Position unserer Fahrt erreicht und fahren nun wieder nach Norden. In dieser Woche haben wir interessante Daten im neuen Eis gewonnen, das in den vergangenen Monaten im Bereich der ehemaligen Larsen-A und -B Schelfeise gebildet wurde. Ein Teil der Untersuchungen betraf die Biogeochemie des Meereises, die sich mit den Wechselwirkungen zwischen den biologischen und chemischen Prozessen eines Ökosystems und deren Auswirkungen auf die geologischen Befunde des auf den Meeresboden absinkenden Materials befasst. Optische Methoden wurden eingesetzt, um die Fluoreszenz-Eigenschaften der einzelligen Algen im Meereis, sowie an seiner Unterseite zu bestimmen.

Diese Messungen geben Aufschluss über den "Gesundheitszustand" und das Wachstums-potential der Mikroalgen, die sehr extremen Lebensbedingungen wie niedrigen Temperaturen, hohen Salzgehalten und geringem Sonnenlicht ausgesetzt sind. Weitere optische Messmethoden werden eingesetzt, um die chemischen Eigenschaften des Meereises und der Salzlauge in den Solekanälen zu bestimmen. Gelöste organische Stoffe bilden die größte Quelle von Nährsalzen für das Wachstum von Bakterien und Algen. Der farbige Anteil dieser Stoffe ist für das Lichtangebot im Meerwasser verantwortlich, da es das Licht nicht nur im sichtbaren Spektrum, sondern auch im ultravioletten Bereich absorbiert. Im Laufe dieser Expedition wurden Proben aus dem Wasser, dem Meereis und der darin befindlichen Salzlauge auf das Absorptionsspektrum hin analysiert. Die Salzlauge hatte immer ein grundsätzlich anderes Spektrum als das Wasser, aus dem das Meereis gebildet wurde.

Ein weiteres Forschungsthema betrifft Karbonate, Produkte der Reaktion zwischen Kalzium- und Bikarbonat-Ionen. Die mineralische Phase bildet sich spontan in einer chemischen Reaktion bei thermodynamisch optimalen Bedingungen. Mehrere marine Organismen sind allerdings auch imstande selbst Kalziumkarbonat zu bilden, zum Beispiel um ihre Kalkgehäuse zu bauen. Die Folge dieser Kalziumkarbonat-Produktion ist eine der größten Kohlenstoffablagerungen auf der Erde. Bisher ist die Dynamik der Karbonatbildung in allen Bereichen der Biosphäre ausführlich untersucht worden. Nur vom Karbonathaushalt des Meereises ist bisher wenig bekannt. Den indirekten Nachweis, dass sich im Meereis Kalziumkarbonat durch chemische Reaktion bei hohen Salzgehalten und niedrigen Temperaturen bildet, gibt es schon länger. Während dieser Reise konnten wir jedoch den ersten direkten Nachweis liefern, in Form von wunderschönen, bis zu einen Millimeter großen Kristallen

Das Meereis spielt in vielerlei Hinsicht eine wichtige Rolle im Klimasystem. Ein wenig bekannter Aspekt ist, dass es auch eine Quelle des klimaaaktiven Schwefelgases Dimethylsulfid (DMS) ist. DMS wird von den Algen im Meereis produziert, und wenn es in die Atmosphäre gelangt, oxidiert. In dieser Form bildet es Kondensationskeime für die Wolken. Als Folge wird die

Reflektivität der Atmosphäre verändert und somit auch die Erdtemperatur beeinflusst. Berechnungen mithilfe von Klimamodellen haben ergeben, dass der DMS-Gehalt um die Antarktis herum das Klima der gesamten südlichen Hemisphäre beeinflusst. Die bisherigen Messungen bestätigen die Bedeutung des Meereises als Quelle für DMS. Die Größenordnung dieser Quelle ist jedoch noch nicht bekannt. Entlang unserer Fahrtroute haben wir DMS und andere Schwefelsubstanzen untersucht und festgestellt, dass die Konzentrationen im Meereis um 2 bis 4 Größenordnungen höher sind als im darunter liegenden Meerwasser. Dies bestätigt, dass Meereis eine reiche Quelle von DMS ist. DMS scheint außerdem ein Schutzmittel gegen extreme Kälte zu sein. Eines dieser Schwefelprodukte wird schon seit längerem eingesetzt, um Bakterien bei der Lagerung unter -80°C am Leben zu halten. Die Natur hat es schon lange vor dem Menschen geschafft, das Leben unter Gefriertruhen-Temperaturen zu überleben.

Herzliche Grüße im Namen aller Fahrtteilnehmer/innen,

Ihr Peter Lemke
Polarstern, $65^{\circ}6'S$, $57^{\circ}24'W$

Wochenbericht Nr. 8 ANT XXIII/7 FS "Polarstern" (Kapstadt - Kapstadt)
09.10.2006 - 15.10.2006

In der vergangenen Woche hat uns das Forschungsprogramm vom dichten Packeis wieder an die Eisgrenze geführt, wo wir zwischen Joinville Island und Elephant Island einen letzten ozeanographischen Schnitt durchgeführt haben. Neben den traditionellen ozeanographischen Messungen wurden während unserer Expedition auch einige Spurenstoffe im Meerwasser gemessen. Außerdem haben unsere Atmosphärenchemiker den Gasaustausch zwischen dem Meereis und der Luft mit verschiedenen Methoden untersucht.

Mit den Messungen von FCKWs und den Edelgasen Helium und Neon im Ozean sind wir im wahrsten Sinne des Wortes den tiefen Meeresströmungen auf der Spur. Einerseits sind diese Gase nur in Spuren im Ozean gelöst, was ihre Beprobung und Messung extrem aufwendig macht. Andererseits verteilen sie sich mit den sich ausbreitenden Wassermassen im Inneren des Ozeans wie eine Art Farbstoff, der die Zurückverfolgung dieser tiefen Wassermassen zu ihren Ursprüngen ermöglicht. So sind z.B. Helium und Neon in winzigen Gasbläschen im Eisschild der Antarktis gefangen, das durch sein eigenes Gewicht langsam ins Meer abfließt. Werden die schwimmende Eisschelfe am Rand der Antarktis von unten durch salzreiches Wasser abgeschmolzen, sinkt das entstehende sehr dichte Wasser in die Tiefe und erneuert das Bodenwasser. Die eingeschlossenen Gase werden wegen des erhöhten hydrostatischen Drucks an der Unterseite der mehrere hundert Meter dicken Eisschelfe dabei vollständig gelöst, und diese stark überhöhten Konzentrationen von Helium und Neon können als Fingerabdruck für das so entstandene spezielle Bodenwasser dienen, selbst wenn es erst weit entfernt vom Ursprungsort beprobt wird.

Die atmosphärischen Konzentrationen von FCKWs – bekannt als Treibhausgase oder Ozonkiller – haben seit 1950 stetig zugenommen und sind nun durch Umsetzung des Montrealer Protokolls auf einem Plateau angelangt oder leicht rückläufig. Die im Inneren des Ozeans immer noch langsam ansteigenden Konzentrationen stellen eine Art Uhr dar, die anzeigt, wie lange die beprobte Wassermasse von der Meeresoberfläche, wo die FCKWs aus der Atmosphäre aufgenommen wurden, bis zum Ort der Messung anderswo im Ozeaninneren unterwegs war.

Der Gasaustausch zwischen Atmosphäre und Ozean wird in den Polargebieten durch das Meereis stark beeinflusst. Auf neu gebildeten Meereisflächen wachsen auf der Eisoberfläche bei niedrigen Temperaturen feingliedrige Kristalle, die so genannten Frostblumen. Durch die Aufnahme des Meersalzes können die Frostblumen Salzgehalte erreichen, die deutlich über denen des Meerwassers liegen. Durch chemische und physikalische Prozesse können Teile der Meersalze in reaktive Halogene wie Chlor und Brom umgewandelt werden, die wiederum mit atmosphärischen Spurenstoffen wie Ozon bzw. Quecksilber reagieren. Als Folge sinken die Ozon- und Quecksilberkonzentrationen während tagelanger Perioden im Frühjahr auf Null. Das Quecksilber wird dabei in eine Form überführt, die sich in Schnee und Eis als giftige

Verbindung niederschlagen kann und so in das Ökosystem gelangt. Sind Frostblumen aber wirklich die Quelle der Halogene?

Diese Frage und die zugrunde liegenden Prozesse versuchen wir mit verschiedenen Methoden aufzuklären. Zunächst wurden Frostblumen auf neu gebildetem Meereis geerntet, um sie auf die verschiedenen Meersalzkomponenten zu analysieren. Zusätzlich wurden die betroffenen atmosphärischen Spurenstoffe wie Ozon, Quecksilber und die reaktiven Halogenverbindungen in der Atmosphäre verfolgt: sowohl kontinuierlich vom Schiff aus, als auch durch Messungen an Bord der Helikopter. Gemeinsam mit Satellitendaten zur Verteilung des Meereises sollen so die Zusammenhänge zwischen atmosphärischen Prozessen und dem Auftreten der Frostblumen aufgeklärt werden.

Aus dem Schneetreiben an der Packeisgrenze herzliche Grüße im Namen aller Fahrtteilnehmer/innen,

Ihr Peter Lemke
Polarstern, 60°30'S, 52°22'W

Auf unserem Weg entlang der Meereisgrenze nach Nordosten haben wir am Donnerstag den Ort der ersten Station unserer Reise im Scotia-Meer wieder aufgesucht und nach sechs Wochen erneut ozeanographische und biologische Parameter in der Wassersäule gemessen. Es zeigte sich, dass die Phytoplankton-Biomasse zwölffach erhöht und die Frühjahrsblüte damit in vollem Gange war, während vor sechs Wochen noch eine typische Wintersituation herrschte. Die Entwicklung des Phytoplanktons blieb nicht ohne Auswirkungen auf das Zooplankton. Die Tiere hatten ihre Winterquartiere in größerer Tiefe verlassen und waren in die produktionsreichen oberen Wasserschichten gewandert. Ihre Stoffwechselaktivität hatte sich verdreifacht, sie fraßen und die Weibchen begannen, Eier zu legen.

Auch die Meereisbiologen waren überrascht, wie weit fortgeschritten die Primärproduktion im Eis während der gesamten Fahrt war. Für den Chlorophyllgehalt wurden Rekordwerte gemessen, und auch die Biomasse der Meiofauna (kleine Tierchen, die im Eis leben) war erstaunlich hoch. Dies bestätigt, dass die produktionsfreie Zeit im Winter wesentlich kürzer ist als bisher gedacht. Zudem wurden in den Proben Nacktschnecken und kleine Rippenquallen gefunden, deren Vorkommen im Eis bisher noch nicht im Detail beschrieben wurde.

Die vorherrschenden Wetterbedingungen während der Expedition gaben uns die Möglichkeit, die Sole in den Salzkanälen im Meereis in dem bisher nicht untersuchten Temperaturbereich von -2°C bis -8.5°C zu studieren. Diese Bedingungen waren ideal, denn in noch kälterem Eis tritt immer weniger Sole auf und die Kanäle werden kleiner und sind daher schwerer zu beproben. Die höchsten gemessenen Salzgehalte lagen bei 130 Promille, Werte, die bisher nirgends gefunden und analysiert wurden. Diese Beobachtungen geben uns über die im Meereisökosystem vorherrschenden physikalischen und biogeochemischen Bedingungen Aufschluss, wie z.B. Temperatur, Salzgehalt, gelöste Gasbestandteile, Nährstoffe und in der Kälte ausgefällte Mineralien. So wurden erstmalig verschiedene Typen von Calciumcarbonatkristallen quantitativ nachgewiesen und fotografisch dokumentiert. Ihre Rolle im Kohlenstoffkreislauf in hohen Breiten ist gegenwärtig eine wichtige und interessante Forschungsfrage im Hinblick auf den Anstieg des Kohlendioxidgehaltes der Luft und der damit einhergehenden globalen Erwärmung.

Während unserer Forschungsfahrt konnte erstmalig die winterliche Eis- und Schneedickenverteilung großräumig mit Hilfe umfangreicher Hubschrauber-Elektromagnetikflüge und bodengestützter Radarmessungen bestimmt werden. Dabei zeigte sich eine starke regionale Variabilität mit durchweg dickem Eis, das vorherrschende Dicken zwischen 0.8 und über 4 m besaß. Insbesondere wurde das Gebiet des früheren Larsen-A Schelfeises intensiv untersucht, das in diesem Jahr durch eine prominente Küsten-Polynya (durch Wind von Eisschollen frei geblasener Bereich offenen Wassers) und großen Eisexport gekennzeichnet war, wie aus Radar-Satellitenbildern erkannt wurde. Eiskern- und Schneeuntersuchungen zeigten, dass das in der Polynya gebildete 1.4 m dicke Eis fast schneefrei war und weitgehend aus säuligem Eis bestand, was im Widerspruch zu bisherigen Beobachtungen starker turbulenter Eisbildung in Polynyen steht. Eiskern-, Schnee- und Satellitenmessungen zeigten außerdem, dass es selbst im Winter zu häufigem Antauen des Schnees und damit verbundener Bildung von Eislagen durch Aufeis kommt.

In der Nähe des Larsen-A Schelfeises fanden wir Hinweise auf eine aktive Halogenchemie in der Atmosphäre, die zu einem Anstieg des Bromoxids und einem gleichzeitigen Abbau des Ozons und des Quecksilbers führte. Vergleichbare Episoden wurden während der Fahrt mindestens zwei weitere Male beobachtet: in der Eisrandzone und über dem offenen Wasser des Südatlantiks. Jedoch sind die niedrigen Ozon- und Quecksilberkonzentrationen in diesen Fällen eher auf weiträumigen Transport von bereits umgesetzten Luftmassen zurückzuführen. Zusätzlich haben wir die ersten Spurenstoffmessungen an Bord eines Hubschraubers durchgeführt. Die gemessenen vertikalen Ozon- und Quecksilberprofile unterstützen, dass die umgesetzten Luftmassen effektiv in höhere Schichten gelangen können.

Ein wesentliches Ziel der Ozeanographen war die Erfassung der winterlichen hydrographischen Bedingungen im nordwestlichen Weddellmeer, einer Schlüsselregion bezüglich der Zusammenstellung und des Transports von für den globalen Ozean relevanten, neu gebildeten Wassermassen. Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass auf Grund einer bisher nur unzureichend erfassten Bodentopographie der Beitrag der Philip-Passage (westlich der Süd-Orkney Inseln) zum Ausstrom aus dem Weddellmeer überschätzt wurde. Folglich scheint die Süd-Orkney Passage (östlich der Süd-Orkney Inseln) wohl noch bedeutender als bisher vermutet für den Export von Tiefen- und Bodenwasser aus dem Weddellmeer zu sein.

Der zweite untersuchte Bereich war der Kontinentalschelf östlich der Antarktischen Halbinsel, der sich durch eine hohe räumliche Variabilität in den Charakteristiken der Wassermassen auszeichnet. Salzreiches Schelfwasser (34.59) in der Nähe des ehemaligen Larsen-A Schelfeises könnte als mögliche Quelle für die nur 80 km weiter nördlich am Kontinentalhang (bei 2500 m Tiefe) beobachtete sehr kalte Bodenschicht (-1.55°C) dienen. Ein Vergleich mit Stationen im zentralen Powell Becken zeigt aber, dass dieses Bodenwasser nicht zum Ausstrom durch die Passagen im Süd Scotia Rücken beiträgt. Eine umfassende Analyse der hydrographischen Daten in den Heimatinstitutionen unter Zuhilfenahme der Spurenstoff-Messungen dürfte bestätigen, dass das nordwestliche Weddellmeer bzgl. der Bildung und Ausbreitung von neu gebildetem Tiefen- und Bodenwasser eine unerwartet hohe räumliche und zeitliche Variabilität aufweist.

Unsere wissenschaftlichen Untersuchungen sind nun – bis auf das Auslegen von zwei weiteren Bodendruckmessgeräten – beendet. Am Samstag haben wir frühmorgens die Vulkankette der Süd-Sandwich Inseln durchquert. Wegen dichten Nebels konnten wir aber zu unserem Bedauern keinen der schönen schneebedeckten Vulkane zu Gesicht bekommen. Einige Stunden später haben wir die letzten Meereisfelder passiert und dampfen nun bei ruhiger See nach Ost-Nord-Ost. Allerdings hat unser Meteorologe zwei Stürme auf unserem Rückweg vorhergesagt.

Am kommenden Sonntag werden wir vormittags in Kapstadt einlaufen und damit geht unsere Winter-Expedition in der Frühlingsluft Südafrikas zu Ende. An unserer Fahrt nahmen 51 Wissenschaftler und Techniker (inklusive zwei Hubschrauberpiloten) aus 11 Ländern teil. Wir wurden in hervorragender Weise von 43 Besatzungsmitgliedern unterstützt, sodass unser Programm mit großem Erfolg durchgeführt werden konnte.

Aus dem Südatlantik grüße ich Sie herzlich im Namen aller Expeditionsteilnehmer/innen, verabschiede mich von Ihnen in meiner Funktion als Fahrtleiter und wünsche Ihnen alles Gute,

Ihr Peter Lemke
Polarstern, 54°30'S, 13°11'W

ANT XXIII/7 Weekly Report No. 1 (Cape Town - Cape Town)
25 .08.2006 - 27.08.2006

Early morning on August 25th Polarstern raised anchor and left the harbour of Cape Town and headed with a south-westerly course into the South Atlantic. After a cloudy and very windy Thursday, the Table Mountain now showed off in its brightest splendour, luring all newcomers (and old-timers) out on deck with their cameras. For a while we sailed through a high pressure system with relatively calm seas, but today a storm presented a foretaste of the upcoming Roaring Forties, Furious Fifties and Screaming Sixties.

During the next nine weeks we will perform oceanographic, sea ice, biological, air chemistry and bathymetric measurements east of the tip of the Antarctic Peninsula.

The goal of the cruise is to determine the physical conditions in the north-western Weddell Sea under the wintry ice cover, and to understand their impact on the ecosystem. Comparison to previous cruises will also provide an estimate of the magnitude of climate variability.

The transit to our working area will take 10 to 11 days, depending on the weather conditions. On our way we successfully deployed on Saturday a bottom pressure sensor, which measures the pressure on the ocean floor and the height of the sea level, and finished a CTD-Station, during which the vertical profiles of temperature and salinity were measured and water sample were taken at various depths. Three more bottom pressure sensors will be deployed during the coming days.

In anticipation of an interesting cruise I would like to greet all the family members and friends back home in the name of the scientists and the crew,

Yours Peter Lemke

ANT XXIII/7 Weekly Report No. 2 (Cape Town - Cape Town)
28 August 2006 - 3 September 2006

The week started stormy, but on the weekend the winds calmed down, and last night's transition from the Roaring Forties to the Furious Fifties was relatively quiet, because we currently steam along a crest between an intense storm centre north of us and a weak low pressure system in the south. Tomorrow (Monday) evening we will reach the first sea ice patches and then the intense phase of this expedition starts with a continuous science programme around the clock until we leave the ice again in the middle of October.

In the past week we deployed three more sensors on the ocean floor. Along our track between 37° S and 46° S there are now four so-called PIES (Pressure sensor equipped Inverted Echo Sounder) sitting at the sea floor at depths between 3700 and 5000 m measuring water pressure and acoustic travel-time from the bottom to the ocean surface and back, somewhat similar to a shipboard echo sounder.

The aim of these measurements is to validate satellite observations of Earth's gravity field. It is interesting to note that Earth's gravity field is not spherical, i.e. gravity at different locations maybe quite different, even though their distance to the centre of the Earth is the same. Gravity depends on the mass distribution in the interior of the Earth, which is not rotationally symmetric, but exhibits a pronounced depression over India and the Indian Ocean and a huge bump over the north-east Atlantic. The mass distribution of the Earth is not constant but changing in time, e.g., during the monsoon season, the gravity over India increases by an amount equivalent to an additional 20 cm thick layer of water, since the soil is saturated with water, and rivers reach flood levels. Since 2002, the "GRACE" satellite mission measures the gravity field of the Earth accurately enough to determine such variable mass fluxes on the surface (GRACE = Gravity Recovery And Climate Experiment).

However, over the oceans, gravity changes due to regional variations of sea surface height or ocean currents are much smaller (1 - 5 cm), which is close to the accuracy limits of GRACE. A global network of moored pressure sensors shall be used to correct the GRACE data to finally allow space born observation of ocean currents and associated mass fluxes. Together with two further PIES that will be deployed near the Greenwich meridian on our way back to Cape Town, the moorings form a large triangle which is needed to appropriately compare the PIES point measurements with the satellite data averaged over several hundreds of kilometres.

In addition to the validation of GRACE, PIES data deliver valuable information about the oceanic water column: From acoustic travel time and bottom pressure it is possible to derive both sea surface height and the mean temperature of the water above the PIES. Further, pressure differences between two PIES are proportional to the mean current velocity between both

locations. Hence, a few moorings spaced 1000 km apart from each other suffice to monitor transport variability of the Antarctic Circumpolar Current, which is the largest ocean current worldwide. If everything works as planned, the PIES will be acoustically released from their anchor weight during a future cruise of Polarstern in 2009, rise to the surface, and will be recovered for data retrieval and analysis.

Many greetings from the cloudy Southern Ocean on behalf of all participants of the expedition,
Yours Peter Lemke

Polarstern, 51°39'S, 20°48'W

ANT XXIII/7 Weekly Report No. 3 (Cape Town - Cape Town)
4 September 2006 - 10 September 2006

Since the beginning of the week we have experienced true Antarctic conditions. Monday evening the first iceberg crossed our course, and Tuesday morning we reached the first sea ice near the South Sandwich Islands.

This arc of volcanic islands marks the eastern boundary of the Scotia plate, which slowly moves eastward due to the opening of Drake Passage between South America and the Antarctic Peninsula. It overrides the eastern end of the South American plate pushing it down and creating a deep trench of about 8000m depth just east of the South Sandwich Islands. The South Sandwich Trench is one of the deepest places in the world's oceans. In winter the Sandwich Arc is generally a preferred region for a northward expansion of the sea ice.

Also this year the northward expansion was quite large and reduced the speed of the ship considerably. During the following days we steamed through loose pack ice, dispersed by strong southerly winds, which also brought us Antarctic air masses with temperatures around -17°C .

Wednesday evening we started our scientific programme, which will now continue around the clock until Mid-October when we leave the ice again. Amongst other measurements we started to measure the vertical structure of temperature and salinity in the ocean and to take water samples at different depths. These data will be used to determine the heat and fresh-water exchange between the Weddell Sea and the South Atlantic.

The main tool of the oceanographers for this work is the so-called CTD-rosette, which consists of a cylindrical frame with sensors for temperature, salinity, oxygen, and turbidity in its centre. Added is an LADCP (Lowered Acoustic Doppler Current Profiler), which is used to determine the vertical profile of the ocean currents. At its rim, a carousel of water samplers is fixed, consisting of 20 plastic tubes of 1m length and 20 cm diameter. With a sea cable (max. length is 8000m) the CTD/Rosette is lowered to the ocean floor producing vertical profile of the various oceanic properties. Upon lifting from the ocean floor, the water samplers are closed at particular depths capturing the different water masses, which are then analysed for various tracer concentrations.

The South Scotia Ridge, the investigation area at the moment, is part of an ocean ridge system with a few islands on top, which connects the Antarctic Peninsula and the tip of South America. In general, this ridge prevents the cold and freshly ventilated bottom water from escaping to the north after it has travelled more than 1000 km from its source regions in the southern and western Weddell Sea near the Antarctic continent. However, a few gaps exist, which are up to 3600 m deep. Our work during the previous days was focussed on the South Orkney Passage east of the South Orkney Plateau,

which represents the main gate to allow bottom water at temperatures below -0.4°C and with a thickness of 1500 m to escape into the Scotia Sea with velocities of up to 20 cm per second. Once in the Scotia Sea this water---mass, known as Antarctic Bottom Water (AABW), flows into the deep basins of the Atlantic Ocean and, partly, Pacific Ocean. The influence of AABW in the Atlantic Ocean reaches up to 42°N , which was first recognized by Alexander von Humboldt during his voyage to South America.

With this I would like to close and send best wishes from all participants of the cruise.

Yours Peter Lemke

Polarstern, $60^{\circ}38'S$, $42^{\circ}36'W$

ANT XXIII/7 Weekly Report No. 4 (Cape Town - Cape Town)
11 September 2006 - 17 September 2006

A medical emergency interrupted our scientific programme on Monday morning. A cruise participant suffered from a heart attack and had to be admitted to a hospital as quickly as possible, according to the ship's doctor. Initially we tried to have the patient transported by air from King George Island, located just off the tip of the Antarctic Peninsula, to Punta Arenas (Chile). But flight connections to King George Island in winter are very sporadic depending on good weather conditions. Because of unstable weather conditions we decided to steam into helicopter distance to the next harbour - Ushuaia (Argentina), just 80 nautical miles north of Cape Horn. Because of intense snow showers pilot, doctor and patient made it to Ushuaia only the second time around, where the patient was admitted to the hospital Friday evening in stable conditions. The return of the helicopter to Polarstern was delayed by bad weather until Saturday evening. Now we are steaming south again and hope to reach our next research station Monday night.

In conjunction with the oceanographic measurements, the biologists on board are collecting zooplankton from the water column: They use a multiple closing net down to a depth of 2000m in order to catch organisms at various depths, and their catches comprise of a great variety of animals, but mainly copepods (small crustaceans between 1 and 10 mm in size). Copepods occur in large numbers throughout the world oceans and play a fundamental role in marine food webs: They feed mainly on phytoplankton and are in turn the food for fish, squid and even some whales. We have also caught, albeit in small numbers, some juvenile krill, jellyfish, as well as pelagic snails and arrow worms. Our net hauls provide important information on the distribution and species diversity of zooplankton in the different water bodies we encounter in this part of the Southern Ocean.

Another research emphasis is to investigate the different life cycles and survival strategies of the dominant copepod species. Polar regions are characterised by large seasonal variations in both sea ice cover and food availability. Winter sea ice and low or almost no primary production in the water result in there being a scarcity of food and so copepods have developed different strategies to survive the dark season. Some species undergo annual vertical migrations to depths of over 1000 meters where they overwinter. During this phase they do not feed but rely on the energy reserves, which they have accumulated during the food rich summer months. They only return to the upper water column during spring after the sea ice has melted and primary production has begun. However, many copepod species remain active during the dark winter months and simply change their feeding habits. During spring and summer they will consume phytoplankton but revert to feeding other small animals, sea ice organisms or detritus, which are dead organic and inorganic particles. Additional experiments in cold laboratories of Polarstern are also expected to shed more light into the food requirements and feeding behaviour of the various copepod species we

catch during the expedition.

Another important habitat in polar regions is the sea ice itself. In the next "Weekly Report" the sea ice biologists will provide more information on how organisms live, proliferate and survive this fascinating habitat.

Best wishes from all participants of the cruise,

Yours Peter Lemke
Polarstern, 57°46'S, 58°32'W

ANT XXIII/7 Weekly Report No. 5 (Cape Town - Cape Town)
18 September 2006 - 24 September 2006

Since Tuesday we are back in our research area, and the work at the various stations runs well. The winter is now taking control, with temperatures down to -22°C and a wind-chill below -45°C . Working on the ice is only feasible with special protective clothing.

Last week we reported on the problems planktonic organisms encounter during winter due to the sea ice cover and accompanying darkness. However, just by looking out of the porthole we can see that while the sea ice may be a problem for many planktonic organisms, it is in fact also the solution to the problem since it has become a haven for a multitude of small organisms, which have actually chosen to live within the ice and thrive there.

As Polarstern breaks the ice near the ice edge, floes are overturned and, not only expose the brown coloured pieces of ice revealing a high algal biomass, but thousands of krill larvae which have been feeding on the underside of the ice and have been washed onto the ice floes. Several sea ice biologists have chosen to study this unique habitat. They want to understand which organisms live in the ice and how they succeed to survive these apparent hostile living conditions. How is it possible that sea ice constitutes a habitat for such a wide range of minute organisms ranging from viruses to small crustaceans? In contrast to freshwater ice which freezes to a solid block, seawater, because it contains salts which during freezing are not incorporated into the ice crystals, excludes the salts and they collect in small pockets and channels between the crystals. This labyrinth of brine channels and pockets becomes the home of sea ice biota. In order to study the sea ice, the scientist every day descend from the ship onto the ice where the primary method to obtain samples is to core the ice. The cores are sectioned into smaller portions, which are returned to the ship and allowed to thaw.

Sea ice physicists will have taken the core temperature and recorded other abiotic parameters directly after core extraction. The biologists will determine salinity and a multitude of parameters such as nutrient concentrations, alkalinity, Chlorophyll a and the species present in each sample. Some sea ice biologists are particularly interested to find out how the organisms survive a temperature gradient of for example -2°C at the bottom of the ice to -20°C at the surface and corresponding salinities of between 34 to above 100 per mil. Many algae such as diatoms as well as small multi-cellular animals such as copepods, flatworms, small jellyfish and nudibranch snails live and proliferate under these conditions. The advantages of living within sea ice are manifold: For the algae, there are higher and stable light conditions and the ice provides protection from consumers ($> 1\text{mm}$), which cannot enter the brine channels. The small animals on the other hand find a rich food supply and they too find protection there.

Which physiological mechanisms prevail to prevent the freezing of body

fluids? These questions are studied at the molecular level using modern gene technological methods. Genes responsible for the adaptation and found only in these “ice loving” organisms are sought after. But this research, while promising to shed new light on many aspects of life within sea ice, is only at its beginning and will occupy sea ice biologists in the future.

Many greetings from the chilly side of the Earth on behalf of all par--tic-i--pants of the cruise,

Yours Peter Lemke
Polarstern, 60°45'S, 48°20'W

ANT XXIII/7 Weekly Report No. 6 (Cape Town - Cape Town)
25 September 2006 - 1 October 2006

During the past week we had to struggle with severe sea ice conditions. Strong westerly winds have pushed the ice floes together, and easy transit between the floes was not possible. We had to spend a long time in the ramming mode and progress towards the south was rather slow. Conditions improved significantly only at the weekend.

For our cruise planning the most important characteristics of pack ice are the thickness and the per-cent coverage. When both increase the speed of our icebreaker is reduced. Also in climate research these two parameters are the most important ones, because they restrict the heat and mass exchange between the atmosphere and the ocean.

The main task of our sea ice physicists is to measure the ice and snow thickness at many locations of the floes, both of which are usually rather variable. The goal is to measure level ice as well as pressure ridges. Typical ice floes consist of flat parts, where freezing processes have increased the ice thickness continuously, and of pressure ridges that have been produced by the deformation during collisions among the floes induced by the wind, which under stormy conditions is strong enough to break the ice floes and create ridges.

The sea ice thickness is measured with various techniques. The simplest, but most time consuming method is to drill holes through the ice and lower a measuring tape with a hook at the end through it that locks at the underside. A more elegant and faster method is to use electromagnetic (EM) sensors towed on a sled, which measure the distance from the ice surface to the salty, and therefore conducting, seawater at the underside of the floe. With these methods the ice thickness of a kilometre wide floe can be determined in an acceptable time. Longer thickness profiles can be obtained from an EM-Sensor built into a projectile (EM-Bird) that is towed by a helicopter at 30m height along a 100km section within one hour. With this method, a representative data set of sea ice thickness can be achieved over a broad area.

These activities are undertaken in preparation for the calibration of the first satellite (CryoSat), which will monitor the sea ice thickness from 2009 on in both polar regions from a height of 700km. The determination of sea ice thickness and its variability is of great importance in international climate research, because the sea ice plays a major role in the climate system and acts as a sensitive indicator of climate change. Also in the public media the decrease of Arctic sea ice has been discussed at various times. Whether the observed regional changes are indeed representative of the entire Arctic and Antarctic sea ice area will hopefully be clarified by CryoSat measurements. Interestingly, the sea ice extent in the Antarctic has increased slightly over the past 30 years, in contrast to the Arctic.

Parallel to the thickness measurements the per-cent-coverage of sea ice and its snow cover are determined with a digital video-camera and a radar, respectively, on long helicopter flights in order to calibrate various satellite sensors, especially the micro-wave sensors, which are not dependent on daylight and are not influenced by cloud cover or any weather disturbances. These sensors have delivered daily data on sea ice extent since 1973. The new sensors are very efficient, but demand a continuous improvement of the retrieval algorithms and their calibration and validation.

Many greetings from the tip of the Antarctic Peninsula on behalf of all participants of the cruise,

Yours Peter Lemke
Polarstern, 62°57'S, 52°47'W

ANT XXIII/7 Weekly Report No. 7 (Cape Town - Cape Town)
2 October 2006 - 8 October 2006

In the meantime we have reached the southernmost position of our cruise and are steaming north again. This week we have collected interesting data from new ice frozen in the regions of the former Larsen-A and -B ice shelves. A part of the investigations involved the biogeochemistry of sea ice, which is concerned with the interactions between biological and chemical processes in an ecosystem, and their impact on the geological signal of material sinking to the seafloor. Optical techniques are used to determine the fluorescence properties of algal assemblages from the interior and the bottom of the ice floes.

These measurements give information on the physiological conditions and growth of the ice algae, which have to cope with extreme environmental conditions of low temperatures, high salinities and low light conditions. This information is compared with analyses of the species composition of the assemblages that will be performed at home. Another set of optical measurements are designed to characterize the chemical properties of sea ice brines and ice. Dissolved organic matter (DOM) in marine systems constitutes the largest potential source of nutrients for bacteria and algal growth. The coloured fraction of DOM (CDOM) largely controls the light climate of natural waters as it absorbs light not only in the visible spectrum but also in the ultra violet. During our expedition, water, ice and brine samples have been taken and the results indicate that brines consistently have a distinctive spectrum to those found in the waters from which the ice is formed.

Another research topic is concerned with carbonate minerals, the product of the reaction of calcium and bicarbonate ions in natural waters. The mineral phase can form spontaneously through chemical reaction under thermodynamically favourable conditions, but several marine organisms are also actively involved in their formation in the sea because calcium carbonate is the main constituent of their shells. The result is one of the most extensive deposits of carbon in the Earth's crust. It is consequent that the dynamics of carbonate minerals has been studied extensively in every part of the biosphere except for sea ice. Carbonate minerals are also expected to form in sea ice through chemical reaction in the highly concentrated brines enclosed in the ice matrix during seawater freezing. To date, the evidence for this has been theoretical or indirect, but during this cruise we have gathered the first direct observation of the beautiful cryogenic carbonate in the ice.

Sea ice has a prominent role in the earth's climate in many respects - one of the fairly unknown aspects is that sea ice is a potential source of the climate active sulphur gas dimethyl sulphide (DMS). DMS is produced by algae and once in the atmosphere, its oxidation products are involved in the formation of condensation nuclei and clouds. As a consequence, it affects the reflectivity of skies and clouds and results in a cooling of

the earth's surface. Calculations from climate models have shown that high DMS concentrations around Antarctica may affect climate of the entire Southern Hemisphere. The few measurements done so far, indicate the importance of sea ice as a source of DMS, however, the magnitude of this source both in space and in time is largely unknown. Along our cruise track, we have analysed sea ice samples for DMS and other sulphur compounds and concentrations of 2 to even 4 orders of magnitude higher than in the surface ocean have been measured, thereby confirming the sea-ice source of DMS. It appears that these sulphur compounds are very well suited to keep biological processes going at low temperatures. In fact, one of these sulphur compounds has long been used in medical/microbiological research to keep bacteria alive during storage at -80°C . It now seems that nature has already found out how to survive life in a freezer, long before man did.

Best wishes from all participants of this cruise,

Yours Peter Lemke
Polarstern, $65^{\circ}6'S$, $57^{\circ}24'W$

ANT XXIII/7 Weekly Report No. 8 (Cape Town - Cape Town)
9 October 2006 - 15 October 2006

During the past week the research programme has led us from the dense interior pack ice back to the sea ice margin, where we conducted a final oceanographic section between Joinville Island and Elephant Island. During our cruise, in addition to the traditional oceanographic measurements tracers in the seawater have been measured and our atmospheric chemists have investigated the gas exchange between sea ice and the atmosphere with various methods.

By measuring CFCs and the noble gases helium and neon we are literally tracing the deep ocean currents. In seawater these gases are dissolved in trace amounts only, which makes their sampling and measurement a great challenge. They are distributed within the spreading water masses of the inner ocean like a dye that allows us to trace the pathways of these deep-water masses back to their sources. For instance, helium and neon are trapped in tiny gas bubbles in the Antarctic ice sheet, which spreads towards the ocean under its own weight. When the floating glaciers or ice shelves are melted from below by saline seawater as a result dense water is formed and sinks to depth renewing the bottom water. The trapped gases are dissolved completely due to the enhanced hydrostatic pressure underneath the several hundred metres thick ice shelves. Thus, the strongly enhanced concentrations of helium and neon can be used as a fingerprint of this special type of bottom water, even if sampled far from its source.

The atmospheric concentrations of CFCs – known as green house gases or ozone destroyers in the upper atmosphere – have increased steadily since 1950. Concentrations have now reached a plateau or are slightly decreasing due to the Montreal Protocol. The still increasing concentrations in the ocean interior can be used as a kind of clock, inferring the time how long the analyzed water mass was on its way from the ocean surface, where it was loaded with atmospheric CFCs, to the place of observation elsewhere in the inner ocean.

The gas exchange between atmosphere and ocean is strongly affected by the presence of sea ice. Fragile crystals, so-called frost flowers, are generated on newly formed sea ice at low air temperatures. Due to the migration of sea salt into the crystals the frost flowers can contain high concentrations of salt, reaching values much higher than in the ocean water. Some of the sea salt components can be transformed by chemical and physical processes into reactive halogens such as chlorine or bromine, which can react with atmospheric trace compounds like ozone or mercury. As a consequence, in springtime, the ozone and mercury concentrations remain negligible for periods of several days. During these periods the mercury is transformed into different species, which can be deposited as toxic compounds on snow and ice. Are the frost flowers really the source of the halogens?

We are trying to answer this question and elucidate the underlying processes using several methods. Frost flowers were collected whenever possible to investigate the different sea salt components. Moreover, the concentrations of the concerned atmospheric trace compounds ozone, mercury, and reactive halogens were continuously monitored on board. Measurements of the same compounds using the helicopters will be used to study the spatial distribution of the various chemicals in the atmosphere. Using additional remote sensing data of the sea ice extent we want to examine the connection between atmospheric processes and the occurrence of frost flowers.

Greetings from the snow showers at the ice edge on behalf of all participants of this cruise,

Yours Peter Lemke
Polarstern, 60°30'S, 52°22'W

On our route north-east along the sea ice margin we visited the position of the first station of our cruise in the Scotia Sea, which we occupied six weeks ago. Measurements of the same physical and biological parameters in the water column revealed that the phytoplankton biomass had increased twelve-fold, and the spring bloom was well developed, whereas six weeks ago typical winter conditions prevailed.

The development of the phytoplankton had a strong impact on the zooplankton. The animals had left their winter quarters at greater depth returning to the highly productive surface layers. Their metabolism increased three-fold, they were eating and the females have started to lay eggs.

The sea ice biologists were also surprised about the well-developed algal biomass in the ice, which was observed during the entire cruise. Record levels of chlorophyll were measured and also the biomass of the meiofauna (small animals living in the brine channels in the ice) was surprisingly high. This underlines that the production-free winters are not as long as we used to imagine. Moreover, sea slugs and small sea gooseberries were found in the ice, which have not been described in detail before.

Because of the prevailing weather conditions our cruise provided us with the rare opportunity to sample sea ice brines directly in the temperature range of -2 to -8.5°C . Collecting direct brine samples is difficult since in warm ice the ice is too porous and simply floods with seawater. In very cold ice the brines simply do not drain into the sampling holes. Therefore the ice temperature range encountered during this cruise probably provided us with the perfect brine sampling conditions. In the coldest brines we measured salinities of up to 130, and such cryogenic brine samples have not been analysed to our knowledge to date. These brine samples will give us valuable information on the physical and biogeochemical conditions, such as temperature, salinity, dissolved gases, inorganic nutrient content and cryogenic mineral precipitation at cold temperatures. For the first time several types of calcium carbonate crystals have been quantitatively analysed and photographically documented. Their role in the carbon cycle at high latitudes is currently an interesting research question in the context of the increase in atmospheric carbon dioxide content and the subsequent global warming.

During our cruise winter sea ice and snow thicknesses have been determined for the first time through extensive flights with helicopter-borne electromagnetic sensors and with a ground-based radar system. The measurements indicate a strong regional variability with mostly thick ice ranging from 0.8 to more than 4 metres. Especially the region of the former Larsen-A ice shelf has been investigated, which was characterised this year by an extensive coastal polynya (an area blown free of ice by strong winds) and by a large sea ice export towards the north, as documented radar satellite images. Investigation of ice cores and snow samples showed that the 1.4 metre thick sea ice produced in the polynya was nearly snow free and consisted mostly of columnar ice, which is in contrast to the current understanding of turbulent ice production in polynyas. Investigations also reveal that even in winter occasional melting conditions occur with subsequent formation of superimposed ice.

Close to the Larsen-A ice shelf, we found indications of active halogen chemistry in the atmosphere leading to an increase of bromine oxide and a simultaneous decrease of ozone and mercury. Similar events were observed at least two more times: in the marginal ice zone and even over the open water of the South Atlantic. However, it appears that during these events the low atmospheric values of ozone and mercury were rather due to medium- or long-range transport of already depleted air. Additionally, we performed for the first time trace gas measurements on board of a helicopter. The vertical profiles of ozone and mercury obtained during these flights support the idea that depleted air can easily be uplifted to higher elevations.

The main goal of our oceanographers was the acquisition of wintertime hydrographic conditions in the north-western Weddell Sea, a key region for the composition and advection of globally relevant, newly formed water masses. Preliminary results indicate that due to poor knowledge of the sea floor topography, in the past the contribution of Philip Passage (west of the South Orkney Islands) to the Weddell Sea outflow might have been overestimated, emphasizing even more the importance of the South Orkney Passage (east of the South Orkney Islands) for the export of deep and bottom waters across the South Scotia Ridge.

The second region of interest was the continental shelf to the east of the Antarctic Peninsula, which is dominated by high spatial variability in shelf water characteristics. High salinity waters (34.59) in the vicinity of the former Larsen A Ice Shelf might feed a very cold bottom layer (-1.55°C) on the continental slope (2500 m) just 80 km further to the north. The comparison

with stations from the central Powell Basin suggests that these cold bottom waters do not contribute to the Weddell Sea outflow across the South Scotia Ridge. A comprehensive analysis of the hydrographic data at home together with the tracer measurements might confirm these preliminary results, which indicate the north-western Weddell Sea to be highly variable in space and time regarding the formation and spreading of freshly ventilated deep and bottom waters.

Except for the deployment of two bottom pressure sensors, our scientific programme is now finished. Early morning on Saturday we passed through the chain of volcanoes of the South-Sandwich Islands, but much to our regret we could not see these beautiful snow covered volcanoes because of dense fog. A few hours later we traversed the last ice fields and are now steaming east-north-east through calm seas. But our meteorologist has predicted two storms for our passage to Cape Town.

Next Sunday morning we will reach port in Cape Town, and our winter expedition comes to an end in the spring air of South Africa. Fifty-one scientists and technicians (including two helicopter pilots) from 11 countries took part in our cruise. We were ably supported by the excellent cooperation of 43 crew and ship staff, so that our program could be carried out with great success.

In the name of all members of the expedition I send greetings from the South Atlantic, bid you farewell from my position as Chief Scientist, and wish you all the best.

Yours Peter Lemke
Polarstern, 54°30'S, 13°11'W