

Wochenbericht Nr. 1 GLOBEC II (ANT XXI/4) FS „Polarstern“ 31. 03. 2004

FS Polarstern verließ Kapstadt pünktlich am Samstag den 27.3.2004 um 20:00 Uhr Ortszeit mit 38 Eingeschiffen aus 7 Nationen und 43 Besatzungsmitgliedern an Bord. Die vorangegangenen Tage waren mit Ladearbeiten ausgefüllt gewesen. Ein sonniger Herbsttag ging zur Neige und wir fuhren bei sternklarem Nachthimmel an dem durch riesige Scheinwerfer angestrahlten Tafelberg vorbei mit Volldampf Richtung Süden. In den ersten Tagen wurden die zahlreichen Kisten ausgepackt, die Dank der effizienten Vorarbeit unserer Logistik am AWI und der umsichtigen Mithilfe der Besatzung an Bord schon in der Nähe der zugewiesenen Bordlaboratorien standen. Beim Aufbau der diversen Instrumente machte sich dann allerdings die lange bis zu 5m hohe Dünung etwas störend bemerkbar und einige der neu Eingeschiffen mussten sich erst an das schaukelnde Umfeld gewöhnen.

Unsere Forschungsfahrt ist Teil des internationalen Programms "Global Ocean Ecosystem Dynamics" (GLOBEC), das den Beziehungen zwischen umhertreibenden marinen Tieren des offenen Wassers (Zooplanktern) und den physikalischen Umweltbedingungen im Meer gewidmet ist. In der Antarktis konzentrieren sich die GLOBEC Forschungen auf den Krill, dessen Bestandsschwankungen, Biologie und Physiologie, sowie die Rolle von Krill im Nahrungsgefüge des eisfreien und eisbedeckten Antarktischen Ozeans. Diese Tiergruppe - die Leuchtgarnele - werden seit Jahrzehnten untersucht und noch immer verbergen sie einige Geheimnisse, z.B. wie sie den langen antarktischen Winter überdauern können. Das Meereis wird sich im Laufe unserer Fahrt allmählich nordwärts ausbreiten, und so werden wir dem Eis nach Süden entgegen fahren, um dort Krill aufzuspüren, der sich gerne zwischen den Eisschollen vor seinen Fraßfeinden den Robben, Walen, Pinguinen und fliegenden Vögeln verbirgt.

Die Warmblüter werden von einem niederländischen Beobachtungsteam (Ornithologen) und einer australischen Gruppe der internationalen Kommission zum Schutz der Wale (IWC) durchgeführt. Die Ornithologen besetzen 2 oben offene Aussichtskabinen auf dem höchsten (Peil-) Deck und führen von Sonnenauf- bis Sonnenuntergang systematische Zählungen durch. Die Beobachterinnen der IWC stehen auf der Brücke und tragen ihre Sichtungen in ein Standardprotokoll ein, dass weltweit verwendet wird.

Unsere Arbeiten sind ebenfalls eingebettet in Langzeituntersuchungen der Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR), einer internationalen Organisation, deren Beitrittsländer (u. a. Deutschland) seit 1982 koordinierte Forschung rund um die Antarktis betreiben, um fischereibiologische Grundlagen für die Überwachung und das Management der antarktischen Ökosysteme zu erarbeiten. Der Wissenschaftsausschuss berät die Mitgliedsländer in diesen Fragen und die Kommission erarbeitet politische Entscheidungen, die einstimmig beschlossen werden müssen, um wirksam zu werden. Über CCMLAR werden wir ausführlich später berichten.

Doch bevor wir mit den Untersuchungen des antarktischen Krills im

Lazarevmeer zwischen 64°-70° Süd und 8°-0° West beginnen, haben wir auf dem Weg nach Süden 4 Stationen für geochemische Arbeiten eingeplant. Am Meeresboden in über 4000 m Wassertiefe sammelt sich das absinkende Planktonmaterial an und wird durch Bodenströme weitertransportiert und umverteilt. Dieses abgesunkene Material lagert sich dann in das Sediment ein und verändert die geochemischen Gradienten im Übergang Wasser- Meeresboden. Bei hohem Eintrag organischen Materials zum Meeresboden, z.B. durch eine absinkende Planktonblüte, sind diese Gradienten besonders ausgeprägt. Am Ende der geochemischen Umwandlung (der Diagenese) des eingebrachten Materials bleiben die schwer abbaubaren Teile erhalten, die die Meeresgeologen aus weit zurückliegenden Zeiten der Erdgeschichte wiederfinden und daraus z. B. das Klimageschehen im Wechsel von Warm- und Kaltzeiten rekonstruieren können.

Die vorangegangene Expedition der Polarstern hatte eine Eisendüngung im Bereich der Polarfront in einem Wasserwirbel erfolgreich durchgeführt, die nicht nur zum Aufbau von Phytoplanktonbiomasse (vorwiegend Diatomeen) führte, sondern in deren Verlauf auf Bakterien und Zooplankter erheblich an Biomasse und Aktivität zunahm. Diese spannende Geschichte wird in den Wochenberichten zu ANT 21\_3 von Victor Smetacek ausführlich erzählt. Am Ende des Eisenexperimentes EIFEX sanken einige Planktondiatomeen dieser Blüte aus den oberen Wasserschichten aus bis in 3800 m Tiefe zum Sediment. Jetzt zwei Wochen später führt uns unsere Fahrtroute durch das Gebiet von EIFEX und wir nutzen die Gelegenheit, nochmals nach dem Schicksal der Planktonblüte zu schauen. Auch die Geochemiker sind sehr daran interessiert, in wieweit und in welchem Umfang in der Zwischenzeit das Phytoplankton zum Meeresboden abgesunken ist.

Ob die Tiere des Zooplanktons sich ebenfalls noch im eisengedüngten Gebiet von EIFEX aufhalten, soll durch akustische Vermessung der oberen Meeresschichten bestimmt werden, indem die Rückstreuung der Ultraschallsignale, die von Polarstern kontinuierlich ausgesendet werden, aufgezeichnet werden. Zusätzlich schleppen wir hinter dem Schiff einen Planktonrecorder, ein torpedoförmiges Gerät mit einem Wassereinlass vorne, das den eindringenden Wasserstrahl zwischen zwei Planktongazebändern filtrierte. Die beiden Gazebänder werden kontinuierlich aufgewickelt und wie ein Film in einer Kassette konserviert. Die Gaze wird später entrollt und das filtrierte Plankton der Schleppstrecke zugeordnet. Seit über 60 Jahren werden solche Planktonrecorder hinter Linienschiffen im Nordatlantik eingesetzt und die klimatisch bedingten Änderungen in der Zusammensetzung des Zooplanktons wurden so nachgewiesen. Für Polarstern ist dies eine erstmalige Angelegenheit, aber wir planen die Route Kapstadt – Neumayer in ein die Antarktis umspannendes Messnetz der Zooplanktonverteilung einzubeziehen.

Einige Gruppen an Bord warten ungeduldig auf ihren ersten Einsatz, der erst im Hauptuntersuchungsgebiet – dem Lazarevmeer – erfolgen wird. Die Anreise dorthin wird noch mehrere Tage dauern und uns langsam tiefere Temperaturen als die derzeitigen +7 Grad bescheren. Wir hoffen, dass die heftigen

Windegeschwindigkeiten um Stärke 8 und die hohen Dünung mit über 6 Metern Wellenhöhe bald abnehmen. Zumindest die Besatzung tut wieder ihr Möglichstes, unser Leben an Bord so angenehm wie möglich zu gestalten. Das Essen ist abwechslungsreich, köstlich mit viel Gemüse und Früchten bereichert und wird liebevoll zubereitet und serviert. Aber wir vergessen nicht, dass wir auf dem Weg durch eines der stürmischsten Gebiete und auf dem Weg zu einem der kältesten Ozeangebiete der Erde sind. Bald werden wir die Schwelle zur Antarktis überqueren.

Mit herzlichen Grüßen von allen Fahrtteilnehmerinnen und Fahrtteilnehmern,  
Uli Bathmann

Biologische Vorgänge in der lichtdurchfluteten Schicht des Ozeans hinterlassen oft ihre Spuren in tieferen Wasserschichten oder am Meeresboden. Im vorigen Wochenbericht haben wir das Eisendüngungsexperiment EIFEX in einem Ozeanwirbel in der Polarfront erwähnt. Die erneute Probenahme in diesem Wirbel und in den darunter liegenden Sedimenten des Meeresbodens bestätigte das bisherige Bild. Die Phytoplanktonblüte im Wirbel war verschwunden; von einstmal fast 3 µg Chlorophyll pro Liter Oberflächenwasser war nur noch ein Sechstel übriggeblieben. Um zu prüfen, ob das fehlende organische Material abgesunken war, haben unsere physikalischen Ozeanographen an Bord mit ihrer CTD ein Profil durch die Wassersäule bis kurz über den Boden vermessen. Die CTD besteht aus Leitfähigkeits- (engl. Conductivity), Druck- und Temperatursonden, die kontinuierlich ihre Daten an einen Rechner im Messlabor senden, während das Gerät mit 1 m pro Sekunde in die Tiefe gefiert wird. Das zusätzliche Fluorometer liefert Hinweise über die Menge des Algenpigments Chlorophyll und die Trübungssonde registriert die Lichtschwächung durch absorbierende Partikel (z.B. Algenzellen, Zooplankton, Partikel aller Art) in einem 25 cm langen und wenige Millimeter starken Lichtkanal. Die CTD ist weiterhin mit 24 Sammelflaschen von 11 Litern Fassungsvermögen ausgestattet, die jeweils einzeln in gewünschten Tiefen geschlossen werden. Die gewonnenen Wasserproben werden später im Labor auf ihren Gehalt an Pflanzennährstoffen Nitrat, Phosphat und Silikat, Chlorophyll und Sauerstoffgehalt analysiert, die Menge und Artenzusammensetzung des Planktons wird bestimmt, sowie die Menge des gesamten partikulären organischen Materials. Das Tiefenprofil an der EIFEX Station war noch deutlich ausgeprägt durch markante Trübungssignale, die uns anzeigten, dass partikuläres Material immer noch durch die Wassersäule bis in Bodennähe in 3960 m absank. Auch die 150 m mächtige, bodennahe Trübungszone war noch ebenso deutlich ausgeprägt, wie die vorherige Expedition sie vor über 2 Wochen verlassen hatten. Das Absinken der Planktonblüte an der Polarfront war demnach noch in vollem Gange.

Die geochemische Arbeitsgruppe an Bord hatte nicht zu hoffen gewagt, dass sie ein solches Sedimentationsereignis zeitnah vermessen können würde. Umso emsiger begannen die umfangreichen technischen Vorbereitungen, um die komplexen Messsysteme für ihren Einsatz vorzubereiten. Die geochemischen Reaktionen auf den Eintrag frischen Planktonmaterials finden in den obersten Millimetern und Zentimetern des Sedimentes statt. Sobald auf den Tiefseeboden, der sonst arm an organischen Kohlenstoff-, Stickstoff und Phosphorverbindungen ist, frisches Planktonmaterial auftrifft, erhöhen sich die Umsatzraten der Bodenfauna, die sich vor allem aus Bakterien, Einzellern und niederen Tiergruppen (z.B. Röhrenwürmern) zusammensetzt. Dadurch wird u.a. Sauerstoff verbraucht und der pH Wert sowie die Nährsalzkonzentrationen im Boden ändern sich. Je aktivier die Bodenfauna auf Eintragsereignisse reagiert, desto stärker werden die Änderungen der Messwerte je Tiefenstufe. Im Umkehrschluss gibt der Tiefenverlauf dieser Parameter im Sediment Aufschluss über die Intensität der entsprechenden Umsatzraten.

Angepasst an die Notwendigkeit, die Messungen an einer durch das Probenahmegerät selbst nicht gestörten Sedimentoberfläche durchzuführen, kamen mehrere speziell hierfür entwickelte Geräte zum Einsatz. Der Lander sieht einer Mondlandefähre nicht unähnlich, mit drei ausladenden, eisenbeschwerten Füßen und einer zentralen Sondeneinheit, die mit Mikrosensoren, millimeterdünnen Glaskapillaren, bestückt ist. Diese Sensoren mit 0,025 mm spitzen Messköpfen erlauben es, auch winzige Sauerstoff- und pH-Änderungen mit hoher vertikaler Auflösung zu messen. Der Lander wird frei schwebend von Bord aus in das Wasser gesetzt und dann ausgeklinkt. Durch das Eigengewicht sinkt das Gerät mit ca. 1 Meter pro Sekunde zum Meeresboden. Nach einer Ruhezeit von ca. 30 Minuten am Boden, während der die durch die Landebeine aufgewirbelte Sedimentwolke weggedriftet ist, setzen dann zeitgeschaltet mehrere Vorgänge ein: Die Mikrosensoren werden über einen Schrittmotor, der eine Gewindestange dreht, langsam abgesenkt und die Messwerte werden in Tiefenstufen von 0,5 mm aufgezeichnet. Daneben werden der Salzgehalt des Bodenwassers sowie der Porengehalt des Sedimentes bestimmt. Die Strömungsrichtung und -geschwindigkeit wird gemessen, um später Vermischungsprozesse zu rekonstruieren. Nachdem noch eine Bodenwasserprobe genommen wurde, wird der Ballast des Landers durch einen akustischen Impuls ausgeklinkt. Durch die 16 hohlen Auftriebskörper aus druckfestem Glas angetrieben, steigt der Lander wieder an die Meeresoberfläche, wo er ein Radiosignal und eine GPS-Positionsangabe aussendet und nachts zusätzlich durch ein Blitzlicht seine Position mitteilt.

Während der 6 Stunden Verweilzeit am Meeresboden wurden jeweils zwei weitere geo-chemische Messgeräte eingesetzt, der Multicorer (MUC) und der Bodenwasserschöpfer (BWS). Der Multicorer sieht aus wie eine überdimensionale Meeresspinne mit 8 langen Stelzenfüßen. Der Mittelkörper besteht aus Bleiplatten unter denen 8 Plexiglasröhren senkrecht nach unten zeigen. Am Windendraht zum Meeresboden gefiert, setzen die Stelzen so auf, dass im Mittelbereich des MUC die Sedimentoberfläche nicht verwirbelt wird. Durch eine hydraulische Dämpfung verlangsamt, drücken die Bleigewichte die Plexiglasröhren dann stetig ca. 30 cm tief in das Sediment. Wird der MUC am Seil wieder gehievt, klappen Verschlussdeckel zu und verhindern damit ein Ausrutschen des Sediments nach unten und einen Austausch des dem Sediment übergeschichteten Wassers nach oben. Der BWS wird ebenfalls am Tiefseedraht gefahren und für 10 Minuten auf den Meeresboden abgesetzt. Eine Zeitautomatik hält die Wassersammelflaschen noch einige weitere Minuten offen, damit ungestörtes Bodenwasser aus Schichten von 20 cm bis 2 m über Grund die Flaschen durchströmen kann, bevor der BWS zügig an Deck geholt wird. Die Wasserproben aus dem BWS werden auf ihren Gehalt an Sauerstoff und Nährstoffen analysiert. Die Sedimentkerne werden in Tiefensegmente unterteilt, aus denen Porenwasser gewonnen wird, dessen Nährstoffkonzentrationen Rückschlüsse auf Stoffumsätze im Meeresboden zulassen. Zeitreihen von Sauerstoffmikroprofilen über mehrere Tage zeigen, wie schnell das eingelagerte organische Material zersetzt wird.

Von den bisher 4 erfolgreichen Geochemiestationen haben wir eine im Gebiet von EIFEX und eine 30 Seemeilen weiter südlich durchgeführt. Wie anhand der CTD Profile zu vermuten, waren auf diesen beiden Stationen auf und im Sediment deutliche Hinweise auf abgesunkenes Planktonmaterial zu erkennen. Ein milchiger Fluff bedeckte die Sedimentoberfläche, die sich unter dem Mikroskop als Reste von Diatomeen und anderen Einzellern des Planktons herausstellte. Da an beiden Stationen der Sauerstoffgehalt unmittelbar unter der Sedimentoberfläche steil abfiel, und auch die pH-Werte in den obersten Millimetern deutlich geringer wurden, vermuten wir, dass das Absinken der EIFEX Planktonblüte zeitnah mit dem Absinken anderer Planktonblüten an der Polarfront stattfand. Jetzt im Südherbst endet die natürliche Wachstumszeit des Jahres für viele Organismen im Phytoplankton; ein großräumiges Absinken setzt ein. Das Ende der EIFEX Blüte hat diese Massensedimentation zwar nur geringfügig erhöht. Es wurde aber durch die Eisenzugabe zusätzliche Phytoplanktonbiomasse aufgebaut, von der ein Grossteil gleich vom Zooplankton weggefressen wurde, aber von der auch ein noch zu bestimmender Anteil abgesunken ist. Auf dem Weg aus dem Krillforschungsgebiet zurück nach Kapstadt, werden wir in der Polarfront nochmals Station machen, um das weitere Schicksal des eingetragenen organischen Materials im Tiefseesediment zu verfolgen.

Vor ein paar Tagen haben wir die Antarktis mit dem Überqueren von 60°Südpolarformal erreicht und mit der Krillfischerei begonnen, die sich bisher als mäßig ertragreich erwiesen hat. Doch davon mehr in unserem nächsten Wochenbericht.

Frohes Osterfest wünschen wir den Lieben daheim, von einer eifrig fischenden Polarstern.

Uli Bathmann

Den Weg nach Süden in die Lazarevsee haben wir genutzt, unsere Geräte für den Krillfang und die weiteren begleitenden Untersuchungen vorzubereiten und zu testen. Am 7.4. um 6 Uhr war die erste der 77 Stationen erreicht, die auf 4 Transekten in 20 Seemeilen Abstand senkrecht zum kontinentalen antarktischen Eisschelf liegen. Es begann ein Routineprogramm sich regelmäßig abwechselnder Sammelgeräte pro Station, erst ein großes Fangnetz für Krill, das RMT (rectangular midwater trawl), dann die CTD, und abschließend ein vertikal fangendes Planktonnetz – das Bongonetz. Das bedeutet eine Arbeitszeit von ca. 2 Stunden pro Station, die in 2 Stunden Abstand aufeinander folgen. An manchen Stationen werden noch ein weiteres Plankton-Multi-netz und das speziell unter dem Eis fangende SUIT (surface under ice trawl) eingesetzt. Für 21 Tage in Folge werden wir jetzt in diesem Stil rund um die Uhr arbeiten.

Das Hauptobjekt unserer Forschung während der Expedition ist Antarktischer Krill (*Euphausia superba*). Das Wort Krill kommt aus dem norwegischen und bedeutet frei übersetzt. "Was der Wal frisst". Damit sind in weiterem Sinne Ruderfußkrebse, die Leuchtgarnelen (*Euphausia-cean*), zu denen unser Krill gehört, und andere schwimmende Krebstiere gemeint. In der Antarktis gibt es 6 Arten von Leuchtgarnelen, von denen 5 in unserem Untersuchungsgebiet - der Lazarev-see - vorkommen. Wir verwenden den Begriff Krill im engeren Sinne und nur für die größte Art der Leuchtgarnelen (*E. superba*), die in Anzahl und Biomasse die anderen Arten weit übertrifft.

Um die Antarktis sind einige Zentren verstärkten Krillvorkommens seit ca. 1930 bekannt und werden seit ca. 35 Jahren regelmäßig und intensiv untersucht. Zu diesen räumlich eng begrenzten geographischen Regionen um die Antarktis gehören die Gewässer um den nördlichen Bereich der Antarktischen Halbinsel (Scotia See), um South Georgia und Elefant Island und um die South Shetland Inseln und die Bellingshausensee. Hier wird Krill seit ca. 30 Jahren von den Fangflotten aus der Ukraine (ehemals UdSSR), Japan, und in steigendem Maße auch aus anderen Nationen (u.a. Korea, Polen, USA) mit derzeit rund 120.000 Tonnen pro Jahr gefangen und vor allem zu Konsumzwecken, als Futtermittel in der Aquakultur und im Aquariumshandel und in der Sportfischerei verarbeitet. Daneben werden Krillprodukte in Zukunft sicher stärker in der veredelnden Industrie verarbeitet zu Chitin-Chitosan, pharmazeutischen Ölen, zu speziellen Fetten, dem roten Farbstoff Astaxanhin und zu anderen pharmazeutischen, chemischen, medizinischen und kosmetischen Produkten. Die Krillfangmengen waren schon einmal deutlich höher als heute, als zwischen 1978 und 1993 die sowjetische Flotte alleine jährlich 300 - 400 Tausend Tonnen Krill fing. Diese Fangmengen liegen noch weit unterhalb der Fangquoten, die die Übereinkunft zum Schutz antarktischer lebender Rohstoffe (CCAMLR) festgelegt hat. Hiernach dürften im atlantischen Sektor bis zu 4 Millionen Tonnen Krill jährlich gefangen werden, allerdings nur unter strikten Auflagen.

Weitere Gebiete, in denen Krill häufig ist, sind das Rossmeer im

pazifischen und die Prydz Bay im indischen Sektor der Antarktis. Wir nehmen an, dass die Krillpopulationen all dieser Gebiete sich mischen, dass Krill also zirkumpolar verbreitet ist. Eindeutige (genetische) Beweise für diese These stehen noch aus und daher konservieren wir Tiere für molekulargenetische Untersuchungen, die im Vergleich mit denen von Krill anderer Gebiete Hinweise über die Vermischung der Krillbestände zwischen antarktischen Regionen liefern sollen.

Krill nimmt im Ökosystem des antarktischen Ozeans eine Schlüsselstellung ein, da er eine bedeutende Nahrungsgrundlage für eine Vielzahl von Warmblütern wie Wale, Robben, Pinguine und Seevögel ist. Auch das Nahrungsspektrum von Krill ist weit gefächert; neben zahlreichen Organismen aus dem Wasser (Plankton) frisst Krill Eisorganismen. Krill kann bis zu 7 Jahre alt und 50 bis maximal 63 mm lang werden. Eine Längenzunahme von Krill erfolgt nur in den wenigen Sommermonaten. Die Geschlechtsreife wird nach etwa 3 Jahren erreicht, was den Tieren bis 4 Laichperioden im Laufe ihres Lebens ermöglicht, und der Bestand somit mehrere ungünstige Jahre überbrücken kann. Untersuchungen an der Antarktischen Halbinsel zeigten, dass gute Krilljahre solche mit einer umfangreichen Meereisausdehnung sind, und umgekehrt. Aus den Standardfängen des RMT, eines 8 m<sup>2</sup> großen mit 2 Knoten geschleppten Netzes, das innerhalb von ca. 40 Minuten auf 200m Wassertiefe ab- und auftaucht, wird die Zusammensetzung des Krillbestandes der jeweiligen Station nach Entwicklungsstadium, Geschlecht und Reifegrad im Labor unter dem Stereomikroskop ermittelt. Hieraus werden populationsdynamische Kenngrößen wie die Verteilung von Krill, die Altersstruktur einer Population und den Laichzustand bestimmt. Durch ähnliche Datensätze weiterer Expeditionen in anderen Jahren und Jahreszeiten kann dann auf die Produktion an Krillbiomasse im Gebiet geschlossen werden.

Frühere Expeditionen mit Kameras an autonomen und ferngesteuerten Untereisfahrzeugen übermittelten Bilder von dichten Krillansammlungen unter und zwischen den aufgetürmten Meereisschollen, die die Vermutung nahe legen, dass Krill im Meereis Schutz vor seinen Fressfeinden findet bei gleichzeitig hohem Nahrungsangebot durch die Untereisalgen. Im Übergangsbereich vom offenen Ozean zur geschlossenen Meereisdecke, der Meereisrandzone (engl. Marginal Ice Zone MIZ), haben unsere Wal- und Vogelbeobachter hohe Konzentrationen an marinen Wirbeltieren, die sich zumindest teilweise von Krill ernähren, gezählt. Doch davon und dem Untereisnetz SUIT mehr in einem weiteren Wochenbericht.

Die sich durch die Evolution herausgebildete langsame Entwicklungs- und lange Lebensdauer gibt dem Krill offenbar einige Vorteile für das Überleben der Art in der Antarktis. Mehrere Jahre mit ungünstigen Aufwuchs- und Lebensbedingungen schaden dem Fortbestand der Population nicht. Diese Strategie baut darauf auf, dass zumindest alle 4-5 Jahre ein gutes "Krilljahr" mit hohem Eisaufkommen und großer Planktonbiomasse vorkommt. Falls diese These stimmt, stellt die Strategie von Krill dessen Larven allerdings vor ein großes Problem.



Krilllarven müssen im Gegensatz zu den hungerfähigen, ausgewachsenen Adulten, ständig Nahrung aufnehmen. Ihre Hungerfähigkeit ist begrenzt und wird an Bord in den temperaturkontrollierten Laborcontainern für die verschiedenen Larvenstadien des Krills durch Langzeitversuche ermittelt. Die Larven müssen also schonend gefangen werden. Hierfür bietet sich das vertikal gezogene Bongonetz an, zwei mit 0,2 mm feiner Gaze ausgestattete 4 m lange Netze, die wie das den Namen gebende Musikinstrument in einem Doppelrahmen aufgehängt sind. Aus dem Fang werden Krilllarven nach Entwicklungsstadien zu Gruppen von mehreren Hundert Individuen aussortiert, um deren Fitness mittels Stoffwechselraten, Wachstumsexperimenten und enzymatischen Analysen zu ermitteln. Wir möchten erfahren, wie oft und wie viel Krilllarven auch im Herbst und später im Winter fressen müssen, um bis zum Frühjahr zu überleben.

Am Karfreitag fuhr Polarstern in den Meereisgürtel, der uns mit Pfannkucheneis und Sonnenschein begrüßte. Diese typischen, anfänglich einzeln treibenden, 1 m<sup>2</sup> großen, runden Eisschollen erhalten ihre Form durch das Aneinanderreiben in der langsam schwächer werdenden Dünung. Nach und nach durchzog Polarstern mit immer noch knapp 10 Knoten das sich stetig durch Zusammenfrieren einzelner Schollen verdichtende Eisfeld, in dem immer häufiger die kamerabewehrten Beobachter auf der Brücke Seehunde und Seeleoparden ablichteten. In der Nacht zum Ostersonntag durchquerten wir einen Eisbergparkplatz und erreichten die 40m hohe Schelfeiskante, von der wir uns im glühenden Morgenrot des Ostermontags nordwärts fahrend verabschiedeten. Dieser unvergesslich schöne Eindruck war das Geschenk zu Ostern, an dem unsere Arbeit weiterlief. Eine Abfolge festlicher zubereiteter und dekorativ servierter, köstlicher Gerichte aus aller Welt machte die Ostertage zudem zum kulinarischen Highlight der Reise.

Mit besten Grüßen von einem in den Alltag zurückgekehrten Schiff, dem weitere 2 Wochen intensiver Krillforschung bevorstehen.  
Uli Bathmann

Einige Forschungsaktivitäten in der Antarktis sind auch heute, im Zeitalter moderner Satelliteninformationssysteme und elektronischer Messgeräte immer noch mit hohem Risiko behaftet. Das gilt auch für unsere Fahrt und ganz besonders für das Fangen von Krill, Zooplanktern und Fischen in unmittelbarer Nähe vom Meereis. Im letzten Wochenbericht habe ich erwähnt, dass Krill unter dem Meereis Schutz vor Räubern und gute Nahrungsgründe findet. In den 80er Jahren haben Video- und Fotoaufnahmen, die von ferngesteuerten Untereisfahrzeugen aufgenommen wurden, dichte Krillansammlungen zwischen Eisschollen dokumentiert. Und im letzten Jahr hat ein unbemanntes, britisches Mini-U-Boot durch Echolotaufzeichnungen direkt unter dem Eis nachgewiesen, dass sich speziell in der Eisrandzone häufiger dichte Krillschwärme aufhalten, im Gegensatz zum offen Wasser oder in Gebieten mit vollständiger Eisbedeckung. Bisher gab es jedoch kein Schleppnetz, mit dem diese Untereisbiota quantitativ gefangen werden konnte.

Das holländische Forscherteam an Bord hat ein Schleppnetz konstruiert, das unter den Eisschollen durchgezogen wird und die Organismen der Eisunterseite einfängt. Die Herausforderungen an solch ein Netz sind vielseitig und gewaltig. Der 2,5 mal 2,5 m große und 4 m tiefe kastenförmige Netzrahmen besteht aus 9 cm starken Stahlrohren, auf die zusätzliche Verstärkungsleisten aufgeschweißt sind. An der vorderen Oberkante helfen 4 Autoreifen beim Untertauchen und Entlangfahren unter Eisschollen. Die Seitenwände des Rahmens werden durch dichtes Netzgewebe abgeschlossen und der Deckel kann nach hinten aufklappen, um eingefangenen Eisschollen den Wiederaustritt zu ermöglichen. Auftriebskörper von 270 Litern Luftvolumen halten den eine Tonne schweren Koloss an der Wasseroberfläche. Die eingefangenen größeren Schollen werden im Netzrahmen an armdicken stählernen Abweisern nach oben gegen den Deckel und dann nach Außen gedrückt. Hinter den Abweisern ist das eigentliche feinmaschige, empfindliche 14 m lange Netz angeknüpft, dass von einem großmaschigen, robusten Netz umhüllt wird. Durch den seitlich montierten Hahnepot schert die Seitenwand, unterstützt durch ein weiteres Scherbrett, das mit ca. 2 Knoten geschleppte Netz in einem Winkel von ca. 30° seitlich vom Schiff weg. Dadurch fährt und fängt das Netz nicht in sondern neben der durch Polarstern ins Eis gebrochenen Fahrrinne. Nach mehrmaligen vergeblichen Versuchen ist es den vereinten Kräften von Mannschaft und Wissenschaft zu verdanken, diesen Prototyp unter das Eis zu manövrieren. Dabei war es notwendig, mit einem zusätzlichen 800 kg Bleigewicht die 18 mm Schlepptrosse unmittelbar hinter dem Schiff soweit unter Wasser zu drücken, dass sie unter den bis zu 2 m dicken Eisschollen ohne anzuhaken zum 100 m entfernten Netz lief.

In bisher 19 Einsätzen (davon 7 unter dem Eis), die zu allen Tageszeiten durchgeführt wurden, erbrachten die Fänge zwischen 10 und 1000 Gramm Biomasse pro 25 Minuten Fangzeit, wobei die Fänge zwischen 22 und 04 Uhr am ergiebigsten waren. Vor allem Krill war neben Staatsquallen, Copepoden,

Salpen und Fischlarven in den oberen 2 Metern des Ozeans anzutreffen, wo sie die potentielle Nahrungsquelle von nachts fressenden Sturmvögeln (petrels) sind. Einige Fänge erbrachten aber tonnenweise anderes Material, nämlich Eis. Vor allem dicht an der Schelfeiskante, wo Temperaturen nahe dem Gefrierpunkt von  $-1,86^{\circ}\text{C}$  bis in mehrere Hundert Meter Wassertiefe gemessen wurden, fing das Netz so genanntes Plättcheneis. Hierbei handelt es sich um hauchdünne bis 1 cm Durchmesser kleine Eisplättchen, die sich dann im tieferen Wasser bilden, wenn dieses schon den Gefrierpunkt erreicht hat und sich beim Aufstieg weiter abkühlt. In der kältesten Nacht der Expedition haben wir bei minus  $20^{\circ}\text{C}$  Lufttemperatur ca. 10 Tonnen Plättcheneis über das Achterdeck ausgebreitet, nicht ohne vorher eine gute Stunde lang mit bis zu drei Hebwinden gleichzeitig den Netzbeutel möglichst unbeschädigt aus dem Wasser heraus 6 m hoch an Deck zu hieven. Der bei diesen Temperaturunterschieden über der freien Wasserfläche aufsteigende Seerauch und die hauchdünne, oben offene am Horizont aufsteigende Mondsichel boten ein würdiges Panorama für die harmonisch ineinander greifende schwere Arbeit der 8 Personen, die für den erfolgreichen Einsatz des von allen meist liebevoll "Kampfwagen" genannten Netzes notwendig sind.

POLARSTERN ist mit einem akustischen Messsystem ausgestattet, das das Zooplankton und den Krill während der Fahrt bis in mehrere Hundert Meter Wassertiefe erfassen kann. Dabei wird ein eng gebündelter Schall geringer Intensität senkrecht nach unten abgestrahlt und das Echo der unter dem Schiff vorbeistreifenden Plankter passiv aufgefangen. Jede Gruppe des Zooplanktons führt charakteristische vertikale Wanderbewegungen aus, die von der Tages- und der Jahreszeit bestimmt werden, sowie von physikalischen (z.B. Temperatur, Wassermassenverteilung) und biologischen (Anwesenheit von Nahrung, Räubern, Reproduktionsverhalten) Gegebenheiten. Mit der Unterwasserakustik wollen wir nicht nur dieses Wanderverhalten erfassen, sondern auch die Bestände (Biomassen) der einzelnen Zooplanktongruppen und Entwicklungsstadien des Krill abschätzen, um die Biologie der Nahrungsorganismen für Wale, Robben, Pinguine und fliegende Vögel besser zu verstehen. Viele dieser Tiere fressen überwiegend nachts, wenn die Nahrungsorganismen nahe zur Wasseroberfläche kommen. Leider wurde uns aus Walschutzgründen (!) diese auch für den Artenschutz wichtige Grundlagenforschung nur während des kurzen Lichttages und nur außerhalb der besonders nahrungsreichen Eisgebiete und in Abwesenheit von Wirbeltieren erlaubt, eine Kombination von Faktoren, die unsere Forschung in "ozeanische Wüsten" verbannt und für nur ca. 15% der gesamten Forschungszeit überhaupt gestattet. Das so gewonnene, dünne und lückenhafte Datenpaket lässt sich wahrscheinlich leider nicht eigenständig publizieren.

In den Fängen der verschiedenen Netze fanden sich auch zahlreiche Fische und deren Larven und Salpen. Vor allem die Leuchtsardinen (Myctophiden) kommen oft mit ihrer potentiellen Nahrung den Krilllarven gemeinsam vor, wandern vor allem nachts bis zur Meeresoberfläche, wo fast überall in der Lazarevsee die Myctophidenlarven anzutreffen waren. Die Larven des antarktischen Silberfisches *Pleurogramma* konzentrierten sich auf die kalten

Gewässer des ca. 100km breiten, dem Antarktischen Eisschelf vorgelagerten Küstenstroms. Überraschenderweise fanden sich in dem minus 1,86 Grad kalten Wasser des Küstenstroms auch die höchsten Salpenansammlungen der Expedition. Salpen sind 2-5 cm lange Manteltiere, deren Atmungs- und Ernährungsvorgang kombiniert sind, indem sie Wasser durch die Mantelhöhle an den Kiemen vorbei pumpen und dabei bis zu 0,005 mm kleine Partikel herausfiltrieren. Nach bisherigen Informationen sollen Salpen die wärmeren Gewässer des Weddellwirbels besiedeln und die kälteren Gebiete meiden. Noch werten wir die weiteren Daten aus, um diesen erstaunlichen, nicht erwarteten Befund zu deuten.

Leider wurde durch den mechanischen Ausfall der Einleiterwinde mit dem elektrischen 18mm Kabel die Arbeit mit dem Mehrfach-RMT unmöglich; das Standard-RMT muss jetzt ohne Tiefeninformation gefahren werden.

Am letzten sonnigen Tag im Treibeis und umgeben von skurril geformten Eisbergen nutzten wir einen Stopp von Polarstern an einer dicken Meereisscholle, deren weitere Drift durch das Weddellmeer über einen aufgestellten Satellitensender von Bremerhaven aus verfolgt werden wird, für ein Gruppenfoto aller Fahrtteilnehmer vor dem Hintergrund eines türkisblau glänzenden Tafeleisbergs mit großem eingelassenen Torbogen. Viele weitere Eismotive von diesem Tag sind auf den Serverplatten im Intranet von Polarstern anzuschauen und sicher auch auf zahllosen Dias für eine schöne Erinnerung an die Antarktis gebannt.

Noch hält uns die Antarktis mit Schneeschauern im kalten Griff, aber die Gedanken und der Kurs sind schon nach Norden in Richtung Heimat gesteckt.  
Bis bald  
Uli Bathmann

Die Krillexpedition Herbst im Lazarevmeer nähert sich ihrem Ende. Durch die stabile Hochdruckwetterlage mit südlichen Winden um Stärke 5 begünstigt, haben wir das geplante Krill-Programm erfolgreich abschließen und nach Norden erweitern können, sodass im Lazarevmeer insgesamt 184 Netzfänge auf 93 Stationen durchgeführt werden konnten. Obwohl viele der gesammelten Proben erst noch in den Heimatinstituten analysiert werden müssen, liegt schon jetzt ein umfangreicher Datensatz mit vielen neuen Erkenntnissen vor:

Im April 2004 war die Laichzeit des Krills im Lazarevmeer bereits abgeschlossen und seine Physiologie hatte sich auf den Herbst eingestellt. Die Tiere befanden sich also in der Übergangsphase vom aktiven Sommerzustand zum reduzierten Wintermetabolismus. Der relativ hohe Sauerstoffverbrauch der Larven und Juvenilen, ein Maß u. a. für deren Aktivität, deutet an, dass die frisch gefangenen Tiere gut genährt waren. Die Adulten dagegen hatten ihre Tagesrationen in Abhängigkeit vom verfügbaren Nahrungsangebot auf wenige Prozent ihres Körperkohlenstoffs reduziert und nahmen damit deutlich weniger als die sommerlichen 30% ihres Eigengewichtes pro Tag auf. Die Nahrung von Krill bestand zu 2/3 aus Phyto- und zu 1/3 aus Mikrozooplankton. Wodurch die Reduktion des Stoffwechsels und der Fressaktivitäten in den Wintermonaten ausgelöst wird, ist noch unklar und wird anhand von eingefrorenem Probenmaterial mittels enzymatischer Analysen im Institut untersucht. Wachstumsexperimente mit verschiedenen Larvenstadien haben ergeben, dass die Larven sehr fit waren und ihre Sterblichkeit < 2% war. Wir vermuten, dass die Larven in erster Linie Eisalgen für ihren Energiebedarf nutzen. Es ist bisher noch nicht geklärt, welche Rolle das Mikrozooplankton als Nahrungsquelle für die Larven darstellt. In ersten Experimenten hierzu zeigte sich, dass der Anteil dieser Nahrungsquelle mit zunehmendem Larvenalter ansteigt. Die Larvenstadien geben uns in vieler Hinsicht Rätsel auf. Sie haben im Gegensatz zu den adulten Tieren keine Fettreserven um lange Hungerperioden zu überstehen und keine Mechanismen, wie die Reduktion des Stoffwechsels, um Energie zu sparen. Trotzdem entwickeln sie sich über die widrige Jahreszeit des Winters bis zum juvenilen Tier im kommenden Frühjahr. Wie die einzelnen Entwicklungsstadien den antarktischen Winter überstehen, kann nur durch gezielte Untersuchungen zum Energiehaushalt in den einzelnen Jahreszeiten geklärt werden. Das tiefgefrorene, umfangreiche Probenmaterial zur Analyse der biochemisch und pharmazeutisch interessanten Bestandteile des Krills füllt unsere -80°C Tiefkühltruhen, um dann in den Heimatlaboratorien aufgearbeitet zu werden.

Die Krillbestände im Lazarevmeer konzentrierten sich auf zwei Gebiete, auf die Nordoststecke zwischen 61°S und 64°S und auf die Eisrandzone zwischen 67°S und 69°S, in der auch die größten Tiere mit bis zu 54 mm Körperlänge und einem Alter über 3 Jahre gefangen wurden. Der Krill im Norden ist deutlich kleiner, jünger und war noch nicht laichfähig. Den so genannten Eiskrill haben wir nur nahe des Schelfeises gefangen. Mit dem Echolot wurde

die Krillverteilung großräumig und erstmals bis in 600m Wassertiefe erfasst. Wie aus den Netzfängen zu vermuten, waren die Krillschwärme relativ klein und zeigten ein ausgeprägtes Muster in der täglichen Vertikalwanderung. Jugendliche Tiere der Altersgruppe 1, die auch als Rekruten bezeichnet werden, waren so gut wie nicht nachweisbar. Nur auf einer Station im Norden wurden größere Mengen dieser Altersgruppe gefangen, ein Indiz, dass der Fortpflanzungserfolg des Krill-Bestandes im letzten Jahr nicht sehr hoch gewesen sein kann. Die Anzahl an sehr jungen Krilllarven – Tiere aus diesem Südsommer – war dagegen erstaunlich hoch, zumal die Larven im Gegensatz zu den erwachsenen Tieren ständig Nahrung aufnehmen müssen, die für die Tiere im Herbst und Winter immer schwieriger zu finden ist. Da das Ablaichen offenbar relativ spät erfolgte, sind die Überlebenschancen auch dieses neuen Krilljahrganges möglicherweise nicht besonders gut, obwohl die Larven zu Zeit unserer Expedition noch sehr fit waren. Krilllarven im Alter von 30 bis 60 Tagen waren im zentralen Teil des Untersuchungsgebietes (65-67°S) am zahlreichsten, eine neue Erkenntnis, die den bisher publizierten Verteilungsmustern von Larven über dem Kontinentalschelf entgegensteht. Der Vergleich mit Strömungsmustern im Untersuchungsgebiet soll diese Diskrepanz zwischen Laicherbestand und der Verbreitung des Nachwuchses aufklären helfen. Ob der Krillbestand sich genetisch mit den stark befischten Beständen an der Antarktischen Halbinsel austauscht, wird erst aus den entsprechenden Analysen in Laboren der beteiligten Institute abzuleiten sein.

Mit einem neuen Untereis-Netzschlitten wurde bestätigt, dass sich Krilllarven unter den ausgedehnten Feldern von Eisschollen versammelt, die ihm Nahrung in Form von Eisalgen bieten und in deren Zwischenräumen er sich vor den Räubern verstecken kann. Allerdings zeigten die sehr unterschiedlich ergiebigen Fänge mit diesem Netz, das im offenen Wasser nur die oberste 2m Schicht befischte, dass der Krill nachts bis zur Meeresoberfläche kommt und dort in dichten, lokal sehr begrenzten Schwärmen auftritt. Ein Fang erbrachte 30 kg Krill, während sonst durchschnittlich 10-1000 Gramm pro Einsatz gefangen wurden. Offenbar finden die Seevögel diese lokal begrenzten Krillansammlungen, denn in den Mägen dieser nicht tief tauchenden Vögel, die sich durch die Scheinwerfer angezogen auf das Schiff verirrt hatten, fanden sich neben Krill auch Fische und Tintenfische, die ihrerseits unseren Netzen ausgewichen waren. Neben Krill fanden sich in eisbedeckten Gebieten auch zahlreiche Fischlarven mehrerer Arten und Manteltiere (Salpen), die für wärmere nördlichere Gewässer charakteristisch sind. In wieweit hierfür geänderte Strömungsmuster im Wassermassentransport oder gar klimatisch bedingte Änderungen verantwortlich sind, ist noch nicht geklärt.

Das Zooplankton (Ruderfußkrebse, Manteltiere, Pfeil- und Ringelwürmer, Flohkrebse, Flügelschnecken und Quallen) war im zentralen Lazarevmeer auf die oberen 100m konzentriert. Ruderfußkrebse (Copepoden) dominierten in Anzahl und oft die Biomasse. Während ober-flächennah vor allem Copepoden unter 2mm Körperlänge vorkamen, hatte sich die 4mm große Art *Calanoides acutus* schon in 500-1000m Wassertiefe in seine Winterruhe begeben. Eine

weitere große Copepodenart *Calanus propinquus* bleibt den Winter –ausgestattet mit speziellen Speicher- und Gefrierschutzfetten– oberflächennah aktiv. Beide Copepodengruppen scheinen vor allem durch Pfeilwürmer (Chaetognathen) bejagt zu werden, die durch ihre schlanke, durchsichtige Körpergestalt und die mit Widerhaken bewährten Greifborsten am Kopf in den Proben auffallen. In der superkalten ( $-1,86\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), oberen 100m mächtigen Wasserschicht des Küstenstromes fand sich sehr viel weniger Zooplankton, Manteltiere (Appendicularien und Salpen) dominierten hier. Das Gros der Zooplankter im Küstenstrom war allerdings in das etwas wärmere Wasser zwischen 150 bis 400m abgetaucht. Neben den bereits aus dem Lazarevmeer bekannten Copepoden waren noch Ringelwürmer (Polychaeten), die hier die Copepoden jagten, wichtig.

Die Walbeobachterinnen der internationalen Wal Kommission (IWC), die den Horizont nach den Ausatemfontänen der Meeresriesen absuchten, studieren vor allem das Verhalten der Bartenwale in Abhängigkeit zu deren Nahrung – dem Krill – und die herbstliche Wanderung der Buckelwale in die Kinderstuben wärmerer Meeresgebiete. Insgesamt wurden 50 Buckel- und Minkwale an 26 Orten gesehen. Im Meereisgebiet wurden Orcas vermutet, aber leider nicht gesichtet. Allein am 25. April, einem wunderschönen Sonntag, kreuzten 12 nordwärts schwimmende Buckelwale den Kurs der Polarstern auf dem erweiterten Transekt 4. Am 27. April und kurz außerhalb der antarktischen Schutzzone umrundeten 5 Buckelwale über 4 Stunden lang das Schiff, nicht ohne unter den begeisternden Augen fotografierender Walfreunde mehrfach unter dem Schiff durchzutauchen. Zusätzlich schwammen ungefähr 150 Zügelpinguine mit den Walen um die Wette, sprangen aus dem Wasser um zu spielen oder auf der Jagd nach den gleichen Futtertieren – dem Krill – wie die Wale. Die Wale schienen dieses Spiel aufzunehmen, denn unter lautem Rufen schlugen sie mit ihren Seitenflossen auf das Wasser und tauchten immer wieder mit hoch aufragender Schwanzflosse ab. Insgesamt zeigte die geringe Zahl an Krillkonsumenten (Seevögel, Wale, Robben) im zentralen Lazarevmeer, dass die Krillbestände gering waren und damit dieses Gebiet als Niedrigproduktionszone für Krill im Herbst anzusehen ist.

Ein weiterer Höhepunkt der Expedition waren die 9 Stationen mit geochemischen Untersuchungen der Sedimentoberfläche, die u. a. im Gebiet der vorangegangenen Eisendüngungsfahrt EIFEX an der Polarfront durchgeführt wurden. Erste Ergebnisse zeigen, dass die an der Meeresoberfläche gewachsenen Algen nach wenigen Wochen am Meeresboden in 4000m Wassertiefe angekommen waren und dort eine saisonale Intensivierung des Lebens am und im Meeresboden bewirkten. Auf einem Kern im Gebiet der Polarfront lag eine 10 cm mächtige, wenig komprimierte, wasserhaltige Schicht frischen Planktonmaterials auf, in der starke biologische Abbauprozesse zu anoxischen Sedimenthorizonten geführt hatten, unter denen in den älteren Schichten wieder Sauerstoff vorhanden war. Dieser aufregende Befund belegt, wie eng biologische Vorgänge an der Ozeanoberfläche und im darunter liegenden Wasser und biogeochemische Reaktionen am Sediment verzahnt sind, in einer Weise die wir noch genauer verstehen müssen, um ihrerseits die Sedimente als Geschichtsbücher von lange zurückliegenden Vorgängen im Ozean

lesen und verstehen zu können.

Nach wochenlangem Schichtdienst mit langen, kalten Nächten haben wir uns die Feier am 1. Mai mit Grillen von köstlichem Fleisch, Fisch und Gemüse und der anschließenden, von einer in der See rollenden Polarstern mitbestimmten Tanznacht wohl verdient. Mittlerweile sind durch das Lazarevmeer und über die Polarfront mehrere Tiefdruckgebiete mit auf der Nordhalbkugel nicht erreichten niedrigen Luftdruckwerten von 936 hPa durchgezogen, die Wind bis zur Stärke 12 und Wellenberge über 20m mit sich brachten. Wir sind froh, dass wir unsere Forschungen vorher abgeschlossen und diese Gebiete verlassen haben Richtung Kapstadt, wo wir am 6. Mai eintreffen.

Ich möchte mich auch im Namen aller Wissenschaftler beim Kapitän, den Offizieren und der gesamten Mannschaft für ihre fachlich ausgewiesene, menschlich warme, mit- und vorausdenkende uneingeschränkte Mitarbeit und Hilfe bedanken, ohne die so mancher Geräteinsatz nicht möglich gewesen wäre. Vielen Dank auch allen, die aufmerksam unsere eisige Reise verfolgt und mit uns gespannt das Einbringen der Forschungsergebnisse miterlebt haben.

Wir freuen uns auf den Frühling und die anderen Freuden in Deutschland.  
Bis zum nächsten Mal!  
Ihr Uli Bathmann



Weekly report no. 1 GLOBEC II (ANT XXI/4) RV „Polarstern“ 31 March 2004

FS Polarstern left Cape Town in time on Saturday evening of the 27 March 2004. 38 scientists from 7 nations were accompanied by 43 members of the crew. The last days were busy with loading and equipping the ship for its next survey. At the evening of a sunny autumn day with a starry night, we steamed south passing the spectacular view of Table Mountain illuminated with huge flashlights. The following days were busy in unpacking equipment and shuffling around instruments to their appropriate place in the many laboratories and experimental containers on board ship. Some newcomers however had to adapt to the long, constant, 5m high swell, before they could start setting up their laboratories that are now ready awaiting the first station work.

Our cruise is part of the international science programme "Global Ocean Ecosystem Dynamics" (GLOBEC), that was started 4 years ago "to advance our understanding of the structure and functioning of the global ocean ecosystem, its major subsystems, and its response to physical forcing so that a capability can be developed to forecast the response of the marine ecosystem to global change". In the Southern Ocean the target organism is krill (*Euphausia superba*), its fluctuations in biomass standing stock in relation to ocean circulation and sea ice dynamics, krill physiology and its role in the Antarctic ecosystem. One of the mysteries still to be explained is how krill survives the long periods of the Antarctic winter where food is sparse. The sea ice has already started to form near the Antarctic shelf ice coast and we will soon approach these areas and look for krill that likes to hide in between the rafted ice flows to get protection from its predators, the seals, whales, penguins and flying birds.

Warm-blooded animals are observed during daylight hours by two teams. The ornithologists from The Netherlands occupy two topless wooden cabins on the high deck above the bridge facing the strong winds and count birds and mammals systematically between sunrise and sunset. The Australian whale watching team from the International Whaling Commission (IWC) stand on the bridge and plug their sightings into electronic spreadsheets used worldwide for this purpose.

Part of our work also will contribute to another big international monitoring and management programme run by the Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR). Founded in 1982 CCAMLR nations including Germany carry out research in Antarctica to advance the scientific knowledge for protection and fishery management in the Southern Ocean. The scientific council advises the nations in research strategies and the Commission is the political arm of CCAMLR in which decisions have to be univocal.

Before we can start our krill research in the area of the Lazarev Sea between 64°-70° South and 8°- 0° West, we will perform 4 geochemical stations in different water masses on our way south. In autumn organic mate-

ri-al accumulates and gets redistributed on the 4000 m deep sea floor that previously sank out of the productive surface layers. Eventually the organic material gets incorporated into the bottom sediments and will change the geochemical properties of the water-sediment interface. Rich loads of organic matter e.g. as derived from a sinking plankton bloom will cause strong gradients in geochemical properties like in oxygen, nitrate, phosphate and silicate and organic carbon. After further diagenesis the remains will get buried in deeper layers of the sediment leaving behind trace signals of the productivity of the surface ocean. In reverse the geochemical tracers found in distinct sediment layers can provide insight how in earth history warm and cold periods were characterized in terms of ocean productivity.

During the previous cruise of Polarstern – the European Iron Fertilization Experiment (EIFEX) – scientists fertilized a 10 km<sup>2</sup> wide patch in the centre of an ocean eddy with iron and stimulated a considerable phytoplankton bloom composed mainly of diatoms. During the experiment biomass and productivity of bacteria and zooplankton also increased. There is much more to tell about this experiment but you had better read the cruise reports from ANT XXI\_3 written by Victor Smetacek. At the end of EIFEX, some diatom species sank out of the productive surface layer to water depths close to the sea floor. Now two weeks later, we steam through the geographical area of EIFEX and use the opportunity to stop over and take some additional samples to prove the fate of the fertilized bloom. Especially the geo-chemists are eager to learn whether the bloom had sunken to the sea floor and if so, to what degree this input of fresh organic carbon has changed geochemical profiles in the sediments.

If zooplankton is still enriched in the EIFEX eddy, it will be determined by using acoustic backscattering signals received from the steaming ship. In addition we tow a continuous plankton recorder in about 10 m water depth behind the ship. The torpedo like instrument has an inlet in its nose, behind which water gets filtered through plankton gauze. This double layer of gauze is gently rolled up like a film in a cassette and is preserved until final analysis in home laboratory. There the zooplankton species caught in the film are examined, classified and grouped to the appropriate geographical position of its catch. For more than 60 year this technique has been successfully used from cruising vessels in the North Sea and the North Atlantic and climatic driven shifts in zooplankton composition can be identified. On Polarstern the CPR was deployed for the first time but we plan to use it routinely from now on, in the transit between Cape Town and the German Antarctic station Neumayer to contribute to an international registration grid all around Antarctica.

Some groups on board eagerly await their first station work in the main investigation area – the Lazarev Sea. We will have to steam for several more days to come until we can experience the cold temperatures of the high Antarctic in autumn. By then the high wind speed of Beaufort 8 and the sea swell above 6 meters that we experience at the moment should have di-

min----ished. Meanwhile the crew on board again does its utmost best to make us feel at home. The large selection of different food during the meals that are prepared are exceptionally delicious, show a whole variety of veg-eta---bles and fruits, and are served with style and charm. But we shall not forget that we cross one of the furious oceans and enter one of the coldest oceans worldwide. Soon we will cross the Antarctic Circle. With all the best wishes from the cruise participants,  
Uli Bathmann

Weekly report no. 2 GLOBEC II (ANT XXI/4) RV „Polarstern“ 8 April 2004

Biological processes in the surface ocean may affect deeper water layers and the underlying sediments. In the last report, we mentioned EIFEX, an iron enrichment experiment performed in an ocean eddy located in the Polar Front. On our way south, we performed another sampling station in and 30 nautical miles (nm) south of the same eddy that kept geographical position in the otherwise eastward flowing Antarctic Circumpolar Current. The plankton bloom in the eddy had disappeared and chlorophyll had decreased from 3 down to 0.5 µg per litre. To test if the organic material had sunken out to deeper water layers, the physical oceanographers deployed their CTD probe. CTD stands for conductivity, temperature and depth that are measured and transmitted back into the lab on-line while the probe is lowered with one meter per second. In addition a fluorometer measures algal pigments and a turbidity sensor records light attenuation from particles (e.g. dead or live algal cells and zooplankton or detritus) passing a 25 cm long, and few millimetres wide light beam. 24 bottles holding 11 litres of water each can be closed remotely in distinct depth layers by the operator to retrieve water to be analysed for plant nutrients like phosphate, nitrate or silicate, for chlorophyll, oxygen, species composition and abundance of plankton cells and the amount of total organic carbon. The depth profile from the EIFEX station still clearly showed sinking plankton particles down close to the bottom at 3960 m water depth. Also the benthic boundary layer was still present, as it was when Polarstern left the area 2 weeks ago. Sinking of plankton biomass was still ongoing in the Polar Frontal Zone.

The geochemists on board had not dared to wish that they would be able to closely follow such a sedimentation event. The group was busy to get their complex instrumentation ready to be deployed. Most geochemical reactions on such sedimentation events take place in the first few millimetres or centimetres of the sediment surface. As soon as rich organic matter reaches the otherwise nutrient poor deep-sea floor, the additional load of organic carbon, nitrogen and phosphorus will heavily be consumed by the deep-sea benthos, mostly comprising of bacteria, protozoa and a few tube dwelling polychaetes. The more the metabolic activity will increase the more decrease will occur in oxygen concentration, while nutrient concentrations and pH will also change accordingly in the sediments. In reverse, the depth profile of these parameters will indicate the intensity of the respective turnover rates.

The special deep-sea technology of the three sampling devices on board: the Lander, the Multicorer MUC and the Bottom Water Sampler BWS is adapted to retrieve samples from an unaltered sediment surface as gently as possible, as often the sampling gear itself disturbs the location of sampling. The Lander has the shape of a space robot landing on moon. Three legs with heavy weight attached reach out from about 2m. In the middle of the instrument a metal cylinder is attached near to the bottom with tiny glass needles, the micro-probes, sticking out. The tips of these sensors have 0.025mm diameter and are used to determine oxygen concentration and pH

changes in the sediments with high vertical resolution. The Lander is deployed as free falling instrument. Once released from the chips crane, it sinks to the sea floor with a speed of 1m/sec. There it will rest for 30 min. to let the cloud of fine sediment produced by the Lander's legs by the touch down, drift away. Thereafter a stepping motor drives a spindle that lowers the microprobes slowly into the underground recording the parameters in 0.5mm intervals. Salinity of the pore water and sediment porosity is measured also, as are speed and directions of bottom currents to reconstruct advection processes. After sampling time has passed, the ship will transmit an acoustic signal that triggers the releaser to unhook the bottom weight. Due to the uplift of 16 pressure resistant glass spheres the instruments surfaces again and transmits its position back to the ship via radio beacon, Argos GPs position and during nighttime also by flashlight.

The 6-hour deployment time of the Lander is used to deploy the other two instruments. The MUC looks like a big spider with its 8 long but thin legs sticking out. In the centre of the MUC heavy lead plates are attached over 8 tubes made of Plexiglas that in turn face downwards. Lowered by the deep-sea winch, the ends of the legs will eventually touch the sea floor well outside the designed sampling spot. After standing on the sediment, a hydraulic driven by the heavy weights will very gently, slowly but steadily lower the tubes 30 cm into the sediments. While pulling up the cable and lifting the MUC, flaps close the tubes on both sides, protecting the sediment to slide out and the overlying water to be mixed with water on the instruments way to sea surface. The BWS also is deployed via heavy cable to the seabed, where it sits for ten minutes to let the clouds in the bottom water drift away. A time-controlled release will than the horizontal water bottles attached to the BWS between 20 cm and 2m. Oxygen, nutrients are determined from the water samples retrieved and nutrients are determined in the pore water of sediment slices cut from the MUC cores to obtain parameters to determine geochemical processes and pathways in the sediments. Time series over days on the oxygen profiles will indicate the half-life time of the organic matter in the sediments.

Two out of 4 geochemical sampling stations were conducted in and 30 nm south of the EIFEX area, respectively. On both stations, the surface layer was covered with a fluff layer comprised of remains of diatoms and other unicellular organisms of the plankton. Also the oxygen and pH values dropped drastically in the upper millimetre of the sediment surface. We assume that the end of the EIFEX plankton bloom with subsequent sinking happened simultaneously to similar events all along the Polar Front. The autumn is the natural end in the growing season for many plankton species. The crash of the EIFEX bloom added only little organic matter flux to the sea floor in the respect to the huge area of the Polar Front but with the iron addition we nonetheless added additional but jet to determined quantity of carbon to that downward flux, although a great shared of the iron bloom was grazed beforehand by the zooplankton. On our way back, from the Lazarev Sea krill area, we will revisit the Polar front and investigate the fate of the organic matter burial into its underlying sediments.

Since a few days we are truly in Antarctic waters as we have crossed 60°South. We now catch for krill in shifts 24 hours a day, but this is the topic for the next weekly report.

We wish happy eastern to the beloved and friends at home  
From a busy fishing Polarstern  
Uli Bathmann

Weekly report no. 3 GLOBEC II (ANT XXI/4) RV „Polarstern“ 15 April 2004

On our way south into the Lazarev Sea we assembled and tested our sampling equipment to be ready for the intensive krill survey to come. Early in the morning of the 7th April we approached the first of 77 stations lying a distance of 20 nautical miles apart on 4 transects perpendicular to the Antarctic shelf ice coast. The routine deployment of gear started. Most often used are the RMT (rectangular midwater trawl), the CTD and the vertical deployed Bongo plankton net. With about 2 hours station work and 2 hours steaming between stations, scientists and crew are kept busy around the clock for the next 21 days. At selected stations, an additional plankton Multiunit and the SUIT (surface under ice trawl) are used to catch other plankton and fish species living in special habitats. Before explaining more details let us consider some background information on which our research is based.

Our target species for this expedition is Antarctic krill (*Euphausia superba*). The term "Krill" originated from the Norwegian language and means "what the whale eats". That can be a large variety of organisms including zooplankton, euphausiids and other swimming crustaceans. Six euphausiid species live in Antarctic waters whereby 5 of these species are found in the Lazarev Sea. We use the term krill explicit for the largest euphausiid (*E. superba*) that also dominates in biomass and abundance.

Several geographical locations of high krill abundance are known around Antarctica since the early observations of Marr around 1930. The last 35 years of international research has concentrated on these rather restricted regional areas located north of the Antarctic Peninsula (Scotia Sea), around South Georgia, Elephant Island, and South Shetland Islands and in the Bellingshausen Sea. Krill is commercially harvested in these areas since 30 years ago especially with fleets originating from Ukraine (former USSR), Japan and during the last years with increasing effort also from Korea, Poland and the USA. Total catch in 2002 was around 120 000 tonnes, well below the limit of 4 Mill. tonnes set by CCAMLR. Krill is used for human consumption, as food in aquaculture, for aquarium fishes and as bait in sports fishing. In future we expect krill to be used for high quality products as chitin-chitosane, pharmaceutical oils, special fat products (omega-3-fatty acids), the red coloured astaxanthin and other chemical, pharmaceutical, medical and cosmetical products. Krill catches were much higher than today when between 1978 and 1993 the Soviet fleet alone caught 300 to 400 thousand tonnes of krill annually.

Other areas of dense krill occurrence are located in the Pacific sector of the Southern Ocean north of the Ross Sea and north of Prydz Bay in the Indian sector. We assume that species drift between the populations of these areas and that krill is distributed circumpolar. As this has to be proven, we store samples for molecular genetic tests in the minus 80°C freezers on board ship.

Krill has a central role in pelagic Antarctic ecosystems as it serves as food organism for many vertebrates including whales, seals, penguins, flying birds and fish. Also the food spectrum of krill is highly diverse reaching from minute plankton organisms to the biota living under and in the sea ice. Krill can live for 7 years and reach 50 to a maximum of 63 mm in body length, whereby they only grow during the few summer months rich in food. As krill matures in their 3rd year, they can reproduce for up to 4 years allowing the stock to sustain several unfavourable years.

Investigations from the Antarctic Peninsula indicate years of high sea ice concentration also being years of high krill production and vice versa. We deploy the 8 m<sup>2</sup> big RMT from the ships stern and fish for about 40 minutes with a ships speed of 2 knots oblique down to 200m. After retrieval, the catch is preserved, examined under the stereomicroscope; specimens are identified to species and developmental stage, sex and stage of maturity and counted. From the database obtained, population dynamic parameters will be derived including age structure of the population, hatching success and the regional distribution of krill. With additional data in the forthcoming years we will be able to predict krill production for our investigation area.

Previous expeditions using remotely operated under ice vehicles have obtained video information of krill living in between rafted ice floes. This hiding ground against predators also provides plenty of nutritious ice algae - a rich feeding habitat. In the transition zone between open water and permanently ice-covered areas, the marginal sea ice zone MIZ, our bird and whale watchers have encountered numerous vertebrates feeding on krill. These findings and the deployment of the SUIT will be topic of the next weekly report.

The facts that krill encounters slow growth and developmental rates and that the species is long living, are evolutionary adaptations to the Antarctic environment where not each year provides the suitable conditions for sufficient growth and survival of the larvae. A population of long living invertebrates capable to reproduce in several subsequent years will not be affected by unfavourable conditions so much if at least every fourth year or so turns out to be a good krill year with heavy ice and large plankton biomass production.

Unlike adult krill that can starve for several weeks, if not months, krill larvae have to find food rather continuously. This time period in which krill larvae can sustain without any food is determined on board Polarstern in temperature controlled laboratory containers. For the experiments the larvae have to be caught as gentle as possible by means of the vertically towed Bongo net. Two 4m long nets made of 0.2mm gauze are attached to a frame similar to the music instrument. The catch is sorted under a stereo microscope and krill larvae are grouped in lumps of several hundred according to their developmental stage, to determine their respiration rates, their growth and their enzymatic activities as metabolic indicators. We also need to learn more about the consumption of krill larvae in autumn



and winter to determine the mechanisms how they can survive into the next spring.

On Good Friday Polarstern approached the MIZ. In bright sunshine we first passed single ice flows that later consolidated to larger fields. As these 1 m<sup>2</sup> round flows constantly touch each other and scrape their edges round, they look like and are named pancake ice. Still travelling at 10 knots speed Polarstern smoothly passed the growing ice fields hosting many spectators on the bridge. Many photos were taken that day, either with normal or digital cameras of the wonderful white world and its habitants the Weddell seals and sea leopards. In the night to Easter Sunday we reached the 40m high shelf ice edge by passing the residence area of several tens of icebergs stranded on the 400m shallow shelf. Early morning on Easter Monday we again headed north with beautiful sunrise illuminating the white cliff in red and pink colours. This exceptional Easter present and an international selection of deliciously prepared, well decorated and served meals accounted for the ongoing work during Easter and will remain in our memories as the culinary highlight of this cruise.

Now we got back to the routine of krill fishing, which will keep us busy for the next two weeks.

Best wishes to all of you  
Uli Bathmann

Weekly report no. 4 GLOBEC II (ANT XXI/4) RV „Polarstern“ 22 April 2004

Some research activities in Antarctica are still high-risk enterprises, even in times of satellite communication and other electronic systems. We experience this also during our cruise especially when we try to catch krill, zooplankton and fish that live close to the sea ice. The last weekly report mentions that krill hides under sea ice against predators and also finds there a suitable feeding ground. Video sequences and photographs taken in the eighties by remotely operated underwater vehicles document high concentrations of krill between piled ice floes. And last year a British autonomous mini submarine equipped with upward looking echo sounders gathered the information that dense krill aggregations were associated to the marginal sea ice zone opposed to the rarely populated open water or fully ice covered areas. Up to now no net system was available, however, to catch the under ice biota quantitatively.

The Dutch group on board has constructed such a net that can be trawled under the sea ice with a speed high enough to get the fast swimming krill. The net really has to be robust. The 2.5 square metre wide and 4 m long frame is made of 9 cm wide steel tubes. On the upper front bar, 4 car wheel tires help the net to slide and roll under the ice. A sprout is attached to one side of the frame that also serves as otter doors. Thus, once pulled with 2 knots ship speed, the net slides aside under the undisturbed sea ice as it leaves the wake produced by Polarstern steaming through the ice. The top lid opens to allow big pieces of ice to leave the frame again, as they are pushed upward by steel bars at a width of a man's arm. The fine mesh sized 14 m long net itself is attached to the lower end of the frame and is protected on the outside by a coarse strong additional fishing net. After several trials, crew and scientists working as a team managed to lower this prototype sampling gear under the ice in a distance of 100m aside from the ship. To do so, we had to attach an additional lead weight of 800kg to the 18mm pulling wire to suppress the cable deep enough to slide freely under the up to 2m thick ice floes.

The catch of each of the 19 hauls (including 7 under the ice) accounted for 10 to 1000 gram fresh weight in 25-minute trawls. Most biomass was caught between 10pm and 4am comprising mainly of krill, siphonophores, salps and fish larvae that were abundant during night time in the 2 m uppermost layers of the ocean. Only that layer can be harvested by storm petrels that obviously can find the prey in the total darkness of a cloudy Antarctic night. Some net hauls, however, got a very different catch: ice. In the super cold water of the Antarctic Coastal Current penetrating the shelf ice edge and reaching water temperatures at or slightly below its  $-1.86^{\circ}\text{C}$  freezing temperature, platelet ice can form. Platelet ice forms even in several hundred meters water depth, when super cool water rise from below and experience adiabatic cooling. The very thin ice plates can reach 1cm in diameter and gently rise to the sea surface where they were caught by the fishing net. In the coldest night so far at  $-20^{\circ}\text{C}$  we emptied about 10 tonnes of platelet ice on the aft deck of the ship after one hour of hard

work and by means of three winches at the time. The temperature difference between water and cold air created sea smoke, a vision of steaming water between ice floes. On the early morning horizon a thin moon slowly emerged from the dark sea into the starry night and created a profound panorama for the 8 people working hard and hand in hand to operate the net that's nickname has become "chariot".

Polarstern is equipped with acoustic measuring systems to detect zooplankton and krill several hundreds of meters under the steaming ship. Vertically directed, narrow acoustic beams of four frequencies ping in regular intervals of about 1 second and the reflecting echo from particles is passively recorded by the appropriate receivers build into the ship's hull. Each zooplankton group, species or even developmental stage, of e.g. krill, performs rather distinct vertical migrations on daily basis but also in an annual pattern that are regulated by ocean physics (e.g. light, temperature, currents) and ocean biology (e.g. presents of prey and predators, reproduction cycle). By means of the under water acoustics we attempt to not only study the vertical migration pattern but also we can estimate the biomass of single groups of zooplankton, krill and fish all of that being prey for whales, seals, penguins and flying birds. Many of these species feed on the ocean surface during nighttime when the prey appears in the uppermost water layers. Unfortunately, German environmental regulations for Antarctica are interpreted in a way that does not allow us to perform the proposed acoustic measurements relevant to accumulate basic scientific knowledge as a background for marine mammal protection. We are only allowed to operate our acoustic equipment during the short day hours, in the absence of marine vertebrates in the water and outside the fully ice-covered areas, or in other words only in the ocean deserts where this research is least relevant. Given these harsh boundary conditions, we were able to operate the German acoustics programme for only about 15% of the time available south of 60°S, the northern boundary of the Antarctic treaty area. Under these circumstances the obtained data set is not sufficient to result in a profound scientific publication.

With our various nets we caught numerous fish, fish larvae and salps. Krill larvae and their predators, the lantern fish (Myctophids), co-occur and both migrate to the ocean surface during nighttime. This pattern was observed nearly on all stations in the Lazarev Sea. On the contrary, the larvae of the Antarctic silverfish *Pleurogramma* were mostly found in the very cold -1.86°C waters of the Antarctic Coastal Current that flows in a 100km broad band westwards along the Antarctic ice shelf. To our very surprise also salps appeared in this current but not in the northern locations under the influence of the Weddell Gyre. There is a hypothesis that salps increased in numbers in recent years in more southern parts of Antarctica, but they never were found in the coldest, most southern Antarctic waters. These tunicates, often refereed to as "oceanic vacuum cleaners", make a substantial part of so-called gelatinous zooplankton, as their body contains about 95% water. There are two species of tunicates or salps in the region of investigation. These 2-5cm long salps are successful

in feeding by pumping water through the body that is shaped like a barrel open at both ends which also allows them to extract oxygen with their gills located inside the body. With a fine filtering net they can retrieve particles down to 0.005 mm in size. The cold temperatures near the continental shelf did not suppress salp development and they were feeding well. We are still processing the data and have to closely examine the ocean hydrography of that region to solve the new paradox emerging from our cruise.

Unfortunately, a mechanic part of the winch hosting the 18mm conductor cable to operate electronic equipment from the stern of the ship, broke. That was the end of the operation of the multiple-RMT; the standard RMT is now operated without the electronic depths sensor.

On the last sunny day in the pack ice zone we were surrounded by picturesque icebergs. As we had to deploy a satellite buoy on a large ice flow, that drift will be monitored for the next year from the home institute in Bremerhaven, we used the nice environment to take the group photograph from our cruise. Scientists covered in heavy polar gear were standing on the upper deck with a bluish glittering iceberg giving the appropriate background. Many more electronic pictures of ice in different forms were available the following night on Polarstern intranet server that together with the countless, normal slides which will serve as a splendid memory of Antarctica.

We are still kept in the cold by frequent snow showers, but our minds are directed north towards home, as will be the ships course in due time. We are back not before long.

Uli Bathmann

Weekly report no. 5 GLOBEC II (ANT XXI/4) RV „Polarstern“ 2nd May 2004

The krill expedition into the Lazarev Sea in autumn is ending soon. A stable atmospheric high-pressure system with southerly wind force 5 bft. allowed us to finish the programme in time and to extend the sampling grid further to the north. In total 184 net hauls were done on 93 stations. Although many more samples have to be processed in home institutes, we also collected lots of data already and gained several new insights:

In April 2004 the krill spawning period was over for at least several weeks. Organisms had already started to reduce their metabolism, and were in a transition phase from high summer to low winter conditions. The relatively high oxygen consumption of larvae and juveniles – a measure of their metabolic activity – indicated that the specimens still found sufficient food in the water and between ice. Adult krill, however, had already reduced the summer values in daily carbon consumption (30% of the body carbon) down to only a few percent typical for food intake in winter. Ingested food comprised in 2/3 of phytoplankton and the remaining 1/3 in microzooplankton. The trigger that induces the reduction in body metabolism and the reduction in feeding is still unknown but we will perform enzymatic measurements in the home laboratory on frozen samples to gain some insight into the underlying mechanisms. Growth experiments with different larval stages of krill show that they were very fit with a daily mortality of less than 2%. We assume that krill larvae did feed on ice algae to fulfil their energy demand, but it is still unclear to which degree krill larvae also feed on microzooplankton. In first experiments performed during our cruise it became evident that the amount of microzooplankton as food items increases with the age of the krill larvae. But krill larvae are still mysterious in many respects. They do not carry sufficient lipid reserves, as do the adults, to account for hunger periods during winter. And they do not show any mechanisms like the reduction in metabolic activity to save body energy. Thus, it still remains unclear how krill larvae survive during the strong long winter and we have to perform more experiments to construct a proper energy budget for the different growing seasons. The deep frozen krill will be analysed for biochemical and pharmaceutical substances back in home laboratories.

The krill in the Lazarev Sea were concentrated in two areas: the northeast corner between 61°S and 64°S and the marginal ice edge zone (MIZ) between 67°S and 69°S. In the MIZ the largest krill with body length up to 54 mm and an age of more than 3 years was found. Krill in the north were considerably smaller, younger and did not spawn in the previous season. Ice krill were found only in the very proximity of the continental ice shelf. Krill distribution was monitored down to 600m water depth by means of the echo sounder. The krill swarms were rather small and did migrate vertically on a diurnal cycle. Juveniles of the age class 1 (year) – the recruits – were virtually absent, with one exception on a single northern station, which indicates that the breeding success of krill in the previous year was rather low. Very young larvae, i.e. larvae from the current year, were

rather abundant. These larvae have to feed continuously to survive and this might become a problem in the coming winter months. Spawning must have taken place rather late this year and we assume that the survival rate of these late spawners are rather low despite the fact that most young larvae were in excellent physiological condition. Krill larvae in the age between 30 and 60 days were very abundant in the central area (65-67°S), a fact that contradicts published findings that in turn show maximum larvae abundance on the continental shelf in the south of the Lazarev Sea. We have to closely examine the oceanographic current regime to solve this mystery. We also have to analyse the frozen samples at home to determine whether the krill here are genetically similar to the krill of the other Antarctic areas e.g. from the Antarctic Peninsula region.

The surface under ice trawl (SUIT) net caught krill larvae in the close vicinity of sea ice floes, an indication that the organisms were feeding on the ice biota and were hiding between floes against their predators. The biomass obtained from the SUIT net hauls of the upper metres in the ocean ranged between 10 and 1000 grams with one exceptional catch of 30 kg. This also indicates, that krill occurred - if at all - in locally concentrated swarms, and that krill was only present at sea surface and under the ice during night time and that its distribution was rather patchy. On the contrary, the guts of sea birds, attracted by the ships light and landing on deck, did contain many krill, fish larvae and squid - the latter not being caught in considerable numbers by the nets. Besides krill, the salps (tunicates) were surprisingly abundant in the ice covered areas. Whether this exceptional occurrence of the so-called "warm water species" in the Coastal Current indicate an intrusion of advecting water masses from the north, or is an indicator for climate shifts, has still to be determined.

Zooplankton in the Lazarev Sea comprised of copepods, tunicates, arrow worms, polychaetes, amphipods, pteropods and jellyfish and was concentrated in the upper hundreds metres of the water column. Copepods dominated in abundance and very often also in biomass. Whereas the smaller 2 mm copepods were concentrated in the surface layers, the 4mm *Calanoides acutus* already had started to migrate down for hibernation in 500 to 1000m. The other large *Calanus propinquus* remained in surface layers as it contains special storage and anti freeze lipids that help the organisms to be active in winter. Both groups of copepods were preyed upon by chaetognaths whose slime transparent body helps them to grab the prey with the setae equipped with hooks and attached on either side of the head. In the upper 100m of the -1.86°C super cool waters of the coastal current, the zooplankton was somewhat reduced and was dominated by appendicularia and salps. Most of the zooplankton in the coastal current was found in the slightly warmer waters that intruded onto the shelf between 400 and 150m. These layers were inhibited by polychaetes, hunting copepods well known from the Weddell Gyre.

The two whale observers from the International Whaling Commission scanned the horizon and the vast expanse of Southern Ocean for that ever-elusive

whale blow. The initiative of collaboration with other Antarctic research programs aims to examine variability in baleen whale distribution and movements in southern waters in relation to their prey, Antarctic krill and sea ice concentrations. At this time of the year they would expect to see a number of whale species migrating between the continental waters and warmer breeding waters, especially humpback whales. They would also expect to see some species in the sea ice areas, including minke whales and orcas. On transit between Cape Town and the cruise survey area, only one whale sighting was made, probably due to weather and low sightability conditions. The survey area proved to be different with 16 sightings of 22 whales including humpback and minke whales, a single sperm whale and some unidentified species. Four sightings of 12 individual humpback whales were made on the 25th April in the extended survey leg north of the 4th transect. These whales were all travelling north, an indication of the ice cover extending and the whales starting on their northward migration. One exceptional sighting occurred on the 27th April with 5 humpback whales choosing to spend over four hours with the vessel. There were also approximately 150 chinstrap penguins swimming around the vessel and as the whales approached closer to the vessel, they started chasing each other, possibly for play or seeking the same food source. At one point, the group of five whales split and two individuals swam around the bow to the starboard side while the other three remained on the port side. During this time, one of the whales from the port side disappeared out towards the horizon where another group of humpback whales was present. The remaining four then continued to surface around the vessel for the next hours, blowing, snorting, pectoral fin slapping, spyhopping and even breaching, giving everyone on board a spectacular show, although it is possible that the whales were just as interested in us as we were in them. Although the overall total of sightings during the voyage is not high at 26 observations of 50 individuals, it is reasonable for this area at this time of year and the patchiness expected in whale distribution. In summary, the low numbers of top predators in the area indicate that the central Lazarev Sea seems to be a low production area for krill.

Additional highlights of the expedition were the 9 stations where sediment surface layers were sampled and analysed by the geochemical group on board ship. These stations included those at the Polar front where the previous iron experiment EIFEX had been performed. First results indicate that the phytoplankton growing at sea surface did sink through the water column and had reached the sea floor in about 4000m water depth within a few weeks. This input of rather fresh organic material induced biological degradation at and in the surface sediments. On one core retrieved from the sediments of the Polar front, a 10cm thick, fluffy layer of fresh organic matter showed remarkable biological degradation that caused oxygen reduction in about 5cm sediment depth followed by oxygen rich layers underneath. This exciting finding just illustrates how tightly the biological processes at ocean surface are coupled with biogeochemical reactions in the sediments. If we can fully understand these mechanisms we are in a better position to use the sediment record as history books to reconstruct upper ocean

processes which in turn are related to global processes in general. After weeks of day-night shifts and miserably cold, icy work on deck we enjoyed the barbeque of delicious meat, fish and vegetables celebrated on 1 May that was followed by a night of dancing, gently effected by the rolling Polarstern. In the meantime severe low-pressure systems have passed our investigation areas in the Lazarev Sea and at the Polar Front. One low with 936 hPa, a value that seldom occurs in the northern hemisphere, induced strong storms of Beaufort 12 and wave heights of 20m and more. We are lucky of having completed our research and that we are on our way back to Cape Town were we dock on 6 May.

Finally I thank, also in the name of all scientists on board, the captain, the officers and all crewmembers for their most skilful, and foreseeing constant help that also was offered in a warm human atmosphere. Some of our work would not be possible without their effort. Many thanks also to those at home that have interestingly watched our expedition into ice and wind and also have accompanied us retrieving data and presenting our first results.

We are desperately looking forward to the ongoing green spring (or nice autumn days in Australia) and all the other pleasures awaiting us at home.

Perhaps until next time  
Yours Uli Bathmann