

Wochenbericht Nr. 1 ARK XXI/1b FS "Polarstern" 13.08. - 20.08.2005

Am 13. August um 00:50 Uhr trafen wir mit dem Gruppenflug in Longyearbyen ein. Nach einer Nacht im Hotel „Spitsbergen“ und einem Vormittag zur freien Verfügung brachte uns um 13:00 Uhr ein Bus vom Hotel zur Pier. Mit dem Schlauchboot ging es an Bord der POLARSTERN, die wegen ihres Tiefgangs von 11,20 m auf Reede liegen musste. Um 18:00 Uhr liefen wir plangemäß aus. Wir verließen den Isfjord und drehten nach Süden in Richtung Storfjord. An Bord sind 45 Fahrtteilnehmer/innen und 44 altbewährte Besatzungsmitglieder. Die wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer sind eine bunte, multidisziplinäre Mischung aus 11 Nationen und 10 Instituten oder Organisationen. Ein Teil von uns war schon beim ersten Teilabschnitt dabei und führt die Arbeiten im neuen Fahrtgebiet weiter. Die anderen kamen neu hinzu und mussten sich erst über die Maßnahmen und Vorrichtungen zur Sicherheit sowie über die Eigenarten des Lebens an Bord informieren lassen, bevor die Arbeiten beginnen konnten. Der Sonntag war ausgefüllt mit Auspacken und Einrichten der Labore.

Die Reise führt uns im Wesentlichen in drei Arbeitsgebiete: in den Storfjord, in die Framstraße und zum Yermak-Plateau. Im Storfjord stehen die Arbeiten der Biogeochemie im Vordergrund. Dabei wird das im Wasser gelöste Methan gemessen, um die Prozesse besser zu verstehen, die die Bedeutung des Ozeans für den Eintrag dieses Treibhausgases in die Atmosphäre ausmachen. In der Framstraße wird entlang von 79°50'N ein Langzeitprogramm der physikalischen Ozeanographie zur Bestimmung des Wärmetransports in den Arktischen Ozean mit Messungen und Verankerungsarbeiten fortgesetzt. Hier liegt auch der „Hausgarten“ der Tiefseebiologie, in dem ebenfalls ein Beitrag zur Weiterführung von Langzeitmessungen geleistet wird. Die Arbeitsgruppe der Tiefseebiologie wird am Ende der nächsten Woche die POLARSTERN wieder verlassen, da sie anschließend an einem Programm mit dem französischen Forschungsschiff ATALANTE und dem Tauchroboter VICTOR6000 teilnehmen wird. Dazu wird POLARSTERN am 27. August wieder in den Isfjord einlaufen. Dann wird auch die Fahrtleitung wechseln. Dies war nötig, da die ursprünglich vorgesehene Fahrtleiterin Ursula Schauer durch einen Unfall nicht an der Reise teilnehmen konnte. Wir grüßen sie von hier aus recht herzlich und wünschen ihr weiterhin gute Besserung. Nach dem Zwischenstopp in Longyearbyen wird POLARSTERN in die Framstraße zurückkehren und das Programm fortsetzen. Ein geologisches Projekt wird noch weiter nach Norden zum Yermak-Plateau führen.

Nach Abschluss der Arbeiten in der westlichen Framstraße wird POLARSTERN nach Bremerhaven zurückkehren. Neben den schon genannten Arbeiten werden die biogeochemischen und die bio-optischen Untersuchungen sowie die Zählungen von Vögeln und Meeressäugern, die im vorangegangenen Abschnitt begonnen wurden, fortgesetzt. Wasserproben werden genommen, um die Verteilung von Plutonium-Isotopen zu messen, die ergänzend zu den Nährstoffen Aufschluss über den Transport von Wassermassen geben. Planktonorganismen werden aus dem Wasser gefiltert, die zur Bestimmung von Proxy-Daten über die Temperaturverteilung vergangener Zeiten herangezogen werden. Bodenproben

werden genutzt, um die Arten-Verteilung von Foraminiferen zu bestimmen.

Auf dem Weg vom Storfjord zum 78°50'N-Schnitt trafen wir den Bildungslogger LOVIS. An Bord ist eine Schülergruppe des HIGHSEA-Projekts am AWI mit ihren Betreuern und der Mannschaft. Sie haben auch im Storfjord Messungen durchgeführt und sind inzwischen auf dem Weg nach Tromsø. Der Besuch auf der POLARSTERN konnte den Schülern einen weiteren Höhepunkt bei ihrer erlebnisreichen Reise bieten.

Wenn uns die Mitternachtssonne bislang auch nur ein Mal verwöhnt hat, so ist das Wetter durch wenig Wind und milde Temperaturen bestimmt, was die Arbeiten an Deck in den Laboren sehr begünstigt. Einige lockere Treibeis---felder, die wir in der Nacht zum Sonntag durchquerten, dürften für diesen Teil der Reise die einzigen Begegnungen mit dem Meereis bleiben.

Mit den herzlichen Grüßen aller an Bord
Eberhard Fahrbach

Wochenbericht Nr. 2 ARK XXI/1b FS "Polarstern" 21.08. - 27.08.2005

Der erste Teil des Fahrtabschnitts ist zu Ende und wir sind am Sonnabend aus dem Arbeitsgebiet in Richtung Longyearbyen abgelaufen. Am Abend wurde ein Teil der Ausrüstung der Tiefseebiologen mit dem Helikopter nach Longyearbyen geflogen und drei neue Fahrtteilnehmer kamen an Bord. Am frühen Sonntagmorgen gehen 11 Fahrtteilnehmer/innen und ich von Bord. Dann wird Peter Lemke die Fahrtleitung übernehmen.

Im Laufe dieses kurzen Abschnitts haben wir zuerst Untersuchungen des im Wasser gelösten Methans im Storfjord durchgeführt. Dabei ging es um die Produktion von Methan durch Bakterien im oberflächennahen Ozean und die ebenfalls durch Bakterien bewirkte Oxidation von Methan in der gesamten Wassersäule. Während einer Winterexpedition im Frühjahr 2003 waren im Storfjord Methankonzentrationen gemessen worden, die erheblich über dem normalen Hintergrundwert im Ozean lagen. Da die Konzentrationen von der Oberfläche zum Boden hin zunahmen, lag der Schluss nahe, dass Methan aus dem Boden austritt. Allerdings zeigten Werte des Kohlenstoffisotops ^{13}C , dass das Methan durch Bakterien gebildet worden ist. Die Messungen dieser Reise ergaben nun, dass erhöhte Methankonzentrationen auch im Sommer vorhanden sind. Allerdings traten die höchsten Konzentrationen im Unterschied zur Wintersituation im oberflächennahen Wasser auf, was unsere Annahme der Produktion des Methans durch Mikroorganismen bestätigt.

Anschließend kam die physikalische Ozeanographie in der Framstraße zum Zuge. Sieben Verankerungen, die mit Strömungsmessern sowie mit Temperatur- und Salzgehaltssensoren ausgestattet sind, wurden aufgenommen und neu ausgelegt. Die aufgenommenen Geräte haben gut funktioniert. Die Daten wurden aus den Festspeichern ausgelesen und werden nun aufbereitet. Auch zwei auf dem Grund liegende Echolote (PIES), die nach oben schauen, wurden geborgen und neu ausgelegt. Aus Messungen des Drucks am Boden und der Laufzeit von Schallimpulsen zur Meeresoberfläche sollen die Variationen der Strömung und der Temperatur der Wassersäule abgeleitet werden. Die Temperaturmessungen mit der CTD-Sonde (Conductivity, Temperature, Salinity) weisen darauf hin, dass sich das oberflächennahe Wasser des Westspitzbergenstroms weiter erwärmt hat, was schon in den vergangenen Jahren beobachtet wurde. Diese Arbeiten werden auf dem zweiten Teil der Reise fortgesetzt.

Für die Mitglieder der Tiefseebiologie-Gruppe gehen anstrengende Tage zu Ende. In schneller Folge kamen Wasserproben aus dem Rosettenschöpfer, Bodenproben aus dem Multicorer, und Fänge mit dem Agassiz-Trawl an Deck, die aufgearbeitet werden mussten. Drei Verankerungen mit Sinkstofffallen wurden aufgenommen und wieder ausgesetzt. So genannte Lander, Geräteträger die mit Reusen oder Besiedlungsexperimenten bestückt sind, wurden aufgenommen und wieder ausgelegt. Einer dieser Lander, der zeigen sollte, was passiert, wenn ein größerer Kadaver auf den Meeresgrund absinkt, kam allerdings vorzeitig an die Oberfläche zurück und musste neu ausgelegt werden. Leider konnte eine Verankerung, die in der Nähe eines am Meeresboden aufgebauten Strömungskanals misst, nicht ausgelöst wer---

den. Im September wird das französische Forschungsschiff ATALANTE mit VICTOR6000 und unseren Tiefseebiologen an Bord wieder hier sein, um sich ein weiteres Mal um diese Verankerung zu kümmern. Ferner soll ein Lander, den wir ausgebracht haben, wieder aufgenommen werden.

Die biologischen, biogeochemischen und biooptischen Arbeitsgruppen an Bord haben weiterhin Proben aus der Wassersäule und dem Sediment genommen und bearbeitet. Die Beobachtungen von Seevögeln und Meeressäugern wurden fort--gesetzt. Ein arbeitsintensiver, aber sehr erfolgreicher Abschnitt ist zu Ende und ich möchte mich bei allen Besatzungsmitgliedern und Fahrt-----teil--nehmern recht herzlich dafür bedanken, dass sie tatkräftig zum Erfolg dieser Reise beigetragen haben. Wie üblich an Bord, war es eine Freude, die effektive Zusammenarbeit und den freundschaftlichen Umgang zu erleben.

Ich verabschiede mich mit den herzlichen Grüßen aller an Bord
Eberhard Fahrbach

Nach dem Abflug des Fahrtleiters Eberhard Fahrbach und der Tiefseeegruppe am frühen Sonntagmorgen nahm Polarstern wieder Kurs auf das Arbeitsgebiet in der Framstraße, um die restlichen Verankerungen zu bergen und sie neu auszulegen.

Verankerungen sind ein wesentliches Element zur Untersuchung der Rolle des Ozeans im Klimageschehen. Die Weltmeere speichern und transportieren große Mengen Wärme. Bezüglich des Transports leisten der Golfstrom und seine Ausläufer soviel wie eine Million Großkraftwerke. Während die Oberflächenzirkulation durch den Wind angetrieben wird, werden die tieferen Bereiche des Ozeans im Wesentlichen durch Abkühlung in polaren Breiten angeregt. Hierbei spielt die 2600m tiefe Framstraße zwischen Nordgrönland und Spitzbergen eine wichtige Rolle, weil über sie der wichtigste Austausch zwischen dem Nordpolarmeer und dem Nordatlantik durch den Einstrom von warmem Atlantikwasser und den Ausstrom von kaltem polarem Wasser stattfindet.

Um die Veränderungen in diesem Bereich zu bestimmen, haben unsere Ozeanographen seit einigen Jahren eine Reihe von Verankerungen quer durch die Framstraße entlang 79°N gelegt, die im Jahres-Rhythmus erneuert werden müssen. Diese Verankerungen bestehen aus einem Grundgewicht (drei ausgediente Eisenbahnräder) und einer langen Kevlar-Leine, die durch Auftriebskörper (große Kunststoff ummantelte Hohlkugeln aus Glas) am oberen Ende straff und senkrecht gehalten wird. In diese Leine sind in verschiedenen Tiefen akustische bzw. mechanische Strömungsmesser und Temperatur- und Salzgehaltssensoren angebracht, so dass mit Hilfe dieser Messungen sowohl die Strömungsgeschwindigkeit, als auch der Wärme- und Salz- bzw. Süßwassertransport bestimmt werden können. Daten dieser Verankerungen tragen dazu bei, den Wärme- und Süßwasserhaushalt der Grönlandsee und deren Variabilität zu bestimmen und damit auch den Austausch zwischen dem Arktischen Ozean und dem Nordatlantik zu untersuchen und seinen Einfluss auf die globale Ozeanzirkulation abzuschätzen.

Verankerungen spielen eine ähnliche Rolle wie die Wetterstationen auf den Kontinenten, mit dem Unterschied, dass die Daten der Verankerungen erst nach einem Jahr beim ihrem Austausch abgelesen werden können. Beim Einholen einer Verankerung wird ein akustisches Signal vom Schiff ausgesendet, durch das sich der Auslöser am unteren Ende der Verankerung von dem Ankergewicht löst. Durch den großen Auftriebskörper am oberen Ende und kleinere über jedem Messgerät schwimmt die ganze Verankerung nach einiger Zeit an die Meeresoberfläche. Bei guter Sicht und ruhiger See dauert das Bergen einer Verankerung etwa zwei Stunden. Bei schlechter Sicht, rauer See und teilweiser Eisbedeckung ist mit einer deutlich längeren Bergung zu rechnen.

Obwohl die Sicht nicht immer optimal war, gelang es uns durch die ausgezeichnete und eingespielte Zusammenarbeit zwischen der Besatzung und den Wissenschaftlern trotzdem die Verankerungen zügiger als gedacht zu

bergen, sodass wir für die Fahrt nach Norden ins Eis ein gutes Zeitpolster erarbeitet haben. Es sind nun alle 12 Verankerungen geborgen und 11 davon wieder ausgelegt worden. Von den 69 Instrumenten (Strömungsmesser, Temperatur- und Salzgehaltssensoren) haben 67 Geräte wertvolle Daten geliefert. Ein Instrument ging verloren und eines war defekt. Mit 97% war die dies-jährige Erfolgsrate die höchste seit Beginn der Messungen im Jahre 1997.

Neben den Verankerungsarbeiten wurden die Untersuchungen des Meerwassers quer durch die Framstraße bezüglich seiner physikalischen und bio-geochemischen Eigenschaften fortgesetzt. Das Hauptarbeitsgerät 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 Fluoreszenzmesser zur Bestimmung von Chlorophyll-a. Außen am Gestell hängt ein Kranz von 24 Wasserschöpfern: etwa 1m lange und 10cm dicke Kunststoffröhren, die oben und unten auf Kommando verschlossen werden können. Durch Absenken der CTD/Rosette bis auf den Meeresboden und Schließen der Wasserschöpfer in verschiedenen Tiefen beim Herausziehen lassen sich vertikale Profile der ozeanischen Messgrößen ermitteln und mit Messungen aus vergangenen Jahren vergleichen. So ergab ein vorläufiger Vergleich der Temperaturen, dass sich der Westspitzbergen-strom in mittleren Tiefen gegenüber dem Vorjahr leicht abgekühlt, das rezirkulierende Atlantikwasser in der Mitte der Framstraße dagegen leicht erwärmt hat.

Nach Beendigung der Verankerungsarbeiten nahmen wir Kurs nach Norden ins Packeis bis 81°36'N, um in zwei geologischen Arbeitsgebieten Sedimentproben am Meeresboden zuzunehmen. Die Fahrt dorthin wurde durch dichtes Eis sehr erschwert, da in diesen nördlichen Breiten inzwischen der Winter eingeleitet ist. Bei bis zu -9°C konnten wir die Neueisbildung in allen Stadien gut beobachten. Die geologischen Arbeiten wurden am Sonntagmorgen mit Erfolg beendet. Ziel dieser Arbeiten ist die Untersuchung der Klimageschichte im Bereich des Arktischen Ozeans, die aus Sedimentkernen vom Meeresboden ermittelt wird.

Sedimente am Meeresboden bestehen zu einem wesentlichen Teil aus abgestorbenen Meeresorganismen, die sich im Laufe der Jahrtausende am Meeresboden schichtweise ablagern. Da unterschiedliche Organismen durchaus unterschiedliche Temperaturen bevorzugen, lassen sich aus der Zusammensetzung der Fossilien, aber auch aus Isotopenverhältnissen und anderen Größen in den verschiedenen Schichten der Sedimente Rückschlüsse auf Ozeantemperaturen und andere Klimaparameter vergangener geologischer Zeiten ziehen.

Auf unserer Fahrt wurden Sedimentkerne durch Kastengreifer und Schwerelot gewonnen. Der Kastengreifer ist ein unten offener Würfel von 50cm Kantlänge, der nach Eindringen in das Sediment durch eine Art Bagger-schaufel unten verschlossen wird. Ein gefüllter Kastengreifer enthält etwa

ein Achtel Kubikmeter Sediment bei 50cm Schichtdicke und liefert Daten der jüngeren Erdgeschichte. Weiter in die Erdgeschichte zurück reichen Kerne des Schwerelots. Das Schwerelot besteht aus einem etwa 10 Meter langen Rohr mit etwas mehr als 10cm Durchmesser, das durch ein tonnenschweres Gewicht in den Meeresboden gerammt wird. Vierzehn Kerne haben wir auf diese Weise gewonnen, die mit etwa 6m Länge vermutlich Aussagen über etwa 100.000 Jahre Klimageschichte zulassen. Wie weit sie tatsächlich in die Erdgeschichte zurückreichen, werden abschließende Untersuchungen daheim zeigen.

Zurzeit befinden wir uns wieder auf dem Weg nach Süden, um die Arbeiten auf dem Schnitt durch die Framstraße nach Grönland fortzusetzen. Vom Yermak-Plateau nordwestlich von Spitzbergen herzliche Grüße im Namen aller Fahrt--teilnehmer/innen an alle Verwandten und Freunde daheim,

Ihr Peter Lemke

Wochenbericht Nr. 4 ARK XXI/1b FS "Polarstern" (Longyearbyen – Bremerhaven), 72°1'N, 14°44'E
05.09. - 12.09.2005

Nach Rückkehr von unserem Abstecher nach Norden wurde die letzte Verankerung erfolgreich ausgelegt und der hydrographische Schnitt bis zur Küste Grönlands beendet. Die Oberflächentemperaturen in der Framstraße deuten gegenüber dem Vorjahr eine Erwärmung im Osten und eine Abkühlung im mittleren und im westlichen Bereich an, daher haben wir auf unserem Weg nach Grönland auch mehr Meereis angetroffen als vor einem Jahr. In mittleren Tiefen (50-500m) hat sich die Erwärmung überall in der Framstraße fortgesetzt. Die Vorboten des Winters haben uns auf unserem Schnitt nach Grönland weiter begleitet und uns Temperaturen um -10°C , gelegentliche Schneeschauer und kräftige Neueisbildung beschert.

Während unserer Expedition führte die chemische Arbeitsgruppe, bestehend aus Wissenschaftlern der Universität Bergen(Norwegen) und des AWI, Messungen von gelöstem Methan und Sauerstoff, den stabilen Isotopen von Sauerstoff im Wasser und von Kohlenstoff im Methan und DMSP an mehr als zweihundert Stationen durch. Die gemeinsamen Arbeiten während der Expeditionen sind der Auftakt für eine zukünftig engere Zusammenarbeit beider Institutionen über chemisch-ozeanographische Prozesse in der Eisrandzone. Wir arbeiteten an zwei, zusätzlich ins Programm aufgenommen, Schnitten, die vom Kontinentalhang zum Yermak Plateau, vom offenen Wasser, über die Eisrandzone bis in die eisbedeckte See führten. Erste Ergebnisse zeigen, dass in der Eisrandzone, wo im Vergleich zum offenen Wasser und dem eisbedeckten Ozean eine erhöhte biologische Produktivität zu verzeichnen ist, auch eine erhöhte Methan in-situ Produktion stattfindet. Die Analyse aller vorliegenden Daten wird helfen, die Prozesse in der Eisrandzone besser zu verstehen. So wird beispielsweise der Anteil des Schmelzwassers mit Hilfe des 18O Isotops des Wassers bestimmt werden. Die Daten über den Sauerstoff- und Nährstoffgehalt des Meerwassers werden in Verbindung mit den ozeanographischen Daten Auskunft geben über die biologische Produktion in den unterschiedlichen Wassermassen.

Ein anderer Aspekt unserer meereschemischen Arbeiten betraf die Untersuchung anthropogener und natürlicher radioaktiver Stoffe in den verschiedenen Wassermassen in der Framstraße. Eine größere Anzahl Wasserproben aus der CTD/Rosette und aus der Seewasserleitung von Polarstern wurde untersucht, um die Eigenschaften des arktischen Ein- und Ausstroms durch die Framstraße zu charakterisieren. Eisproben wurden untersucht, um die Rolle des Meereises und der in ihm enthaltenen Sedimentfracht für den Transport dieser Schadstoffe zu klären.

Außerdem wurden einige Proben von Phytoplankton (Coccolithophoren) und Zooplankton (Foraminiferen) untersucht, um die Nutzung von Alkenonen und Spurenelementen in Foraminiferenschalen zur Klimarekonstruktion in Polarregionen zu verbessern.

Eine unserer biologischen Gruppen interessierte sich für die Biodiversität (Artenvielfalt) in der Tiefsee und die Nutzung der DNS, sie zu charakterisieren. Stellen Sie sich vor, Sie haben zwei Exemplare einer Tierart – eins aus der arktischen Tiefsee, eins aus der antarktischen Tiefsee. Beide sehen sich so ähnlich, dass man sie nicht auseinander halten kann. Gehören diese beiden Organismen zur gleichen Art, obwohl sie mehr als 18.000 km trennen? Dies ist eins der Rätsel, welches wir versuchen mit Hilfe einer Gruppe einzelliger Organismen, die in einer selbst gebauten Schale leben, zu lösen. Die so genannten Foraminiferen bewegen sich auf dem Meeresboden mit kleinen Scheinfüßchen, die gleichzeitig auch ein Netz bilden können, das kleine Nahrungspartikel aus dem Wasser auffangen kann. In der Tiefsee gibt es viele artenreiche Foraminiferengemeinschaften, die hauptsächlich in dem Oberflächensediment, auf kleinen Steinen oder auf anderen festen Unterlagen sitzen und eine wichtige Rolle in der Wiederverwertung von organischen Material spielen, das von der Oberfläche herabsinkt. In den Polarregionen erreichen manche Foraminiferen Größen, die man mit dem bloßem Auge wahrnehmen kann, aber normalerweise sind sie nur mit dem Mikroskop zu sehen.

Eines der Ziele der Arbeit an diesen Organismen ist es, die DNS verschiedener Foraminiferenarten zu vergleichen, um die evolutionären Beziehungen der Arten zu einander besser zu verstehen. Vor allem gilt es die DNS von Exemplaren, die bereits auf vorigen Expeditionen in die Antarktis gesammelt wurden, mit der von Exemplaren der gleichen Art von der jetzigen Expedition in die Arktis zu vergleichen, um heraus zu finden, ob die Artenunterteilung auf Grund äußerlicher Merkmale auch genetisch bestätigt wird. Zu diesem Zweck werden Hunderte von Foraminiferen verschiedener Arten aus Sedimentproben herausgepickt, welche dann identifiziert und photographiert werden bevor ihre DNS extrahiert wird oder sie zum späteren Gebrauch eingefroren werden.

Falls es zutrifft, dass Tiefseearten aus der Arktis und Antarktis genetisch eine Art bilden, würde das darauf hindeuten, dass ein ständiger Genaustausch zwischen Populationen in der Tiefsee stattfindet und dass wenigstens einige Tiefseeorganismen eine extrem große geographische Verbreitung haben – z.B. von der Arktis bis zur Antarktis! Sollten solche Kosmopoliten wirklich existieren, heißt das, dass zwar in kleinen Sedimentproben mehrere hundert Arten zu finden sind, dass diese aber zum großen Teil auch am anderen Ende der Welt existieren. Es gäbe somit zwar eine hohe lokale Artenvielfalt, dafür aber nur eine geringe weltweite Artenvielfalt der Tiefsee-Fauna, zumindest im Bezug auf Foraminiferen, die ein wichtiger Teil des Tiefsee-Ökosystems sind. Falls jedoch die Arten aus der Arktis und Antarktis genetisch verschieden sind, obwohl sie morphologisch nicht zu trennen sind (man nennt solche Arten „kryptische Arten“), gäbe es vielleicht viel mehr Arten in der Tiefsee als man bisher vermutete. Ein weltweiter Schutz der Tiefsee Artenvielfalt bleibt daher weiterhin sehr wichtig.

Andere Biologen untersuchten die Verteilung von Vögeln und Säugetieren in

der Grönlandsee und der Framstraße als Funktion der Hauptwassermassen (Atlantisches und Polares Wasser, Meereis) und der frontalen Strukturen zwischen den Wassermassen und dem Meereis. Bisher wurden während der Dampf-strecken von Polarstern 470 Zählungen zu je 30 Minuten durchgeführt. (Während der Stationszeiten, wenn Polarstern sich nicht fortbewegt, werden die Zählungen dadurch verfälscht, dass aus einer größeren Umgebung Vögel angelockt werden.) Die häufigsten Seevögel waren Eissturmvögel, Dreizehenmöwe, Krabbentaucher und Dickschnabellumme. Im Meereis war die häufigste Art die Elfenbeinmöwe. Andere beobachtete Seevögel waren Rosenmöwe, Eismöwe, Küstenseeschwalbe, Gryllteiste, Papageientaucher und Schmarotzer-, Kleine, Mittlere und Große Raubmöwe. Auch zwei Gerfalken wurden im Packeis beobachtet. Gesichtete Säugetiere umfassten Eisbären, Minke-, Finn-, und Pottwale, Weißseiten- and Weißschnauzige Delphine, Sattel-, Bart-, und Ringelrobber, und die Klappmütze.

Diese Daten sollen analysiert werden als Funktion des Nahrungsangebots. Außerdem ist ein Vergleich geplant mit ähnlichen Zählungen, die seit 1973 in der Arktis durchgeführt werden als Teil einer Langzeitstudie zu Änderungen in den Polargebieten.

Die letzte Forschungsaktivität unseres Fahrtabschnittes betraf den Håkon-Mosby-Schlammvulkan, der 145 Seemeilen nordwestlich der Nordspitze Norwegens liegt. In Schlammvulkanen steigt Schlamm aus größeren Tiefen zum Meeresboden auf, angetrieben von großem Druck und heißen Flüssigkeiten. Schlammvulkane stellen ein einzigartiges natürliches Labor zur Untersuchung von geologischen, geophysikalischen, geochemischen und biologischen Prozessen dar. Wir haben Wasserproben über dem Vulkan und Sedimentproben von seiner Oberfläche genommen. Im Zentrum des Schlammvulkans wurde eine Temperaturlanze ausgesetzt, mit deren Hilfe die Sedimenttemperaturen über einen längeren Zeitraum beobachtet werden können. Sie wird für etwa ein Jahr im Sediment bleiben und soll während einer Expedition mit dem französischen Forschungsschiff „Pourquoi Pas?“ im nächsten Sommer wieder geborgen werden. Während dieses Zeitraums zeichnet die Lanze die Temperaturentwicklung im Sediment auf, um neue Erkenntnisse über die Aktivität des Schlammvulkans zu ermöglichen.

Mit diesen Untersuchungen ist unser Forschungsprogramm beendet und wir dampfen nun nach Bremerhaven. An dem zweiten Teil unseres Fahrtabschnittes nahmen 36 Wissenschaftler und Techniker (inklusive zwei Hubschrauberpiloten) aus 8 Ländern teil. Wir wurden in hervorragender Weise von 44 Besatzungsmitgliedern unterstützt, sodass unser Programm mit großem Erfolg durchgeführt werden konnte. Unser großer Dank geht an Kapitän Schwarze und seine exzellente Mannschaft.

Aus der Norwegensee 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

ARK XXI/1b Weekly Report No. 1 13 August - 20 August 2005

At 00:50 h. on 13 August the group flight arrived in Longyearbyen. After a night in the hotel "Spitsbergen" and a free morning, a bus brought us at 13:00 h to the pier. Because of POLARSTERN's draught of 11.20 m, she had to stay moored in the fjord and we boarded by Zodiac. At 18:00 h we sailed as planned, leaving Isfjord and bearing south toward Storfjord. We are now a group of 45 cruise participants and 44 experienced crewmembers. The scientists come from 11 nations and 10 institutes or organisations and cover a wide range of disciplines. Part of the group was also on board during the first leg and continues their work in the new area of operations. The newlings had first to undergo briefings on safety measures and regulations for life on board before they could start working. Sunday was filled with unpacking the containers and installing the instruments in the labs.

Essentially, the cruise takes place in three areas: Storfjord, the Fram Strait and the Yermak Plateau. In Storfjord work is focussed on biogeochemistry. Measurements will be carried out to better understand the processes that determine the role of the ocean in releasing the greenhouse gas methane into the atmosphere. In the Fram Strait a long term programme in physical oceanography is continued by measurements and mooring work to observe the heat transport from the North Atlantic into the Arctic Ocean. The "Hausgarten" of the deep-sea biology group is located in the Fram Strait as well and is visited to keep up a long term time series to detect effects of long-term changes of oceanic condition on the deep-sea fauna. The deep-sea biology group will leave POLARSTERN at the end of next week to join the French research vessel ATALANTE with the remotely operating vehicle VICTOR6000 on board. For this purpose POLARSTERN will return to Longyearbyen on 27 August. Then, the chief scientist will change as well. This is necessary because the originally planned chief scientist Ursula Schauer had an accident and needed to be replaced at short notice. We wish her all the best for the further recovery. After the short visit to Longyearbyen POLARSTERN will head again to the Fram Strait and continue the programme. A geology project will take place further to the north on the Yermak Plateau.

After having finished the oceanographic section in the western Greenland Sea, POLARSTERN will return to Bremerhaven. In addition to the work mentioned above, biogeochemical and bio-optical investigations as well as counting of birds and mammals, which occurred during the last leg, will be continued. Samples are taken to determine the distribution of plutonium isotopes that serve as well as the measured chemical parameters as tracers for pathways of water mass transport in the Arctic Ocean and the Nordic Seas. Plankton organisms will be filtered out of the seawater to determine proxy data for paleo-oceanographic investigations of the temperature distribution in past oceans. By means of bottom samples the biogeographic pattern of deep-sea foraminifera is studied.

On our way from the Storfjord to the oceanographic section along 78°50'N we

met the sailing vessel LOVIS with a group of students from the AWI school-project HIGHSEA on board. There is no doubt that the visit on POLARSTERN was a further highlight on their adventurous trip. Since then, they have carried out measurements in Storfjord and are now on their way to Tromsø.

Even if midnight sun had blessed us only once until now, the mild and calm weather is very favourable to the progress of work on deck and in the labs. On Saturday night we crossed some open fields of drifting ice floes, with a large population of seals. Most likely this will remain the only encounter with sea ice, which we will meet during this leg before returning to Longyearbyen.

With the best regards from all on board
Eberhard Fahrback

ARK XXI/1b
Weekly Report No. 2
21 August - 27 August 2005

The first part of this leg has come to an end. On Saturday morning we left the oceanographic transect in Fram Strait and steamed towards Spitsbergen. In the evening we reached the Isfjorden and the group of geologists and new chief scientist Peter Lemke came on board by helicopter. Material from the deep-sea biology group was flown to Longyearbyen. Early on Sunday morning, the deep-sea biologists and myself disembarked to return to Germany.

During this short leg, we investigated the microbial-in-situ methane production in the upper ocean and the microbial oxidation in the whole water column. During the winter expedition in Storfjorden in 2003 an extended methane anomaly was detected with concentrations considerably exceeding the normal background values of <5 nM. The clear increase in concentrations from the sea surface to the sea floor suggests a release of methane from the seabed during resuspension events of sediments. However, the concentration of the carbon isotope ^{13}C in the methane indicates that it originated from recent bacterial activity in the water column. During this cruise it was confirmed that the presence of the methane anomaly in Storfjorden occurs also during summer. However, in contrast to wintertime the maxima are detected in the upper water column confirming that the methane originated by bacterial activity in the water column.

From the Storfjorden we steamed to the oceanographic section in Fram Strait along $78^{\circ}50'\text{N}$. Seven moorings with current meters as well as temperature and salinity sensors were recovered and redeployed. The instruments had worked perfectly. The data were read from the memories and have now been processed. Two inverted echo sounders with pressure recorders were also recovered and redeployed. The data of bottom pressure and travel time of sound to the sea surface which they recorded will allow variations of the volume and heat transport through the Fram Strait to be estimated. Temperature measurements with the CTD (conductivity, temperature, depth) sonde indicate that the upper layers of the Westspitsbergen Current continued to warm as was observed during recent years. However, in contrast to last year, the intermediate layer cooled again. The oceanography work will be continued during the next part of the leg.

The deep-sea biologists can look back on very laborious days. In rapid succession, water samples from the CTD/rosette, bottom samples from the multicorer and hauls with the Agassiz trawl were collected in the "Hausgarten". All the samples had to be processed with great care. Three moorings with sediments traps were recovered and redeployed. Landers that were used with traps, colonisation experiments and simulated foodfalls, were recovered and deployed. The deployed foodfall lander, which should have been recovered in September by our deep-sea biologists who will shortly join the French research vessel ATALANTE, came prematurely to the surface and had to be redeployed. Only one mooring, which was deployed next

to a flume experiment, did not release. The ROV VICTOR6000 on board ATALANTE will be used to investigate why the releasing procedure failed.

Water and bottom samples continued for the other groups carrying out bio-geochemical, bio-optical and biological measurements. Birds and marine mammals were counted.

A short and very work-intensive cruise came to an end and it is time to express my sincere gratitude to all the crewmembers and the scientists who worked hard to be effective and successful. As usual, it was a pleasure for me to observe the professional and hearty cooperation of all on board.

I leave here with my best wishes and with the best regards from all on board
Eberhard Fahrback

ARK XXI/1b Weekly Report No. 3 28 August - 4 September 2005

After the departure of the chief scientist Eberhard Fahrback and the Deep-Sea Group early Sunday morning Polarstern set course northwest towards the mooring array in Fram Strait to continue the recovery and re-deployment of the remaining moorings.

Moorings are an important element for studying the role of the ocean in climate. The oceans store and transport large amounts of heat. The heat transport of the Gulf Stream and its extensions in the North Atlantic is as much as that of one million large power plants. While the ocean surface currents are driven by the wind, the deeper parts of the oceans are affected through cooling at high latitudes. In this regard Fram Strait plays a major role since it provides the main communication link between the Arctic Ocean and the North Atlantic.

In order to measure the inflow of warm Atlantic water and the outflow of cold polar water, as well as their variability, our oceanographers have established a row of stationary sensor moorings across Fram Strait at 79°N that are renewed at yearly intervals. These moorings consist of a weight (usually three railroad train-wheels) and a long Kevlar rope, which is buoyed up and kept straight by a big balloon at the top. A variety of devices like velocity-, temperature- or salinity sensors are mounted along the rope at certain depths. Data from these moorings are important to determine the freshwater and heat budgets of the Greenland Sea and to understand its variability. The target is to obtain an overall picture of the Arctic Ocean/north Atlantic water exchange and its impact on the global ocean circulation.

Moorings play a similar role as weather stations on the continents, with the difference that its data can only be obtained after one year when the mooring is replaced. For the recovery of a mooring an acoustic signal is sent from the ship, which causes a device at the bottom of each mooring to release the anchor rope. The top buoy and smaller floats next to each instrument then pull the anchor rope up to the water surface including all sensors for an easy retrieval. Under good weather conditions and calm sea the recovery usually takes two hours. Bad weather, rough seas and sea ice may cause a severe delay.

Although the visibility was occasionally less than optimal we achieved – through an excellent collaboration between the crew and the scientists – a faster recovery than expected. This gave us some extra time for the difficult transition to the geological research sites further north in the dense pack ice. We have now recovered all 12 moorings and re-deployed 11 of them. Out of 69 instruments 67 provided excellent data. One instrument got lost and one was defect. This year's 97% success rate was the highest since the beginning of these measurements in 1997.

Besides the mooring work we have continued to measure the vertical

structure of temperature and salinity and to take water samples at different depths in Fram Strait to determine its bio-geo-chemical properties. 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, turbidity and chlorophyll-a in its centre. At its rim, a carousel of water samplers is fixed, consisting of 24 plastic tubes of 1m length and 10 cm diameter, which can be remotely closed at top and bottom. Through lowering the CTD-rosette to the ocean floor and closing the water samplers at certain depths upon lifting we were able capturing the different water masses, which are then analysed for various tracer concentrations and other physical and bio-geo-chemical properties. Subsequently, these data are compared to measurements from previous cruises. A preliminary comparison to data from the previous year indicates a slight cooling of the intermediate layers in the West Spitzbergen Current. The Return Atlantic Water in the middle of Fram Strait, on the other hand, was characterized by higher temperatures (up to 0.5°C) and slightly higher salinities.

After finishing the mooring work, we steamed north into dense pack ice towards two geological sites at 81°36'N to take sediment samples. The transit was difficult since at these latitudes winter has already set in. At -9°C we were able to observe the different stages of sea ice formation in full detail. The geological work finished successfully Sunday morning. The aim of this study is to investigate the climatic history of the Arctic Ocean from marine sediment cores, which were taken by two different devices, a box corer and a gravity corer.

The box corer resembles a big cube of 50cm size with an open base. After penetration into the sediment, the box is closed at the bottom, yielding about an eighth of a cubic metre of sediments with information about the recent history of climate. Information from further back in time is obtained with the help of the gravity corer. The gravity corer is a metal tube of approximately 10m length, which is pushed into the sediment by a top weight of 1.5 tonnes. Fourteen cores have been taken with an average length of 6m, providing information about the history of climate back to approximately 100 000 years. Details about these records will be obtained from specific investigations at home.

Currently we are steaming south to continue the hydrographic section at 79N towards Greenland. With best wishes from all participants of this cruise for all family members and friends at home from the Yermak Plateau north of Spitzbergen

Yours Peter Lemke

ARK XXI/1b Weekly Report No. 4 (Longyearbyen – Bremerhaven), 72°1'N, 14°44'E 5 September - 12 September 2005

After returning from our excursion to the north the last mooring was successfully deployed, and the hydrographic section to the coast of Greenland was completed. As compared to last year, the ocean surface temperatures indicate a warming in the east and a cooling in the middle and western regions of Fram Strait, so that we encountered more sea ice on our way to Greenland than the year before. At mid-depth (50-500m) the warming is continuing all across Fram Strait. The precursors of winter were with us all the way to Greenland and brought freezing temperatures of about -10°C, occasional snow showers and strong formation of new ice.

During our cruise the chemistry group, consisting of scientists from the University of Bergen and the AWI, has made measurements of dissolved methane and oxygen, nutrients, stable isotopes of oxygen and carbon and DMSP from more than two hundred stations. Further co-operation is planned, especially on chemical tracers in the marginal ice zone, so we decided to include two additional transects across the slope towards the Yermak Plateau from the open water, via the marginal ice zone, well into the ice-covered sea. Preliminary results show that in situ methane production takes place mainly in the marginal ice zone where biological activity is higher than in the open water and the ice-covered areas. This result will be compared with other chemical data to get a better understanding of the different processes that take place in this area, which is characterised by a high amount of meltwater. The concentration of meltwater will be determined with the help of the oxygen isotopes measured from the water samples. In addition, nutrients and oxygen will be used to quantify the biological production and (together with temperature and salinity data) to distinguish between the different water masses present in the water column.

Another aspect of our marine chemistry work was to study the distribution of human-made and naturally occurring radio-nuclides in the different water masses circulating through the Fram Strait. A set of water samples from the CTD/Rosette and the ship's sea water supply has been taken in order to characterize the in- and outflow. Several sea-ice samples were also taken, both in the Yermak Plateau area and over the Greenland shelf, to study the role of the sea-ice and the sea-ice-borne sediments in the transport of pollutants.

In addition, many phytoplankton (coccolithophores) and zooplankton (foraminifera) samples have been filtered from the ship's sea water supply, to improve the reliability of algal membrane lipids (alkenones) and the composition of trace elements in foraminiferal shells as paleoceanographic proxies at high latitudes.

One of the biological groups aboard was interested in the deep-sea biodiversity and the use of DNA to characterise it. Imagine you have two animals, one from the Antarctic deep sea and one from the Arctic deep sea.

Both look exactly the same. Are they the same species, given that they live about 18,000 km apart? This is a question we are trying to answer, using a group of single-celled organisms called Foraminifera, which usually live inside a shell. They move around the seafloor and catch food particles using a net of protoplasmic filaments that extend from the cell. In the deep sea, there are many diverse communities of Foraminifera that live in the sediment surface layer or attached to any solid support such as stones or shells. They play an important role in reprocessing the degraded dead plant and animal material that sinks down from the ocean surface. Some Foraminifera in the polar regions can be very large, with cells reaching up to several millimetres in size, but most of them are tiny and can be observed only with a microscope.

One of the aims is to use molecular markers to identify foraminiferan species and establish how they are related to one another by comparing their DNA. We will compare the specimens collected during this expedition with samples collected previously in the Antarctic in order to find out whether some of the species that look the same are also genetically identical. In order to do this, we have isolated hundreds of specimens of different species of Foraminifera samples of deep-sea sediment collected with a corer. We identify and photograph them and then either extract their DNA right away or freeze them for later processing.

If we find that Arctic and Antarctic deep-sea species are the same genetically, that would suggest that there is a continuous gene flow among the populations living in the deep ocean and that at least some deep-sea organisms can have enormously large geographic ranges – e.g. from the Arctic all the way to the Antarctic! If such “cosmopolitan” species exist, we might find several hundred species in one small sample, but these will include many species found on the other side of the world as well. Then there would be a high local diversity, but a low global diversity of deep-sea animals. However, if we find that the species from the Arctic and Antarctic are not the same genetically, even though they appear the same (what we call cryptic species), then there may be many, many more species in the deep sea than we previously thought. This means that a global protection of the deep-sea biodiversity remains of crucial importance.

Another group of biologists was working on the quantification of at-sea distribution of seabirds and mammals in the Greenland Sea, as a function of the main water masses (Atlantic water, polar water, pack ice), identified on the base of hydrological parameters (water temperature, salinity), and of frontal structures between water masses and the ice edge.

Up to now, more than 470 transect counts of 30 minutes each have been carried out while the Polarstern was steaming. (Counting while the ship is moving minimizes the interactions between the ship and the birds; at stations, the ship can attract seabirds from an unknown range.) The most numerous seabirds were fulmar, kittiwake, little auk and Brünnich's guillemot. In the pack ice, the most frequently encountered bird was the

ivory gull. Other seabirds seen were Ross's gull, glaucous gull, arctic tern, black guillemot, puffin, and arctic, pomarine, long-tailed and great skua. Two gyrfalcons (of the Greenlandic white morph) were also observed in the pack ice. Mammals seen included polar bears, whales (Minke, fin, and sperm), dolphins (white-sided and white-beaked), and seals (harp, bearded, ringed, hooded).

These data will be analysed as a function of local food availability, and compared to similar counts that have been performed in the Arctic, since 1973, as part of a long-term study of changes in polar regions.

The last scientific activity of this cruise took place on the Håkon Mosby Mud Volcano, which is located 145 nautical miles northwest of the northern tip of Norway. In mud volcanoes, mud rises from deeper layers to the ocean floor forced by high pressure and hot fluids. They represent unique natural laboratories for studying the interaction between geological, geophysical, geochemical, and biological processes. We measured temperature and salinity profiles above the volcano, and took water and sediment samples. A temperature lance was deployed at the centre of the mud volcano for a long-term temperature observation. It will remain in the sediment for about one year and will be recovered in the course of an expedition of the French research vessel "Pourquoi Pas?" next summer. During this period of time, the lance will record sediment temperatures in order to obtain a more profound insight into the activity of the mud volcano and the associated mud and fluid flows.

With this activity our scientific programme is finished, and we are now steaming home to Bremerhaven. In the second part of this cruise 36 scientists and technicians (including 2 helicopter pilots) from 8 countries took part. We were ably supported by the excellent co-operation of 44 crew and ship staff, so that our program could be carried out with great success. Our sincere thanks goes to Captain Schwarze and his excellent crew.

In the name of all members of the expedition I send greetings from the Norwegian Sea, and bid you farewell from my position as Chief Scientist.

Yours Peter Lemke