

Die Expedition ARK-XXVII/1

Wochenberichte

[25. Juni 2012](#): Auf zur nördlichen Framstraße

[2. Juli 2012](#): Arbeit rund um die Uhr

[9. Juli 2012](#): Vom offenen Ozean in den Nebel auf dem grönländischen Schelf

Zusammenfassung und Fahrtverlauf

14. Juni 2012 - 15. Juli 2012, Bremerhaven - Longyearbyen

Der 1. Fahrtabschnitt der *Polarstern*-Expedition ARK-XXVII beginnt am 14. Juni 2012 in Bremerhaven und führt in die nördliche Framstraße. Die Arbeiten erfolgen im Wesentlichen auf einem Schnitt zwischen Spitzbergen und Grönland entlang von 78°50'N. Die Reise wird am 15. Juli 2012 in Longyearbyen auf Spitzbergen enden.

Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten liegt bei der Untersuchung von längerfristigen Veränderungen in diesem Meeresgebiet und deren Zusammenhang mit einer möglichen Klimaveränderung. Die ozeanographischen Arbeiten haben zum Ziel, Änderungen des Wassermassen- und Wärmeaustauschs zwischen dem Nordpolarmeer und dem nördlichen Atlantik sowie der Zirkulation in der Framstraße zu quantifizieren. Dafür werden Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff und Meeresströmungen gemessen. Ozeanographische Verankerungen, die vor einem Jahr auf diesem Schnitt ausgelegt wurden, um kontinuierliche Messungen auszuführen, werden aufgenommen und mit neuen Geräten wieder ausgelegt. Damit wird die mittlerweile 15 Jahre andauernde Messreihe fortgesetzt. Zur räumlich hochauflösenden Wiederholungsmessung auf dem Schnitt, wird ein Seaglider für drei Monate im Einsatz bleiben. Dieser autonome Geräteträger taucht auf seiner Profilfahrt durch die Framstraße bis in 1000 m Tiefe ab und führt dabei Messungen aus. Um den Seaglider unter dem Eis einsetzen zu können, werden in der westlichen Framstraße akustische RAFOS-Schallquellen verankert.

Im Rahmen der biologischen Arbeiten werden zusätzlich zur Wasserprobennahme Netzfänge ausgeführt und Sedimentproben genommen. Damit sollen Veränderungen der Zusammensetzung der Planktongemeinschaften erfasst werden. Ferner soll der Umsatz organischer Substanz und damit verbundene Zersetzungsprozesse untersucht werden, um ein besseres Verständnis biogeochemischer und mikrobiologischer Rückkoppelungsprozesse im zukünftigen, von der Klimaveränderung beeinflussten, Ozean zu erlangen.

Zur Untersuchung des natürlichen und anthropogen Kohlenstoffhaushalts verschiedener Wassermassen und den Veränderungen in der Ventilation der Tiefwassern, werden Verteilungen der Konzentration von gelöstem Kohlenstoff, Sauerstoff, Nährstoffen und den Spurenstoffen entlang des Schnitts gemessen. Die Verteilung den Isotopen und Seltener Erden wird gemessen, um die Wassermassenverteilung in der Framstraße zu charakterisieren. Wasserproben zur Bestimmung von verschiedenen Formen des gelösten Kohlenstoffs werden genommen und analysiert, um zu bestimmen wie viel Kohlenstoff von den Flüssen in den Arktischen Ozean und damit schließlich in den Atlantischen Ozean eingebracht wird. Um die Ozean-Atmosphären-Flüsse von verschiedenen Gasen in der Framstraße zu quantifizieren, werden die Wasserproben mit dem en-Route-Pumpensystem der *Polarstern* genommen.

Zur Erfassung der Veränderungen des grönländischen Eisschildes, die durch die Deformation der Erdoberfläche indirekt sichtbar werden, werden in Nordost-Grönland mit den Hubschraubern GPS-Sensoren ausgebracht.

Beobachtungen und Zählungen von Seevögeln und von marinen Säugetieren werden im Rahmen einer Langzeituntersuchung durchgeführt, um Zusammenhänge zwischen der räumlichen Verteilung dieser Tiere und derjenigen ozeanischer

Wassermassen, Frontalzonen, des Packeises und der Eiskante zu erkennen.

ARK-XXVII/1, Wochenbericht Nr. 1

14. Juni - 24. Juni 2012

Das Forschungsschiff *Polarstern* begann seine 27. Expedition in die Arktis am Donnerstag, den 14. Juni 2012. Da wir Bremerhaven schon recht früh verließen, hatten die meisten von uns schon am Vortag eingeschifft und von Familie und Freunden verabschiedet. Auch eine Gruppe von AWI-Kollegen wünschte uns eine gute Reise, als wir am Morgen Bremerhaven hinter uns ließen. Bevor wir uns auf den Weg zur Framstraße machten, blieben wir allerdings noch für einige Stunden in der Nordsee. Eine Gruppe von AWI- und Fielax Technikern führte noch Tests von verschiedenen an Bord befindlichen wissenschaftlichen Geräten durch, während die Expeditionsteilnehmer das tolle Wetter und einen wunderschönen Blick auf Helgoland genießen konnten. Mit dem Helikopter wurden die Kollegen dann wieder nach Bremerhaven ausgeflogen und so konnte das Heli-Shuttle auch einen unserer belgischen Kollegen abholen. Er hatte leider am Abreisetag seinen Pass verloren und schaffte nach einer Nachtreise zur belgischen Botschaft in Berlin den definitiv letzten Flug zur *Polarstern*.

Während der ruhigen Überfahrt in den Norden konnten wir das warme und sonnige Wetter entlang der norwegischen Küste genießen. Die ersten Tage an Bord nutzten wir zum Auspacken unserer wissenschaftlichen Instrumente und der Laboreinrichtung, was manchmal mit einer längeren Suche in verschiedenen Containern, Boxen und Kisten verbunden war. Die Tatsache, dass unser Schiff das Ausrüstungsmaterial für drei verschiedene Fahrtabschnitte geladen hat, darunter auch einen in die zentrale Arktis, machte die Sache manchmal nicht gerade einfacher. Einige Geräte, wie z. B. das MIMS System (*membrane inlet mass spectrometer for measuring saturation of the trace gases dissolved in the sea water*= Membran-Massenspektrometer, welches dazu benutzt wird, Spurengase im Seewasser zu messen) wurden schon in Bremerhaven installiert, um direkt mit der Beprobung der Wassersäule beginnen zu können. Die ersten sechs Stationen befanden sich auf unserer Fahrt durch die Norwegische See und die südliche Framstraße. An diesen relativ flachen Stationen ließen wir die Wasserschöpfer (CTD) auf eine Tiefe von 200 m herab. Durch genetische Untersuchungen dieser Proben erhalten wir einen Einblick in die Verteilung der kleinen Mikroorganismen in den verschiedenen Wassermassen zwischen Bremerhaven und Spitzbergen. Außerdem wurden auf dem Weg nach Norden zwei verschiedene Strömungsmesser ausgesetzt. Einer der Strömungsmesser besteht aus den sogenannten NEMO floats. Diese bewegen sich mit den Meeresströmungen in einer voreingestellten Tiefe und messen die Temperatur und den Salzgehalt des umgebenden Wassers. Alle drei Tage messen sie dann ein volles Profil von der Wasseroberfläche bis in 2000 m Tiefe, um danach wieder in die voreingestellte Tiefe abzusinken. Die SVP-B Bojen sind hingegen mit einem 6,5 m langen Seil ausgestattet und treiben an der Wasseroberfläche. Dort



Ein Schwertwal (Killerwal oder Orca), den wir auf dem Weg nach Norden angetroffen haben (© D. D'Hert, PoE)



Wasserprobennahme aus der CTD-Rosette auf einer CTD-Station (© I. Petersen, PEBCAO)



Die Auslegung eines Bodenrahmens mit verschiedenen Messgeräten und ...



... die Aufnahme einer Verankerung in der Framstraße (beide Fotos © A. Beszczynska-Moeller, OZE)

messen sie ebenfalls die Temperatur und den atmosphärischen Druck. Beide Strömungsmesser übermitteln ihre Daten zum Land mittels Iridium-Satelliten-Übertragung. Aber nicht nur diese Messungen beschäftigten uns während der Überfahrt. Am Sonntag fanden sich viele Fußballfans zur Live-Übertragung des Fußballspiels Deutschland gegen Dänemark auf dem Helideck ein, um gemeinschaftlich die Daumen zu drücken und den Sieg zu feiern.

Die drei Mitglieder des vogel- und meereskundlichen Beobachtungsteams des PoE (Labor für polare Ökologie) waren die ersten von uns, die mit der Feldarbeit beginnen konnten. Von der Brücke aus zählen sie Seevögel, Wale, Robben und Eisbären während unserer Reise, allerdings nur wenn das Schiff fährt. Ein Schiff auf Station, welches nicht fährt, zieht möglicherweise Seevögel an, was die Zählungen verfälschen würde. Zusätzlich werden, wenn das Wetter es möglich macht, Helikopterflüge durchgeführt, um weit vom Schiff entfernte Tiere zu erfassen.

Aufgrund guter Wetterbedingungen konnte das PoE Team schon von Beginn an eine Vielzahl an Walen beobachten. In den ersten zwei Tagen wurden neun Schweinswale, die kleinsten Wale in der Region, und drei nördliche Zwergwale gesichtet. Nahe der norwegischen Küste beobachteten sie außerdem neun nördliche Entenwale. Auf unserem Weg zu den Lofoten wurden mehrere Gruppen von Schwertwalen (insgesamt 59 Tiere, männliche, weibliche und Jungtiere) nah am Schiff gesichtet. Außerdem wurden neun Pottwale gezählt. Auf dem Weg nach Spitzbergen und dem kontinentalen Schelf wurden um das Schiff herum Finnwale am häufigsten gesichtet – insgesamt 32 Tiere. Siebzehn weitere Finnwale wurden während der Helikopterflüge erfasst. Außergewöhnlich hoch war die Anzahl an Blauwalen mit insgesamt elf Individuen. Zusätzlich wurden vier Buckelwale auf dem Transekt Richtung Westen gesichtet. Während des ersten Helikopterfluges und vom Schiff aus haben wir 26 Weißschnauzendelfine beobachtet. Bei Position 78°50'Nord 6°40'Ost hatten wir einen außergewöhnlichen Gast: wir sahen einen Seiwal, welcher bisher nur ein einziges Mal in der Arktis während einer früheren *Polarstern* Expedition (ARK XXV 2010) beobachtet wurde. Mindestens 20 weitere Wale waren zu weit weg, um die Art identifizieren zu können.

Während der ersten Woche wurden 24 Vogelarten mit insgesamt ca. 4000 Individuen gezählt. Die häufigsten Arten waren der nördliche Eissturmvogel, die Dickschnabellumme, die Dreizehnmöwe und der Krabbentaucher. Ein wunderschönes Exemplar einer männlichen Schneeammer in vollem Paarungsgefieder besuchte uns für zwei Tage an Bord. Ein Plüschkopften-Pärchen flog am 20. Juni an *Polarstern* vorbei. Normalerweise kommt diese Art nur an den nördlichen Küsten Russlands und Alaskas vor und wurde erst zum fünften Mal in der westlichen Arktis erfasst. In den letzten Tagen erreichten wir die ersten Eisfelder, wo wir sofort drei Elfenbeinmöwen beobachteten. Diese Art ist während der Brutzeit auf dem Eis zu finden.

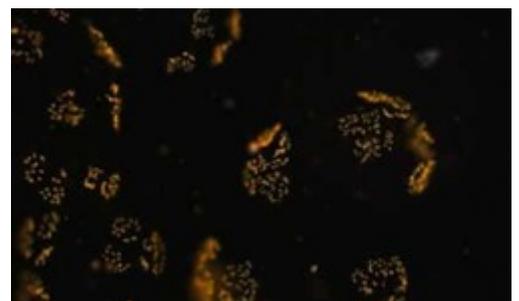
Mittwochabend, am 20. Juni, erreichten wir unser Zielgebiet, den Transekt entlang des 78° 50' Breitengrades in der nördlichen Framstraße. Die intensive Stationsarbeit begann mit mehreren CTD-Stationen (Kranzwasserschöpfer) in den Schelfgebieten westlich von Spitzbergen. Unsere OZis (die Gruppe der physikalischen Ozeanographen) haben auf all diesen Stationen Temperatur und Salzgehalt über die gesamte Wassersäule gemessen und in verschiedenen Wassertiefen Proben für biologische und chemische Untersuchungen genommen. Diese Messungen werden während unserer Fahrt an jeder der ca. 80 geplanten Stationen wiederholt werden. Am nächsten Tag erreichten wir die erste Verankerung, welche auf dem Schelf westlich von Spitzbergen ausgelegt wurde. Anders als Tiefwasserverankerungen besteht diese nur aus einem schweren Grundgewicht und einem Messgerät. Sie hat keine Sensoren im oberen Bereich, weil aufgrund des Temperaturanstiegs der Ozeane die Fischerei auf dem Spitzbergen-Schelf in den letzten Jahren drastisch angestiegen ist. Dies stellt ein Risiko für jedes Gerät in den oberen Wasserschichten dar. Unsere weiteren elf Verankerungen, die weiter weg vom Schelf ausgebracht wurden, decken hingegen fast die gesamte Wassersäule ab. Diese Verankerungen bestehen jeweils aus einer Leine, die am Boden



Die PEBCAO-Gruppe bei der Arbeit mit dem großen Multinetz...



... und mit dem Handnetz (beide Fotos © A. Wolanin, PEBCAO)



Mikroplankton gesammelt auf einer der Stationen in der Framstraße (© S. Gaebler-Schwarz, PEBCAO)

verankert wird. An diesen Leinen sind unterschiedliche Sensoren angebracht sind, die kontinuierlich die Temperatur und den Salzgehalt des Wassers sowie die Geschwindigkeit und die Richtung der Wasserströmungen aufzeichnen.

An bestimmten Stationen führen wir sogenannte Superstationen durch, die neben CTD-Messungen auch umfangreiche biologische Untersuchungen beinhalten. Ein Ziel dieser Expedition ist es, das Plankton zu untersuchen. Plankton umfasst die Lebewesen – Pflanzen und Tiere - die in der Wassersäule schweben und nicht gegen die Wasserströmung schwimmen können. Dazu gehören neben Bakterien auch die einzelligen Algen, die die Grundlage des arktischen Nahrungsnetzes darstellen, und verschiedene krebsartige Tiere (Crustaceen), die hier in hohen Dichten zu finden sind. Der Klimawandel könnte einen erheblichen Einfluss auf diese Lebensgemeinschaften haben und somit könnte sich auch die Zusammensetzung der Nahrung der größeren Tiere, wie zum Beispiel der Vögel und Wale, verändern. Um nun zu untersuchen wie die kleinen Lebewesen der Wassersäule auf verschiedene Umweltbedingungen reagieren, nehmen wir mit den unterschiedlichsten Netzen Proben und fangen so Algen, Ruderfußkrebse (Copepoden) und Flohkrebse (Amphipoden). Zusätzlich werden Wasserproben mit Wasserschöpfern aus verschiedenen Tiefen genommen und filtriert. So können wir verschiedene Parameter wie z.B. den Kohlen- und Stickstoffgehalt oder die Pigmente und die genetischen Fingerabdrücke der Algen im Wasser messen und gewinnen damit einen Einblick in die Vielfalt und Verteilung der Arten in der Framstraße. Diese Untersuchungen sind sehr vielfältig und daher sind wir insgesamt neun Wissenschaftler an Bord, die sich die unterschiedlichen Arbeiten aufteilen und so die Ökologie der Planktonorganismen in der Arktis untersuchen (PEBCAO = **P**lankton **E**cology and **B**iogeochemistry in a **C**hanging **A**rctic **O**cean).

Auch die anderen Gruppen an Bord sind damit beschäftigt, Proben zu nehmen und auszuwerten. Über ihre Arbeiten werden wir in den kommenden Wochen berichten. Das Wetter bleibt weiterhin gut, ebenso wie die Stimmung an Bord. Wir freuen uns auf die ersten Eisschollen, die der Nordwind schon ankündigt und einige von uns hoffen darauf, Eisbären zu Gesicht zu bekommen.

Herzliche Grüße aus der Framstraße von allen Fahrtteilnehmern,
Agnieszka Beszczynska-Möller
(mit der großen Hilfe von Steffi Gäbler-Schwarz und Barbara Niehoff)

ARK-XXVII/1, Wochenbericht Nr. 2

25. Juni 2012 - 1. Juli 2012

Seitdem wir mit den Arbeiten am Kontinentalabhang vor Spitzbergen begonnen haben, wurde nahezu rund um die Uhr gearbeitet. Mittlerweile hat es sich so eingespielt, dass tagsüber die Verankerungen aufgenommen bzw. ausgesetzt werden, während nachts die CTD und Planktonnetze zu Wasser gelassen werden. Das Schiff bewegt sich dabei zwar entlang des Transektes auf dem 78°50'N Breitengrad langsam nach Westen – unser Fahrtverlauf sieht jedoch etwas mysteriös aus. Das liegt unter anderem daran, dass wir tagsüber sehr schnell zu den Verankerungsstationen fahren, wo wir immer eine ganze Weile bleiben, um Geräte einzuholen oder auszubringen. Mit Anbruch der Nacht fahren wir zurück und füllen die Lücken zwischen den Verankerungen mit CTD-Stationen. Dann nehmen viele Wissenschaftler ihre Wasserproben aus der CTD und so hat sich ein richtiges Nachtleben entwickelt, welches sich kaum mit der Tagesschicht überschneidet. Da die Sonne in der Framstraße zurzeit aber nicht mehr untergeht, genießen alle den Polartag.

Am vergangenen Sonntag, den 24. Juni, erreichte *Polarstern* endlich das Eis und damit den Lebensraum der Eisbären. An Bord rechneten wir fest damit, die faszinierenden Tiere beobachten zu können, da nicht nur viele Spuren auf den Eischollen ihre Anwesenheit bezeugten, sondern auch beim ersten Helikopterflug ein Bär gesichtet wurde. Zur Enttäuschung aller ließen die Bären jedoch auf sich warten. Am Samstag, den 29. Juni, war es dann aber soweit: sechs Eisbären – darunter ein Weibchen mit ihrem schon recht großen Jungen – waren so dicht am Schiff, dass wir sie zumindest mit Ferngläsern gut beobachten konnten. Am folgenden Tag tauchten drei weitere Bären auf. Einer davon schlief auf der Seite, sodass seine Fußsohlen in die Luft ragten. Eisbären geben über ihre Fußsohlen Körperwärme ab und vermeiden damit Überhitzung. Überhitzung ist für diese Kolosse, die mit ihrem dicken Pelz hervorragend an die arktischen Temperaturen angepasst sind, eine viel größere Gefahr als zu erfrieren. Während *Polarstern* vorbei fuhr, wachte der Eisbär auf und streckte und reckte sich, bevor er sich langsam auf den Weg machte.

Das Eis war zwar heiß ersehnt - besonders von den Jungforschern –, es machte uns das Arbeiten aber schwer. Bei anhaltendem Nordwind baute sich eine Zunge driftender Eisschollen auf, die bei etwa 5° Ost auf unseren Transekt traf. Das Eisfeld war zwar nicht besonders kompakt, aber große Eisschollen stellen eine Gefahr während des Ausbringens bzw. des Bergens der Verankerungen dar, insbesondere, wenn die sogenannten Kevlar-Seile über die scharfen Eiskanten reiben oder wenn die Messinstrumente unter driftendem Eis hervorgezogen werden müssen. Die Arbeiten an unserer ersten Verankerung liefen jedoch glatt. Mit ihrem mächtigen Seitenstrahler konnte *Polarstern* die Eisschollen von der Verankerung fernhalten und eine offene Wasserfläche freihalten.

Bevor wir in dichteres Eis gerieten, legten wir zwei sehr spezielle Verankerungen aus. Jede von ihnen besteht aus seiner Unterwasser-Winde, die in etwa 100 m Tiefe befestigt ist, und einem Profiler, der an der Winde befestigt ist. Viermal am Tag



Einer der Eisbären, der von *Polarstern* aus entdeckt wurde (© D. D'Hert, PoIE)



Auslegung der Unterwasserwinde mit dem CTD-Profiler (© A. Beszczynska-Moeller/AWI)



Herausziehen einer Verankerung unter einer Eisscholle (© A. Beszczynska-Moeller/AWI)

steigt dieser Profiler zur Wasseroberfläche auf und sammelt dabei Daten in der oberen Wassersäule. An der Oberfläche werden diese Daten dann über Satellit an eine Landstation geschickt. Der Profiler wird danach durch die Winde wieder in die Tiefe gezogen und wartet dort auf seinen nächsten Einsatz. Dieses innovative und technisch komplexe System muss den starken Strömungen in der Framstraße widerstehen können. Wir sind daher sehr froh, dass uns von Land die gute Nachricht erreichte, dass der Profiler erfolgreich Daten versendet.

Auf unserem Weg nach Westen erreichten wir dann die Eiskante nahe am Greenwich-Meridian. Das Eisfeld verdichtete sich und verlangsamte dadurch unsere Arbeiten. Um Verankerungen bergen zu können, mussten wir zunächst die dicken Eisschollen zerbrechen und so eine eisfreie Fläche schaffen. An manchen Stellen drifft das Eis jedoch schneller als wir es in Schach halten konnten und dann hieß es abwarten, bis sich ein größeres Loch auftat, welches uns genügend Zeit für Bergung oder Ausbringung der Verankerungen ließ. Die Verankerungen, die am weitesten westlich liegen, wurden alle in kompaktem Eis aufgenommen. Mehrfach rissen die Seile, wenn sie durch oder unter Eisschollen hindurchgezogen wurden. Glücklicherweise halten Auftriebskörper, die über die gesamte Länge einer Verankerung angebracht sind, die Geräte an der Oberfläche und so bekommt man das Seil immer wieder zu fassen. Manchmal stecken die Instrumente und Auftriebskörper jedoch im rauen Boden der Eisschollen fest. Dann muss man das Seil mit zusätzlichem Gewicht beschweren oder über Umlenkrollen führen, um es wieder zu befreien. All diese Arbeiten müssen mit großer Sorgfalt durchgeführt werden und sind sehr zeitaufwändig – die Aufnahme einer einzigen Verankerung brauchte manches Mal einen gesamten Tag. Ich bin daher sehr glücklich, dass wir nun alle Instrumente sicher an Bord bringen konnten und keine Verankerung verloren haben.

In den Abendstunden, wenn die Arbeiten an den Verankerungen beendet waren, kam die Zeit der CTD-Wache. Einige CTD-Stationen wurden für eine vollständige, interdisziplinäre Probennahme genutzt. An anderen Stationen wurden jedoch nur Wasserproben mit der Rosette – dies sind insgesamt 24 Wasserschöpfer, die auf einem kreisförmigen Stahlgestell befestigt sind, – genommen. Die Wissenschaftler standen dann in einer Schlange an, um ihre Proben entnehmen zu können. Eine der Gruppen, die sich an diesem intensiven Programm beteiligen, ist das Tracer Team des GEOMAR in Kiel, das sich mit der Analyse von CFC-12 und SF₆ in der Wassersäule beschäftigt.

CFC-12 ist ein FCKW (FluorChlorKohlenWasserstoff) und hat einen recht negativen Bekanntheitsgrad dadurch erreicht, dass es in der oberen Stratosphäre die Ozonschicht zerstört. Aufgrund dieser Eigenschaft wurde die Produktion Anfang der 90er Jahre weltweit eingestellt. Das SF₆ (Schwefelhexafluorid) zerstört zwar nicht die Ozonschicht, hat allerdings einen 22.000-fach höheren Treibhauseffekt als CO₂. Beide Stoffe werden (wurden) nur industriell hergestellt und sind somit anthropogene Spurengase (Tracer) in der Atmosphäre und folglich auch im Ozean. Die jährliche Veränderung des Konzentrationsprofils in der Atmosphäre ist ziemlich genau bekannt und wird an mehreren Messstationen weltweit gemessen. Genau diese Zeitabhängigkeit der Konzentration kann man nutzen, um diverse Informationen über Wassermassen zu erhalten. Einfach ausgedrückt bedeutet dies, dass man über zwei gemessene Tracer Aussagen über Ventilations- und Transportprozesse in der Wassersäule treffen kann. Man kann berechnen in welchem Maße sich eine Wassermasse mit anderen Wassermassen vermischt hat, welches mittlere Alter das Wasser hat oder aber auch wie viel anthropogenes CO₂ theoretisch aufgenommen wurde. Mit Hilfe weiterer Parameter wie zum Beispiel Salzgehalt, Temperatur, Sauerstoff, CO₂ und Nährstoffen lässt sich eine Wassermasse ziemlich genau charakterisieren und man erhält ein solides Gesamtbild über die physikalischen und in gewissen Maße auch über die biologischen Prozesse.



Nachdem das Verankerungsseil gerissen ist, werden die Auftriebskörper vom Personentransportkorb aus geborgen. (© A. Beszczynska-Moeller/AWI)



Bergung einer Verankerung im kompakten Meereisfeld (© A. Beszczynska-Moeller/AWI)



Gaschromatograph-Messinstrument zur gleichmäßigen Messung von SF₆ und CFC-12 (© T. Stoeven, GEOMAR).

Die Wasserproben aus der Rosette werden auch auf ihren Gehalt an gelösten, schwarzen Kohlenstoff hin untersucht. Diese Messungen, die auf unserer Fahrt Aron Stubbins vom Skidaway Institute of Oceanography in Savannah durchführt werden, werden hier zum ersten Mal im Arktischen Ozean vorgenommen. Soweit wir heute wissen, kann sich schwarzer Kohlenstoff nur durch Erhitzen organischer Materie bilden und ist damit ein spezifischer Tracer für durch Wärme veränderte Substanz. Erst kürzlich wurde nachgewiesen, dass schwarzer Kohlenstoff sowohl im gesamten Atlantik als auch Pazifik zu finden ist; er macht etwa 2% des gelösten organischen Kohlenstoffes aus. Damit ist schwarzer Kohlenstoff eine der häufigsten organischen, molekularen Klassen, die im Ozean quantifiziert werden können. Er ist auch eine der ältesten organischen Verbindungen, da er über Tausende von Jahren unverändert zu bleiben scheint. Die Proben werden im Westspitzbergenstrom und im Ostgrönlandstrom genommen, die beide durch die Framstraße fließen. So wollen wir den Austausch von schwarzem Kohlenstoff zwischen dem Arktischen und dem Atlantischen Ozean abschätzen.

Wir fahren nun weiter nach Westen in den dicht mit Eis bedeckten Teil der Framstraße. Hier werden wir unseren CTD-Transect weiterführen und Unterwasserschallquellen ausbringen. Letztere werden für die Navigation autonomer Glider benötigt. Wir werden auch versuchen, Grönland mit dem Helikopter zu erreichen, um dort an der Küste GPS-Sensoren zu installieren. Über diese spannenden Aktivitäten werden wir aber in der kommenden Woche genauer berichten.

Umgeben von wunderschönen Eisschollen senden wir herzliche Grüße an die Leser des Wochenberichtes,
Agnieszka Beszczynska-Möller
(mit der großen Hilfe von Barbara Niehoff und Steffi Gäbler-Schwarz)

ARK-XXVII/1, Wochenbericht Nr. 3

2. Juli - 8. Juli 2012

Nachdem wir unsere ozeanographischen Verankerungen entlang des Transekts ausgebracht bzw. geborgen hatten, begannen wir damit, akustische Verankerungen, die im westlichen, eisbedeckten Teil der Framstraße liegen, auszutauschen. Diese RAFOS Schallquellen (RAFOS steht - rückwärts gelesen - für Sound Fixing And Ranging) geben viermal am Tag unter Wasser ein akustisches Signal mit einer niedrigen Frequenz (260 Hz) ab. Dieses Signal wird dann von einem sogenannten Glider, den wir nächste Woche ausbringen werden, empfangen. Ein Glider ist ein autonomes Unterwasserfahrzeug, welches die Temperatur, den Salzgehalt und die Fluoreszenz – ein Maß für die Menge an Algen im Wasser - misst. Wenn der Glider an der Wasseroberfläche auftaucht, kann er seine Position über GPS abfragen; dies ist aber nicht möglich, wenn er sich unter Wasser oder unter Eis befindet. Damit das Gerät nun navigieren kann, nutzt es die akustischen Signale, die von unseren RAFOS-Schallquellen ausgesandt werden. Insgesamt sechs dieser Schallquellen sind über die Framstraße verteilt. Schon 2011 wurde dieses System erfolgreich verwendet und die Glider konnten, wenn die Bedingungen für die Schallübertragung gut waren, Signale von Schallquellen empfangen, die 300 km entfernt waren.

All unsere Schallquellen, auch die am weitesten südlich verankerten, befanden sich im kompakten Eis, da die Eisbedeckung dieses Jahr viel stärker als im langjährigen Mittel ist. Nicht nur der westliche, sondern auch der zentrale und tiefste Teil der Framstraße ist fast vollständig von großen Schollen aus mehrjährigem Eis bedeckt. Mit großem Zeit- und Arbeitswand mussten wir die RAFOS-Schallquellen daher unter dem Eis bergen. Das Ausbringen dieser Verankerungen war glücklicherweise etwas leichter, da die Positionen der Schallquellen relativ flexibel gewählt werden können. Wir haben einfach nach großen, recht stabilen Lücken im Eisfeld gesucht und dann die akustischen Verankerungen zu Wasser gelassen.

Ein Ziel dieser Expedition war es, GPS-Sensoren auf Grönland auszubringen. Da wir auch hierfür Zeit benötigten, haben wir zunächst nur vier Schallquellen ausgelegt und machten uns dann auf den Weg zum grönländischen Schelf.

Schon bald hatten wir mit schwerem Eisgang zu kämpfen, da das Eis in Richtung Westen immer dicker (2-3 m) und kompakter wurde. So erreichten wir erst Montagabend die Festeiskante – eine dicke, fast durchgängige und sehr stabile Eisdecke, die sich vor der grönländischen Küste gebildet hatte. Um dichter ans Land zu kommen, folgten wir der Kante nach Norden und erreichten dann die "Northeast Water Polynya" – einen eisfreien Bereich in einem eigentlich eisbedeckten Gebiet, der sich aufgrund der dort herrschenden Wasserströmungen jedes Jahr auftut. Endlich lag Grönland in Reichweite der Helikopter!

Unglücklicherweise erlaubte das Wetter jedoch keine Flüge, da der dichte Nebel die Sichtweite auf ein Minimum reduzierte und niedrige Wolken das gesamte Gebiet zwischen *Polarstern* und der Landstation bedeckten. Gelegentlich zogen auch einige Schneeschauer über uns hinweg. Die Landstationen, die sich zwischen 300 und 600 m über dem Meeresspiegel



Bergung akustischer RAFOS Verankerungen mit unterschiedlichen Schallquellen in der eisbedeckten westlichen Framstraße (© A. Beszczynska-Moeller, AWI)



Vorbereitungen, um die Rosette an einer CTD-Station ins eisbedeckte Wasser zu lassen (© S. Menze, AWI)



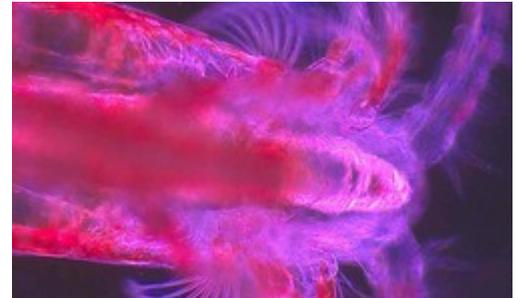
Polarstern-Helikopter auf dem Weg zur Eiskundung auf dem grönländischen Schelf (© S. Menze, AWI)

befinden, lagen ebenfalls unter dichten Wolken begraben. Während wir auf Wetterbesserung warteten, nutzten wir die Zeit, um mit dem Bongonetz Zooplankton zu sammeln. Das Wetter war jedoch auch am folgenden Tag schlecht und so entschieden wir, der Eiskante dicht an der Küste weiter zu folgen und alle fünf Meilen für eine flache CTD-Station zu stoppen. Zwei Tage später hatten wir zwar einen schönen CTD-Schnitt vervollständigt, während dessen alle Arbeitsgruppen Wasserproben sammeln konnten, die grönländische Küste blieb aber aufgrund des anhaltenden Nebels die ganze Zeit unerreichbar. Unsere Helikopterpiloten versuchten mehrfach, zu den GPS-Stationen zu fliegen, wurden aber immer wieder von starkem Schneefall oder niedrigen Wolken zur Umkehr gezwungen. Nun wurde die Zeit knapp und wir mussten auf unseren Transekt zu den CTD-Stationen zurückkehren.

Während wir uns von Westen nach Osten vorarbeiteten, blieb Grönland zwar innerhalb der Reichweite der Helikopter, die Wetterbedingungen änderten sich aber nicht und keiner unserer Versuche, die Landstationen zu erreichen, war erfolgreich. Letztendlich mussten wir daher der Natur nachgeben und uns weiter von der Küste entfernen, um unsere verbleibenden Arbeiten aufzunehmen.

Während der restlichen Woche führten wir unsere Messungen und Probennahmen an den CTD-Stationen im westlichen Teil der Framstraße fort. Nachdem wir den grönländischen Schelf verlassen hatten, überquerten wir den Ostgrönlandstrom, der kaltes und salzarmes Wasser aus dem Arktischen Ozean in den Nordatlantik transportiert. Alle Gruppen warteten gespannt auf Proben aus diesem Gebiet. Der Inhalt der vierundzwanzig Wasserschöpfer der CTD-Rosette war daher heiß begehrt und wurde unter hitzigen Diskussionen und mit einigem logistischen Aufwand unter den Wissenschaftlern aufgeteilt.

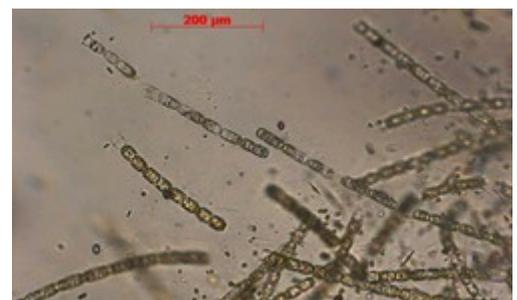
An diesen Proben waren auch die Planktonforscher interessiert. Diese Gruppe (PEBCAO) hat in zwei Wochen intensiver Arbeit auf dem Transekt insgesamt ca. 1.500 l Seewasser filtriert, 30 Proben mit dem Apsteinnetz per Hand genommen und elfmal die Multinetze eingesetzt, um pflanzliches und tierisches Plankton zu sammeln. Noch haben wir keine detaillierten Ergebnisse, da die meisten Analysen erst im Labor in Bremerhaven durchgeführt werden können. Einige Proben werden aber sofort an Bord bearbeitet. Diese zeigen, dass die Alge *Phaeocystis pouchetii*, eine Schlüsselart der arktischen Gewässer, von Spitzbergen bis in die Mitte der Framstraße regelrechte Teppiche bildete. Wir konnten auch sehen, dass sich die Filter mit Proben, die im Osten unseres Transektes genommen wurden, intensiv grün-braun färbten - ein Zeichen dafür, dass viele Algen im Wasser waren. Hier war die Wasseroberfläche entweder eisfrei oder von nur relativ dünnem Eis bedeckt, sodass genügend Licht ins Wasser eindringen konnte und das Wachstum der Algen förderte. Davon profitiert die Ruderfußkrebsart *Calanus finmarchicus*, die wir hier in großen Mengen vorfanden. Im Westen der Framstraße auf dem grönländischen Schelf waren hingegen kaum Algen zu finden. Die Wasseroberfläche war hier noch sehr stark mit Eis bedeckt. Dadurch gelangt wenig Licht ins Wasser und die Algen können nur langsam wachsen. Die Unterseite mancher Eisschollen aber ist mit einem braunen Belag - der Kieselalge *Melosira arctica* - überzogen. *Calanus glacialis*, der hier im Westen im polaren Wasser lebt, ernährt sich von diesen Eisalgen. Diese Art ist ein enger Verwandter von *Calanus finmarchicus* und war in einigen unserer Fänge auf dem Schelf sehr häufig. Flohkrebse, die auch Gegenstand unserer Untersuchungen sind, waren hier hingegen recht selten, weil sie tieferes Wasser brauchen.



Ein wunderschönes Exemplar des Ruderfußkrebses *Calanus finmarchicus* aus der östlichen Framstraße (© S. Gaebler-Schwarz, AWI)



Einsatz des Personentransportkorbs, um den Algenteppich unterhalb der Eisschollen zu beproben (© K. Castro-Morales, AWI)



Zellen der Kieselalge *Melosira arctica* (© K. Schmidt, AWI)



Große Wasserproben, in denen Neodym aufkonzentriert wird, um dessen Isotopenverhältnisse zu analysieren (© M. Zieringer, GEOMAR)

Ein weiteres Projekt dieser Expedition untersucht die sehr kleinen Algen im Ozean mit molekularbiologischen Methoden.

Diese Algen sind autotroph; das heißt, dass sie Sonnenlicht und Kohlenstoff in organisches Material umwandeln und als Nebenprodukt den auch für uns wichtigen Sauerstoff erzeugen. Steigende Wassertemperaturen aufgrund des globalen Klimawandels könnten gravierende Auswirkungen auf die Zusammensetzung, Verteilung und Aktivität dieser Phytoplankton-Organismen haben. So zeigten frühere Projekte, dass mit höheren Wassertemperaturen nicht mehr Kieselalgen dominieren sondern Flagellaten, die sich durch rudende Bewegungen ihrer Geißeln (Flagellen) fortbewegen können, häufiger werden. Um nun herauszufinden, wie sich die Gemeinschaft der Algen im Nordatlantik mit der Temperatur verändert, haben wir auf der Fahrt von Bremerhaven bis in die Arktis Proben genommen. Unsere Proben stammten dabei immer aus der Wassertiefe, in der maximale Chlorophyllwerte zu finden waren, denn diese kennzeichnen den Bereich mit der höchsten Algendichte. Aus diesen Proben werden wir im Labor die DNA der Algen isolieren und analysieren. So können wir uns davon ein Bild machen, welche Arten im Nordatlantik vorkommen und wie sie dort verteilt sind. Wir wollen aber nicht nur wissen, welche Art häufig vorkommt sondern auch wie gut die einzelnen Arten an ihre Umwelt angepasst sind. Um das herauszubekommen, isolieren wir neben der DNA auch die RNA. Die RNA ist der Bauplan für alle Proteine in einer Zelle und enthält daher Informationen darüber, wie flexibel eine Art auf ihre Umwelt reagieren kann.

Die Gruppe des GEOMAR in Kiel interessiert sich dafür, woher genau das Wasser stammt, in dem wir Messungen durchführen. Sie nutzt chemische Elemente als Indikatoren, um die Herkunft einer Wassermasse zu bestimmen. Eines dieser „Seltene Erden Elemente“ ist das Neodym. Dieses Element ist Bestandteil der kontinentalen Gesteine, es löst sich aber, wenn das Gestein verwittert, in Wasser und wird über die Flüsse in die Ozeane eingetragen. Wie alle chemischen Elemente liegt Neodym in unterschiedlichen Isotopen vor. Verschiedene Isotope eines Elements bezeichnen Atome, die zwar die gleiche Anzahl Protonen aber eine unterschiedliche Anzahl Neutronen im Atomkern haben und damit unterschiedlich schwer sind. Das Verhältnis, in dem die unterschiedlich schweren Isotope des Neodyms vorliegen, ist nun abhängig von der Art des Gesteins und dessen Alter. Es charakterisiert also die verschiedenen Kontinente, die den Arktischen Ozean umgeben. Ein bestimmtes Isotopenverhältnis ist damit sozusagen die Visitenkarte eines bestimmten Kontinents. Über Flüsse und ozeanische Wasserströmungen wird das gelöste Neodym über große Distanzen transportiert und im offenen Ozean vermischen sich dann Wassermassen mit unterschiedlichen Isotopensignaturen. Im Rahmen unseres Projektes wollen wir nun herausfinden, woher das Wasser stammt und wie stark sich die Wassermassen mischen, welche durch die Framstraße in den Arktischen Ozean hinein- bzw. aus dem Arktischen Ozean heraus fließen. Die Neodym-Konzentrationen sind im Meerwasser normalerweise extrem gering (10–40 pmol/kg). Daher benötigen wir für unsere Analysen sehr viel Wasser, in dem das Neodym aufkonzentriert wird, sodass wir es später in den Laboren des GEOMAR Kiel analysieren können. Bis jetzt haben wir schon mehr als 100 Proben gesammelt, was einer Wassermenge von mehr als 2000 l Meerwasser entspricht.

Auch die engagiertesten Ozeanographen und Biologen brauchen mal eine Pause und daher fand am Samstagabend ein Grillfest auf dem Arbeitsdeck statt. Nach einem wunderbaren Essen, welches die Küchenchefs zauberten, standen wir noch lange draußen und genossen den Blick auf die Eisschollen, die das Schiff umgaben. Bis in die frühen Morgenstunden wurde gelacht und getanzt.

Wir senden diesen Wochenbericht mit den herzlichsten Grüßen an unsere Familien und Freunde zu Hause, während wir von einer CTD Station zu nächsten fahren....

Im Namen aller Fahrteilnehmer an Bord
Agnieszka Beszczyńska-Möller
(mit der großen Hilfe von Barbara Niehoff und Steffi Gäbler-Schwarz)

The Expedition ARK-XXVII/1

Weekly Reports

[25 June 2012:](#) Towards the northern Fram Strait

[2 July 2012:](#) Busy work during days and nights at the Fram Strait main transect

[9 July 2012:](#) From the open ocean into the fog on the Greenland shelf

Summary and Itinerary

14 June 2012 - 15 July 2012, Bremerhaven - Longyearbyen

The first leg of *Polarstern* expedition ARK-XXVII will start on 14 June 2012. The ship will depart from Bremerhaven to conduct research in the northern part of Fram Strait. The field work will concentrate on a section along 78°50'N across Fram Strait from the shelf edge west of Spitsbergen to the East Greenland shelf. The cruise is scheduled to end in Longyearbyen on 15 July 2012.

The observations aim to detect and to quantify long-term changes of the ocean system which might occur in the context of climate change. The oceanographic measurements aim at the estimation of oceanic volume and heat fluxes through Fram Strait between the northern North Atlantic and the Arctic Ocean. The measurements include temperature, salinity, oxygen and ocean currents. A moored array, deployed in 2011 for continuous, year-round measurements will be recovered and redeployed with new instrumentation. Hydrographic sections with high spatial resolution will be measured by a Seaglider. This autonomous device will be deployed for a 3-months long mission in Fram Strait. RAFOS sound sources will be deployed in the western, ice-covered part of Fram Strait to support acoustic navigation of the glider under the sea ice.

Hydrographic measurements will be combined with net sampling for biogeochemical studies. Climate-induced changes of plankton communities will be investigated. The turnover of organic matter during production and decomposition will be studied to achieve a better understanding of the biogeochemical and microbiological feedback processes in the future ocean.

To study the natural and anthropogenic carbon budget of the water masses and changes in deep water ventilation, the concentrations of dissolved carbon, oxygen, nutrients and transient tracers will be measured along the Fram Strait section. The analysis of isotopes and rare earth elements will be used to study water mass signatures in Fram Strait. Different forms of dissolved carbon will be measured in water samples to determine how much of the riverine carbon entering the Arctic Ocean is exported to the Atlantic Ocean. The air-sea exchange fluxes of different gases in Fram Strait will be measured in samples from the underway sampling system of *Polarstern*.

To study changes of the Greenland ice sheet, visible indirectly at deformations of the surface of the Earth, the GPS sensors will be deployed out in the north-eastern Greenland with helicopters.

Continuous observations and counting of seabirds and marine mammals will be performed. This long-term study is aimed to quantify the spatial distribution of seabirds and marine mammals in respect to the variability of oceanic water masses, frontal zones as well as the concentration of pack ice and the location of sea ice edge.

ARK-XXVII/1, Weekly Report No. 1

14 June - 24 June 2012

Polarstern started her 27th expedition to the Arctic on Thursday, 14th of June. Due to the early morning departure most of us had already embarked and said good-bye to families and friends on the previous day. Also a group of AWI colleagues bid us farewell when the ship left Bremerhaven. Before bounding for Fram Strait, we stayed for several hours in the North Sea. While the cruise participants enjoyed the nice weather and beautiful views of Helgoland, the group of technicians from AWI and Fielax performed extensive tests of different ship's scientific equipment. After completing the tests, they returned by helicopters to Bremerhaven. The 'heli-shuttle' brought also back on board our Belgian colleague. He unfortunately lost his passport on the departure day and had to make overnight trip to Berlin to get a temporary document. Luckily, he still managed to catch the last flight to *Polarstern*.

During the transit days to the north we enjoyed the warm and sunny weather when sailing swiftly along the Norwegian coast. The first days were mostly busy with unpacking of our instruments and lab equipment. Sometimes it also involved a longer search between different containers, boxes and crates since the ship is fully loaded for three cruise legs, including one to the high Arctic Ocean. Some equipment, like the complicated MIMS system (membrane inlet mass spectrometer for measuring saturation of the trace gases dissolved in the sea water) had been already installed in Bremerhaven and collected samples underway. The first six stations were located along our transit route across the Norwegian Sea and southern Fram Strait. At these shallow stations we lowered the CTD probe with rosette (a ring of 24 sampling bottles) to the depth of 200 m and collected water samples. They will be used to obtain DNA and RNA samples (gene expression) of phytoplankton occupying different water masses between Bremerhaven and Spitsbergen. Additionally we deployed two types of drifters along the way to the north. The profiling NEMO floats move together with sea currents at the programmed depth, measuring temperature and salinity of sea water. Once in three days they complete the full profile by descending to 2000 m, going to the surface and returning again to the parking depth. The SVP-B buoys are equipped with the 6.5 m drogue and drift on the surface, measuring temperature of the sea surface and atmospheric pressure. Both types of buoys transmit the collected data to land by the Iridium satellite link.

But not only measurements kept our attention during the transit days. On Sunday, nearly everybody gathered on the helicopter deck to listen to the live transmission of the European Championships football game. The German team playing against Denmark was vividly supported and their victory happily celebrated.



Orca (killer whale) observed on the way to Fram Strait (© D. D' Hert, PoIE)



Collecting water samples from CTD rosette on the CTD station (© I. Petersen, PEBCAO)



Deployment of the bottom frame with instruments and ...



... recovery of the deep mooring (both photos © A. Beszczynska-Moeller, OZE)

The bird and mammal observing team (PoE = Laboratory for Polar Ecology) was the first one to start field work. They count animals only when the ship is moving, because a standing ship can attract birds and so influence the results of the counts. With a team of three participants, the priority is to count from the bridge on a continuous basis, visibility and light allowing. Complementary observations are simultaneously obtained, when possible, from helicopter.

Due to good sea conditions during the first week of the cruise, the PoE team managed to observe numerous cetaceans. It started on the first two days with nine harbour porpoises, the smallest cetacean in the region, and three sightings of the northern minke whale. Near the Norwegian coast nine northern bottlenose whales were spotted. On the way to the Lofoten several groups of killer whales (59 animals in total), consisting of males, females and young, surfaced very close to the ship. Additionally nine sperm whales were observed in this region. On the way to Svalbard and its continental shelf the fin whales were abundant around the ship (32 animals) and another 17 were counted during the helicopter flights. We also encountered an exceptional number of 11 blue whales during sailing along the main transect to the west, as well as four humpbacked whales. At least 20 unidentified whales were counted as well. Twenty-six white-beaked dolphins were seen from the ship and during the first helicopter flight. One sei whale was spotted at the position 78°50'N 6°40'E. The only other record of this species in Arctic waters dated during the earlier *Polarstern* cruise ARK-XXV in 2010, nearly at the same position.

24 species of birds were recorded during the first week with a total of around 4000 individuals. The most numerous were the northern fulmar, Brünnich guillemot, kittiwake and little auk. A beautiful male snow bunting in full breeding plumage was discovered on the 19th of June on board and spent two days feeding on the monkey island. On the 20 June an exceptional observation of a male and a female spectacled eider flying along the boat was done. The spectacled eider is very localized breeding species on northern Russian coast and northern coast of Alaska. This observation is only the fifth record of this species in the Western Palearctic. In last days we approached to the drifting sea ice for the first time and immediately three ivory gulls were circling around the boat. This species is restricted to the ice in the breeding season.

On Wednesday evening, 20th of June we arrived at our main transect along the 78°50'N parallel in the northern Fram Strait. The intensive field work started with several CTD stations in the shelf waters west of Spitsbergen. On these stations the OZIs (physical oceanography group) measure temperature and salinity of the seawater from the surface down to the bottom. We also take water samples from different depths for chemical and biological analyses. Such measurements are repeated on each of the ca. 80 planned stations. On the next day we reached the position of our first mooring. This mooring was deployed on the shelf west of Spitsbergen and, other than deep water moorings, consisted of only a heavy bottom frame with measuring instrumentation but have no sensors in the upper water column. This is essential because, due to ocean warming, the fishing activities have increased heavily on the Spitsbergen shelf in recent years, posing a risk for any device moored in the water column.

The eleven deep moorings, which are located further away from the shelf, cover nearly the entire water column. Each of them consists of a bottom-anchored line equipped with multiple devices, which continuously measure temperature, salinity as well as current speed and direction. However, they have no surface elements which could be taken by the drifting sea ice. Until last Sunday, 24th of June, we have already recovered and redeployed six moorings. The whole working deck is covered by floatation balls and the wet lab is filled with regained instruments. Usually the mooring work is done during the daytime and combined with CTD stations in the night.

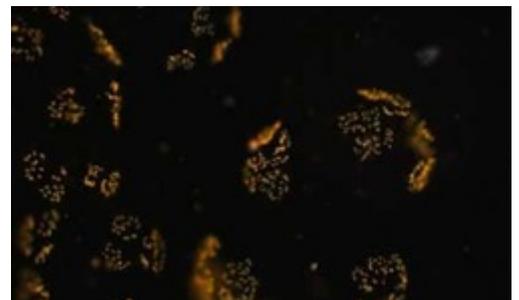
At selected locations we also have so called SuperStations – the stations where CTD measurements are combined with an extensive biological sampling. One goal of this expedition is the investigation of the plankton. Plankton describes all



The PEBCAO team at work with the Multinet ...



...and hand net (both photos © A. Wolanin, PEBCAO)



Microplankton collected on one of the Fram Strait stations (© S. Gaebler-Schwarz, PEBCAO)

organisms, animals and plants, which drift in the water column and cannot swim against currents. Among others, this includes bacteria, unicellular algae and various crustaceans, which are highly abundant in these areas. Climate change might have severe impact on these communities and may thus change the diet of larger animals such as e.g. birds and whales. To study how the small organisms of the water column respond to environmental conditions, we take samples with different nets catching algae, copepods and amphipods. We use nets, which can be separately closed at different depths (Multi nets), as well as simple nets, which are deployed by hand. In addition we take water samples with Niskin bottles from different depths. These samples are filtrated for measuring e.g. carbon and nitrogen content, algal pigments and genetic fingerprints in the water. This gives insight into the biodiversity and species distribution in the Fram Strait. As this work is very diverse we are nine scientists on board, jointly working on the ecology of plankton organisms in the Arctic Region (PEBCAO = **P**lankton **E**cology and **B**iogeochemistry in a **C**hanging **A**rctic **O**cean).

The other groups on board are busy with sampling and analysis as well and we will report on their work in the upcoming weekly letters. The weather remains good, as does the mood on board. Feeling the cold wind coming from the north and moving to the west, we are looking forward to see the first ice floes (some of us in hope for sighting the first polar bears).

With the warmest greetings from Fram Strait from all cruise participants,
Agnieszka Beszczynska-Möller
(with a great help from Steffi Gäbler-Schwarz and Barbara Niehoff)

ARK-XXVII/1, Weekly Report No. 2

25 June 2012 - 1 July 2012

Since the beginning of mooring operations on the continental slope west of Spitsbergen, each day has been extremely busy with the intensive work nearly around the clock. We kept the well-proven rhythm of activities with recoveries/deployments of oceanographic moorings in the daytime and CTD stations during all nights. The ship has been moving slowly to the west (along the main transect at 78°50'N) but our cruise track looked rather mysterious for an uninformed observer. Usually we jumped quickly between mooring positions and then stayed there for long hours, when instruments were regained or lowered into the water. But when the night came, we went back with small steps, filling the gaps between moorings with densely distributed sampling stations. Due to this schedule, a big party of scientists, taking samples at the CTD stations, turned into the nightlife, hardly meeting the others. But during the polar day, sun does not set in Fram Strait in summer and everybody could enjoy working in the daylight.

On previous Sunday, June 24th, for the first time during our cruise *Polarstern* reached the sea ice, and hereby the habitat of the polar bear. The expectations to encounter many individuals were high, since an individual and many tracks were seen on the very edge of the ice during a first helicopter survey. However, no further sightings occurred until Saturday, June 29th, on which 6 polar bears (among them one female with a larger young) were observed. The following day, 3 more bears were seen. One of them was sleeping on its side, with the soles of the feet exposed to the air as to maximize its cooling surface to the air (to avoid overheating). Hyperthermia is a greater danger than hypothermia due to excellent insulating properties of its coat. The polar bear finally woke up and performed some stretching before slowly walking away.

The sea ice, so awaited by younger polar researchers on board, actually made our work more difficult. Under prevailing northerly winds, a tongue of drifting ice floes built up from the regular ice edge towards our section already around 5°E. The ice field was not very compact but big ice floes pose a danger for a mooring during its deployment or recovery. This happens in particular when our Kevlar ropes have to negotiate the sharp edge of a floe or when measuring instruments have to be dragged out from beneath the drifting ice. However, our first mooring operations in ice went smoothly. With her mighty stern thruster, *Polarstern* was able to blow the ice floes away from the area around the mooring, securing the open water space for devices to be recovered or deployed.

Before we entered the more compact sea ice, we had also deployed two very special moorings. Each of them consists of the underwater winch which is moored in a depth of about 100 m below the surface, and the profiler, attached to the winch. The profiler is equipped with CTD sensors and an Iridium satellite modem. Four times per day, when ascending to the surface, the profiler collects the data in the upper layer of the ocean. After it reaches the surface, the measured data are transmitted via satellite to the land station and afterwards the profiler is again pulled down by the submerged winch and put asleep until the next scheduled profile. This innovative and technically complex system has to withstand the strong currents in the eastern



The magnificent polar bear encountered by *Polarstern* in the sea ice field (© D. D'Hert, PoIE)



Deployment of the underwater winch with the CTD profiler (© A. Beszczynska-Moeller/AWI)



Pulling the top of the mooring from beneath the ice floe during recovery in ice (© A. Beszczynska-Moeller/AWI)

Fram Strait. Therefore we were very happy to get the message from the land station that the profiler reached the surface and provided data as programmed.

Moving further to the west, we reached the sea ice edge located close to the Greenwich meridian. The ice field became much more compact and slowed down our mooring work. When recovering a mooring in the ice field, first we have to break the thick floes at the mooring position. Sometimes the ice system drifts even faster than we are able to keep the lead in the ice open. Then we have to wait until the bigger 'hole in the ice' arrives at the position and gives us enough time for the recovery or deployment. Our four westernmost moorings were all recovered in the compact ice. Several times the mooring ropes were broken when pulled through or beneath the ice floes. Fortunately, there are flotation balls distributed along the whole length of mooring ropes. If the rope breaks, they float on the surface and allow picking up the other pieces of the mooring cable. Sometimes the instrument packages and flotation balls got stuck under the rough bottom of surrounding ice floes. In such cases we had to pull the mooring ropes through a system of blocks around the ship or pull down the rope by an additional anchor weight to release it from under the floe. Since all these operations had to be done with the highest care, they were very time consuming and sometimes the recovery of single mooring took the whole day. But I am happy to say that we have managed to recover and redeploy all oceanographic moorings without losing any of them. Moreover, even with difficult recoveries from under the sea ice, not a single instrument got lost when negotiating the hard way among or beneath the ice floes.

In the evenings, when the mooring work was completed, the CTD watch took over. The CTD stations between moorings included also the SuperStations with a full interdisciplinary sampling program. On other stations, only the CTD probe with rosette went down, providing water samples for many scientists, waiting in the line to share water from all 24 bottles. One of the groups with the intensive sampling program is the Tracer Team of GEOMAR in Kiel. They are concerned with the analysis of CFC-12 and SF6 throughout the whole water column.

CFC-12 is one among a number chlorofluorocarbons and has acquired a negative image through its role in destroying the ozone layer in the upper stratosphere. SF6, sulphur hexafluoride, doesn't destroy the ozone layer but is 22.000 times more effective as a greenhouse gas as carbon dioxide. Both substances were, or are still, only produced industrially and therefore are anthropogenic tracers in the atmosphere and consequently in the ocean. The annual change in the concentration profile of these gases is well known and is measured at a number of stations around the world. It is just this variation in time, which can be used to gain various pieces of information about different water masses. Expressed simply, using these two tracers it is possible to make statements about the ventilation and transport processes in the water column. It is possible to calculate the extent to which one water mass has mixed with another, what the mean age of the water is and also how much anthropogenic CO₂ has, theoretically, been taken up. Together with other parameters such as salinity, temperature, oxygen, CO₂ and nutrients it is possible to characterize a water mass quite accurately and so obtain a good overall picture of the physical and to some extent the biological processes.

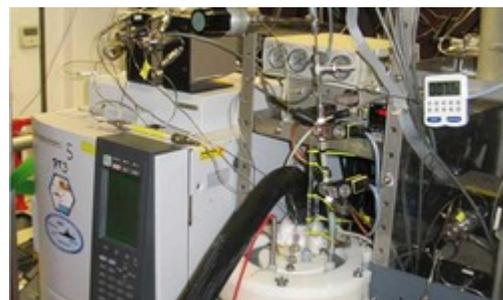
The water samples taken with the rosette on CTD stations are also analysed for the dissolved black carbon. The measurements during the ARK-XXVII/1 cruise, done by Aron Stubbins from Skidaway Institute of Oceanography in Savannah provide the first attempt to measure the dissolved black carbon in the Arctic Ocean. As far as is known, it can only be formed through the heating of organic matter, making it a specific tracer for thermally altered material. Dissolved black carbon was recently found to occur throughout the Atlantic and Pacific Oceans and to represent about 2 per cent of total dissolved organic matter (DOM). This makes dissolved black carbon one of the most prevalent of organic molecular classes quantified in the global ocean. It is also the most refractory and oldest organic compound identified in the ocean, where it appears to resist



Fishing out the flotation balls from the person chair hanging on the crane after the mooring rope was broken. (© A. Beszczynska-Moeller/AWI)



Recovery of the mooring in the compact sea ice field (© A. Beszczynska-Moeller/AWI)



Gas chromatographic purge and trap system for a simultaneous measurement of SF6 and CFC-12 (© T. Stoeven, GEOMAR)

degradation for thousands of years. The samples for the dissolved black carbon analysis are collected from the West Spitsbergen and East Greenland Currents as they pass through Fram Strait. By quantifying dissolved black carbon in these waters we aim to determine a first estimate of the exchange of dissolved black carbon between the Arctic and Atlantic Oceans.

We are now going farther into the western, densely sea ice covered part of Fram Strait to continue our CTD transect and to recover and redeploy the underwater sound sources, used for navigation of autonomous gliders. We will also try to reach Greenland with helicopter flights for deploying the GPS sensors on the Greenland coast. But more about these exciting activities – in the next weekly report...

Sailing among the beautiful sea ice floes, we send our warm greetings to the readers of this weekly report,
Agnieszka Beszczynska-Möller

ARK-XXVII/1, Weekly Report No. 3

2 July - 8 July 2012

After finishing our work with recovery and deployment of the oceanographic moorings along the main section, we started to exchange the other kind of moorings – the acoustic RAFOS sound sources located in the western, ice covered part of the strait. The RAFOS (**S**ound **F**ixing **A**nd **R**anging read backward) sound sources provide an acoustic underwater low-frequency (260 Hz) signals four times per day. These signals are used by the glider (an autonomous underwater vehicle to be deployed next week) to obtain the position when it has to profile under the sea ice with no surfacing. The six RAFOS sources were already in use during two glider missions in 2011. The gliders were able to receive the RAFOS signals from as far as 300 km from the source positions, proving that the range of underwater sound transmission in Fram Strait is good enough for navigation of gliders under the ice.

All our sound sources, even the southernmost ones, occurred to be in the compact sea ice field. During our cruise the ice extent in Fram Strait is much larger than the average June-July situation. Not only is the western part of the strait nearly fully covered by the compact and thick sea ice, but also the central, deepest area is filled with huge multiyear ice floes (much thicker than young one-year sea ice). With a lot of time and effort we had to regain each RAFOS mooring from under the ice. Deployments are slightly easier because the positions of sound source moorings are rather flexible. We usually first look for a big, stable opening (lead) in the sea ice field and then lower an acoustic mooring into the open water.

Since we needed time for deploying the GPS sensors on land stations, we had to split the sound sources mooring operations in two parts. After serving four moored sources we bound for the Greenland shelf. Very soon we had to negotiate heavy ice conditions, the ice field became compact and thick (2-3 m), slowing down our progress. On Monday evening we reached the edge of the fast ice – a thick, nearly solid and very stable sea ice cover, building offshore from the Greenland coasts. To get closer to the land we followed the ice edge northward and went into the Northeast Water Polynya – the area of open water which clears every year on the ice-covered Greenland shelf due to the sea currents' pattern. Finally, we were in the range of helicopter flight to the coastal GPS stations.

Unfortunately, the weather we met on the Greenland shelf was not favourable for the helicopter flights. The dense fog limited visibility to a minimum and very low clouds covered the whole area between the ship and land stations. Occasionally also the snow showers went through our position. The GPS land stations, located between 300 and 600 m above the sea level, were permanently covered by the dense layer of low clouds. Waiting for the weather to improve, we collected samples with the Bongo net on the spontaneous biological station in the polynya. However, on the next day the weather conditions were equally bad for flying. We decided to move along the ice edge southward, stopping every 5 nautical miles for a shallow CTD station and looking for the location from which the helicopter could reach the coast despite of low clouds. Two days later we had a



Recovery of moorings with different types of the acoustic RAFOS sound sources in the ice covered western Fram Strait (© A. Beszczynska-Moeller, AWI)



Preparing the rosette for lowering into the water on the CTD station in the ice (© S. Menze, AWI)



Polarstern helicopter, leaving for the ice reconnaissance on the Greenland shelf (© S. Menze, AWI)

nice CTD section along the ice edge completed, with plenty of water samples collected by all groups. But the Greenland coast remained unachievable. Many times our helicopters tried to fly towards the planned GPS stations but they were always forced to return when meeting snowfalls or dense low clouds. Due to limited cruise time we had to come back to our CTD stations on the main section. Working from west towards east, for the following two days we remained in the helicopter range from the coastal GPS stations. But the weather conditions did not change and none of several attempts to reach the coast was successful. Finally we had to yield to the Nature's forces and move farther from the coast, out of the flight reach, to complete the remaining work.

For the rest of last week, we have continued our measurements and collection of water samples on the CTD stations in the western part of Fram Strait. After leaving the Greenland shelf, we crossed the East Greenland Current, which carries the cold and less saline Polar water from the Arctic Ocean to the North Atlantic. All groups were very keen on getting samples from this interesting area. All twenty-four bottles of our CTD rosette were in a high demand and sharing their content among all interested parties was done with lively discussions and some logistical effort.

These samples were also of an interest for scientists focused on the plankton. Within the two weeks on the transect, the PEBCAO group has filtrated about 1500 l of seawater and taken thirty samples by hand with the Apstein net to collect phytoplankton. For sampling zooplankton we conducted ten hauls with the large and eleven hauls with the small Multinet. We cannot yet present detailed results because most samples will be analysed later in the laboratories of the Alfred Wegener Institute in Bremerhaven. Some samples have been, however, already processed on board and they show that *Phaeocystis pouchetii* – a microalgal key species of the Arctic – was abundant in the surface waters from Spitsbergen towards the middle of the Fram Strait. Here, in the eastern part of Fram Strait, the water was ice free or covered by thin ice floes. Our filters quickly stained green-brown also indicating that algae are abundant. In this area the copepod *Calanus finmarchicus* dominated the zooplankton community. In contrast, in the western Fram Strait on the Greenland shelf it appears that there were hardly any algae in the water column based on the colour of our filters. The ice cover is thick here and light cannot penetrate into the water which slows algal growth. The lower layer of some ice floes, however, was covered by the diatom *Melosira arctica*. The copepod *Calanus glacialis* - closely related to *Calanus finmarchicus* –, which inhabits the polar waters on the shelf, feeds on these sea ice algae. This species was quite frequent in some of our net samples. Amphipods in contrast were rare, as they need deeper waters.

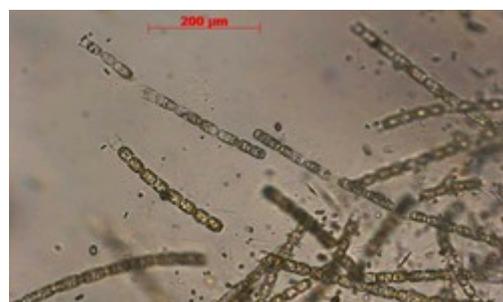
The scientists working under the 'Sea of Change' project are mainly interested in the diversity of very small autotrophic algal cells. These cells produce energy by transforming light energy and carbon dioxide into organic carbon and a side product of this process is the human needed oxygen. In order to characterize the phytoplankton community in the north Atlantic, during our cruise we collect water samples from the chlorophyll maximum, the area with the highest abundance of algal cells, along a temperature gradient, filter them and later isolate and analyse their DNA. Once we processed this information we will have an idea of what species we have in the north Atlantic but also about where they are located. This information is further more correlated to environmental factors such as temperature, nutrients or salinity. Past projects showed that global warming can lead to a shift from diatom dominated communities towards dinoflagellates. Next to investigating who is abundant, we also want to know whether they are well adapted to their environment. For this we need to isolate next to the DNA also the RNA. RNA is the basic construction plan for proteins that



The beautiful *Calanus finmarchicus* found in Fram Strait (© S. Gaebler-Schwarz, AWI)



Fishing out the macro algae among the ice floes from the person chair (© K. Castro-Morales, AWI)



Algal cells *Melosira arctica* obtained from the filtrated water sample (© K. Schmidt, AWI)



Large water samples pre-concentrated for the neodymium isotopes analysis (© M. Zieringer, GEOMAR)

dictate how well algal cells are adapted but also how flexible they can deal with changes. Our project aims to tackle the impact of global warming on arctic sea-ice and phytoplankton communities with consequences for the carbon cycle in the Arctic Ocean.

The other group of scientists from GEOMAR in Kiel has their focus in the water mass signatures. Dissolved signatures of radiogenic neodymium isotopes and of rare earth element (REE) patterns are powerful geochemical tracers of water masses introduced into seawater through weathering of rocks in the source areas of the water masses. The Nd isotopic signature of a rock varies as a function of lithology and age of the continental crust and is thus characteristic for the different continents surrounding the Arctic Ocean. After weathering of continental crust, dissolved Nd is transported to the Arctic Ocean mainly by rivers. The isotopic signature of water mass can be thus preserved and transported over large distances. While changes in weathering inputs from land influence the surface water signatures, changes of the Nd isotope signatures in the open ocean result only from mixing of water masses with different signatures. The overall purpose of this project is to identify the source regions and the degree of mixing between water masses entering and exiting the Arctic Ocean through Fram Strait. Because Nd concentrations in seawater are normally very low (10 – 40 pmol/kg), large volume water samples are needed. The samples are pre-concentrated on the ship to be finally analysed in the laboratories of GEOMAR Kiel. Until now we were able to collect more than 100 samples for our project making a total amount of more than 2000 l of seawater.

But even the most eager oceanographers or biologists need sometimes a break from their moorings, water samples or binoculars. On Saturday evening the barbecue party took place in the beautiful scenery of magnificent ice floes, surrounding our ship. After being comforted by delicious dishes prepared by our Chefs and grilled on the open-air barbecues on the working deck, we enjoyed lively discussions, laughing and dancing for long hours.

And sailing from one to another CTD station, we send this report together with the warmest greetings to our faraway families and friends.

In the name of all scientists on board,
Agnieszka Beszczynska-Möller