

## Die Expedition ARK-XXII/2

### Wochenberichte

- [28. Juli 2007](#): Zwischen Kisten und Containern
- [12 August 2007](#): Saubere Rostmessungen in der Tiefsee
- [19. August 2007](#): Die Vereisung der Karasee
- [25. August 2007](#): Atlantikwasserströme - zwei ungleiche Partner mit Mitfahrern
- [2. September 2007](#): Regen am Nordpol
- [10. September 2007](#): Eis zur Halbzeit
- [16. September 2007](#): Auf Eisschollensuche
- [24. September 2007](#): Spuren von Süßwasser und von Tiefenwasser



### Überblick und Fahrtverlauf

Die Expedition ARK-XXII/2 ist ein zentraler Beitrag zum Internationalen Polarjahr 2007/08 (IPY 2007/08). Sie trägt insbesondere zu zwei im IPY-Wissenschaftsplan aufgeführten Zielen bei:

1. Zustand: Die Erfassung des gegenwärtigen Zustands der Polargebiete
2. Wandel: Die Quantifizierung und das Verständnis des Wandels der natürlichen Umgebung und der gesellschaftlichen Bedingungen in der Vergangenheit und Gegenwart, sowie die Verbesserung der Vorhersagemöglichkeiten zukünftiger Veränderungen

ARK-XXII/2 folgt der Strategie, dass diese Ziele nur in Kooperation mit anderen Expeditionen erreicht werden können. Gemeinsam mit den zeitnah stattfindenden Expeditionen (siehe <http://www.asci-ipy> für eine Übersicht) wird erstmals während des IPY 2007/2008 eine synoptische Aufnahme des physikalischen, chemischen und biologischen Zustands des gesamten Arktischen Ozeans in einer Phase rasanten Klimawandels durchgeführt. Für die Bewertung der zur Zeit beobachteten Veränderungen, wie der Verringerung des Meereises, der Erwärmung der Wasserschichten, der Verschiebung der Ozeanzirkulation mit den entsprechenden Auswirkungen auf das Vorkommen von Stoffen, die über die Flüsse eingetragen werden, als auch den durch Ozean- und Eisorganismen produzierten sowie der Lebewesen selbst ist eine solche umfassende Gesamtaufnahme als Ausgangspunkt für Langzeitbeobachtungen notwendig. Insbesondere liefert ARK-XXII/2 Beiträge zu folgenden IPY-Projekten

- **SPACE**: Synoptic Pan-Arctic Climate and Environment Study,
- **GEOTRACES**: Spurenstoffe in der Arktis,
- **IAOOS** (Integrated Arctic Ocean Observing System,

(siehe [www.ipy.org/development/eoi/index.htm](http://www.ipy.org/development/eoi/index.htm))

sowie zu dem deutsch-russischen Projekt auf der bilateralen Liste gemeinsamer Forschungsvorhaben VERITAS (Variability and Export of Riverine Matter into the Arctic Ocean and late (Paleo-) Environmental Significance). Gleichzeitig ist ein Großteil der Arbeiten Bestandteil des durch die EU geförderten Integrated Programmes **DAMOCLES** (Developing Arctic Modelling and Observing Capabilities for Long-term Environment Studies).

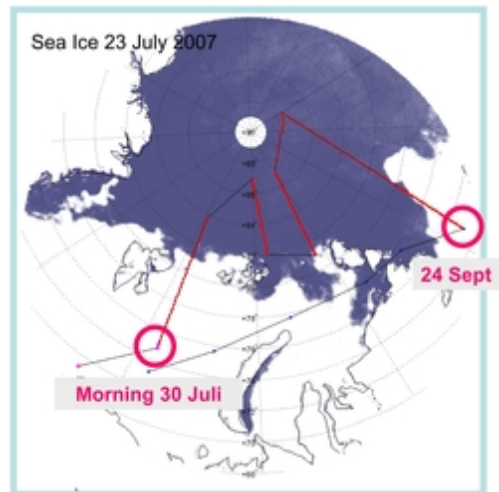
ARK-XXII/2 übernimmt dabei die Aufnahme im Eurasischen Sektor der Arktis. Um insbesondere dekadische Veränderungen zu erfassen, ist die Expedition so konzipiert, dass Schnitte früherer Expeditionen, wie Oden 1991, FS Polarstern 1993, FS Polarstern 1995 und FS Polarstern 1996 wiederholt werden. So können räumliche und zeitliche Variabilität unterschieden und damit erstmalig gleichzeitig die Entwicklung ozeanographischer, eisphysikalischer, sowie biologischer und biogeochemischer Parameter über eine Dekade erfasst werden. Zusätzlich wird ein geologisches Programm zur Untersuchung der Verteilung von Flusswasser und seiner Fracht bei unterschiedlichen Klimabedingungen durchgeführt.

### Fahrtverlauf

- 28. Juli 2007: Auslaufen Tromsø
- 30. Juli 2007: Beginn der Stationsarbeiten

24. September 2007: Ende der Stationsarbeiten

07. Oktober 2007: Ankunft Bremerhaven



Geplante Fahrtroute der Polarstern Expedition  
ARK-XXII/2

## ARK-XXII/2, 1. Wochenbericht



Eisstation

28. Juli - 5. August 2007

### Zwischen Kisten und Containern

Am Samstag, den 28. Juli liefen wir pünktlich um 20 Uhr aus dem sonnigen Tromsø aus. Die Reinraumcontainer unserer holländischen Chemiegruppe standen fertig installiert an Deck, letzte Einkäufe, notwendig durch das Verschwinden eines Koffers, waren erledigt und die Sorge, ob wohl alle nachträglich nach Tromsø gelieferten Expeditionsgüter wirklich angekommen waren, konnte zerstreut werden - natürlich war alles längst an Bord verstaut.

Der Sommer begleitete uns mit blauem Himmel und warmem Wetter noch eine kleine Weile auf unserem Weg in die Barentssee, aber davon haben wir wenig mitbekommen, da zunächst das Auspacken auf Hochtouren lief. Der Beginn jedes Fahrtabschnittes wird typischerweise von einem milden Chaos beherrscht: Labore werden zugeteilt, und dann wieder umgetauscht, der Platz reicht hinten und vorne nicht, die Container werden ausgestaut. Kisten werden nicht gefunden, tauchen dann aber doch dort auf, wo sie eigentlich sein sollten, Geräte funktionieren überhaupt nicht, aber nach etwas Ruhe gehen sie wunderbarer Weise doch. Nach einem Tag legte sich die Hektik deutlich,

unterstützt von einem kleinen Tiefausläufer, der die See von spiegelglatt in etwas gewellt wandelte. Am ersten Nachmittag lief bereits eine erste Probestation für unsere beiden CTD-Systeme und wir konnten beruhigt sein, dass alles gut funktionierte. Inzwischen hatte auch jeder seinen/ihren Laborplatz eingerichtet und wir stellten zufrieden fest, dass der Platz - wie immer - für alle ausreichte.

Ab Dienstag früh begannen wir, Wissenschaftler und Techniker aus 9 Ländern, unser Expeditionsprogramm mit einem ersten Schnitt, der uns von dem Schelf der Barentssee durch das Nansenbecken bis zum Nansen-Gakkel-Rücken führen soll. Entlang von diesem Schnitt und denen, die folgen werden, wollen wir ein weit gefächertes Programm an hydrographischen, biogeochemischen, biologischen und geologischen Untersuchungen durchführen und das Meereis auf seine Organismen und seine physikalischen Eigenschaften hin untersuchen. Wir werden die einzelnen Programme in den kommenden Wochenberichten ein bisschen eingehender beleuchten.

Insgesamt ist unsere Expedition ein zentraler Beitrag zum Internationalen Polarjahr 2007/08 (IPY 2007/08), das am 1. März startete. Das Ziel ist, in Kooperation mit den anderen internationalen Expeditionen, die ebenfalls in diesem und dem nächsten Sommer stattfinden, eine synoptische Aufnahme des physikalischen, chemischen und biologischen Zustands des gesamten arktischen Ozeans in einer Phase rasanten Klimawandels durchzuführen. Die Verringerung des Meereises, die Erwärmung von Atmosphäre und Ozean, die Verschiebung des Windsystems und der Ozeanzirkulation und die entsprechenden Auswirkungen auf Organismen in Eis und Wasser und auf die Ausbreitung von Stoffen, die über die Flüsse eingetragen werden, machen eine solche umfassende Gesamtaufnahme als Ausgangspunkt für Langzeitbeobachtungen notwendig. Die einmalige Chance im IPY international koordinierter Aktivitäten erlaubt es räumliche und zeitliche Entwicklungen von einander zu trennen, was bei einzeln durchgeführten Expeditionen kaum möglich ist.

Am Mittwochnachmittag haben wir bei 81° 30'N die Eisgrenze passiert und innerhalb der nächsten Stunden gleich 4 Eisbären nahe beim Schiff gesehen. Das war ein feiner warnender Hinweis für die erste Eisstation am Donnerstag, bei der Eisbiologen und Eisphysiker fast den ganzen Tag auf einer Scholle verbrachten um die Dickenverteilung zu vermessen und Eiskerne für Laboruntersuchungen zu erbohren. Auf dem Weg nach Norden wurde die Eisbedeckung immer dichter und zahlreiche Presseisrücken bei 83° 30'N haben in der letzten Nacht unsere mittlere Geschwindigkeit auf 2 Knoten reduziert.

Wir haben eine dringende Bitte an alle, die uns gerne dienstlich oder privat etwas mitteilen möchten: unser Emailverkehr ist hier außerhalb der Reichweite der üblichen Kommunikationssatelliten sehr stark eingeschränkt. Um völlige Verstopfungen zu vermeiden, lassen wir bis auf Weiteres keine Emails über 10 Kb durch. Aber vielleicht ist das ein gutes Training, sich auf das wesentliche zu beschränken?

Das tu ich jetzt auch. Uns geht es gut und ich grüße alle ganz herzlich im Namen von unsere ganzen Truppe!

Ursula Schauer

## ARK-XXII/2, 2. Wochenbericht

6.– 12. August 2007

### Saubere Rostmessungen in der Tiefsee

Eines der Programme unserer Reise zielt darauf, biogeochemische Kreisläufe in der Arktis besser zu verstehen. Viele Stoffe werden aus den riesigen sibirischen und nordamerikanischen Flüssen in die Arktis getragen oder gelangen aus dem Pazifik oder dem Atlantik ins Nordpolarmeer. Andere wehen mit dem Wind heran. Anhand ihrer jeweiligen Verteilung im Wasser kann man Ausbreitungswege verfolgen und so Meeresströmungen und die Bewegung des Meereises bestimmen. Auf der anderen Seite beeinflusst die Mixtur chemische und biologische Prozesse in der Arktis.

Zur Bestimmung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Wassermassen messen wir vom Schiff aus mit einer so genannten CTD-Sonde (Conductivity, Temperature, Depth) ein Vertikalprofil von Temperatur, Druck und elektrischer Leitfähigkeit (daraus wird der Salzgehalt abgeleitet) etwa im Zentimeterabstand von der Ozeanoberfläche bis zum Meeresboden. Die CTD-Sonde ist durch ein Einleiterkabel direkt mit dem Rechner im Labor verbunden, so dass wir dort am Bildschirm das Profil bis in drei- oder viertausend Meter Tiefe unmittelbar verfolgen und uns ein erstes Bild von der Schichtung der Wassermassen machen können. Mit der Sonde sind Wasserschöpfer verbunden, die in beliebiger Tiefe ebenfalls elektronisch geschlossen werden können. Die aktuelle Vertikalverteilung der Temperatur und des Salzgehalts vor Augen, können Chemiker und Planktologen entscheiden, aus welcher Tiefe sie Wasserproben haben wollen. Eine Serie solcher Profile im Abstand von wenigen Kilometern gibt die Verteilung der gemessenen Parameter auf einem Querschnitt durch den Ozean.

Auf unserer Reise haben wir gleich zwei dieser CTD/Wasserschöpfersysteme im Einsatz. Eines ist ein Standardsystem, das andere ist eine Neuentwicklung des Niederländischen Instituts für Meeresforschung (NIOZ) für „ultrasaubere“ Wasserproben. Man kann mit dem Standardsystem alle möglichen Stoffe untersuchen, aber nicht Spurenstoffe, die im Ozean in winzigen Mengen, auf einem Schiff und den Messgeräten aber in rauen Mengen vorkommen. Das gilt z.B. für Metalle wie Eisen, Kupfer, Zink und viele andere.

Auch wenn diese Metalle im Meer nur in geringen Konzentrationen vorkommen, so können sie doch große Bedeutung etwa für die Bioproduktion haben. Der bekannteste Fall ist die Eisenlimitierung für das Planktonwachstum im südlichen Ozean, wo zwar alle Grundnährstoffe wie Phosphat und Nitrat im Überfluss vorhanden sind, wo aber dennoch nicht mehr Plankton wachsen kann, weil nicht genug Eisen da ist. Der Fall ist vergleichbar mit ungesunder Ernährung bei uns: Berge von Schweinshaxen führen zu nichts, wenn man nicht ab und zu auch eine rohe Möhre isst. Unsere Angehörigen zuhause können aber beruhigt sein: unsere Köche bieten uns einen ausgesprochen abwechslungs- und vitaminreichen Speisezettel! Heute abend gab es z.B. blaue Kartoffeln; schon einmal probiert? Lecker!

Zurück zum Ultra-Clean-System: Dieses System besteht aus einem Titangestell, in dem die CTD-Sonde untergebracht ist und an dem 24 Wasserschöpfer befestigt sind. Statt des konventionellen Stahlkabels, das sofort alle Wasserproben kontaminieren würde, ist das Datenkabel hier von Kevlar ummantelt. Und um die Proben gar nicht erst mit der metallischen Schiffsumwelt in Berührung kommen zu lassen, wird das ganze System sofort, wenn es aus dem Wasser kommt, in einen Reinraumcontainer gefahren. Zu Beginn der Reise wagten Unbefugte kaum, während der Stationen überhaupt das Deck zu betreten, aber inzwischen sind wir mutiger und dürfen uns auch den Reinraumcontainer anschauen, denn er hat eine Schleuse, die man auch schmutzig betreten darf.

Für das Ultra-Clean-System ist diese Reise sozusagen die Premiere. Da es bisher ein solches System nicht gab, ist über die Verteilung von etlichen Spurenstoffen im Meer nur wenig und in der Arktis kaum etwas bekannt. Die Aufnahme auf ARKXXII-2

ist gleichzeitig der erste Beitrag zum internationalen Programm GEOTRACES, bei dem in den kommenden 10 Jahren die Verteilung in allen Ozeanen gemessen wird.

Wir hatten eigentlich vor den Schnitt entlang 34°E bis 87°N fortzusetzen, vom 200 m tiefen Schelf der Barentssee durch das 4000 m tiefe Nansenbecken bis zum Nansen-Gakkel-Rücken. Aber in der Mitte der Woche waren wir erst bei 84° 30'N und mühten uns durch das dichte Meereis. Das Eis war nicht einmal besonders dick. Messflüge mit dem EM-Bird, einer elektromagnetischen Sonde, die vom Hubschrauber aus eingesetzt wird, zeigten, dass die flachen Schollen nur etwa einen Meter dick waren. Aber ein Hochdruckgebiet nördlich von Franz-Josef-Land hatte mit leichtem, aber beständigem Südostwind das Eis zusammengeschoben, so dass so gut wie keine Lücken mehr zwischen den Schollen waren. Selbst ein Eisbrecher wie Polarstern braucht aber etwas Platz, um das gebrochene Eis irgendwohin zu schieben. Zudem produziert das Zusammenschieben des Eises durch den Wind dicke Eisrücken, und bei jedem Rücken braucht es erst recht mehrere Anläufe um sie durchzusägen. Da wir ohnehin vorhaben den Nansen-Gakkel-Rücken noch auf einem weiter östlichen Schnitt zu kreuzen, beschlossen wir, den Schnitt abubrechen und nach Osten auf unseren nächsten Schnitt zu versegeln.

Auf dem Weg dorthin führen wir durch eine wunderschöne Seenlandschaft. Tausende von großen und kleinen Teichen umgeben uns, flache Teiche leuchten türkis und tiefe Teiche sind dunkelblau. Manche Teiche haben ein Loch im Boden, das dann fast schwarz ist. Das Teichwasser ist geschmolzenes Meereis. Das meterdicke Meereis taut durch die ganztägige Sommersonne an der Oberfläche auf. Selbst ein sehr flacher Schmelztümpel reflektiert die Sonneneinstrahlung schon nicht mehr so stark wie die verwitterte weiße Eisoberfläche, sondern er absorbiert die Energie, was das Schmelzen noch verstärkt. Auch vom Satelliten aus sieht eine Schmelztümpellandschaft natürlich anders aus als eine feste Meereisoberfläche. Schmelztümpel auf den Schollen können anhand ihrer Reflektivität nicht von offenen Rinnen zwischen den Schollen unterschieden werden und so wird die tatsächliche Eisbedeckung durch Fernerkundung unterschätzt. Mit diesem Problem befasst sich die Meereisgruppe der Universität Hamburg. Die Forscher messen vom Hubschrauber aus die Rückstreuung von Radarsignalen mit verschiedenen Frequenzen. Sie gehen davon aus, dass die Windwellenlängen auf den kleinen Teichen eine andere Zusammensetzung haben als die auf offenen Wasserflächen und dass daher Radarstrahlen anders gestreut werden. Wenn diese Unterscheidung stimmt, dann kann man sie auch auf die Satellitenmessungen übertragen.

Inzwischen haben auch die Geologen erste Sedimentproben aus der Tiefsee nördlich von Franz-Josef-Land erhalten, wo wir uns jetzt auf 62°E nach Süden bewegen. Hier geht es um Vereisungsgeschichte; davon mehr im nächsten Wochenbericht. Es schneit matschige Flocken und weht nasskalt aus Norden – wie Weihnachten in Bremerhaven!

Herzlichen Gruß nach Süden, Ursula Schauer

## ARK-XXII/2, 3. Wochenbericht

13. - 19. August 2007

### Die Vereisungen der Karasee

In der dritten Woche arbeiteten wir uns nördlich der Karasee entlang 61° Ost von der Mitte des Nansenbeckens nach Süden. Das Gebiet gehört zur russischen Wirtschaftszone, die sich, wie im internationalen Seerecht festgelegt, bis in 200 Seemeilen Entfernung von jeder Festlands- oder Inselküste erstreckt. Da am Rand der arktischen Schelfmeere immer wieder Gruppen von Inseln liegen: Franz-Joseph-Land, Severnaya Zemlja, usw., erstreckt sich die Wirtschaftszone bis weit in das zentrale Nordpolarmeer. Um Forschung in Wirtschaftszonen fremder Länder zu betreiben, muss man die Genehmigung dieser Anrainerländer einholen, was in aller Regel nicht viel mehr ist als ein formaler Akt und ohne Vorliegen guter Gründe nach dem Seerecht nicht verwehrt werden darf. Einige wenige Länder tun sich dennoch sehr schwer damit Forschungsgenehmigungen zu erteilen und schließen damit große Gebiete von internationaler Forschung aus. Für die russische Wirtschaftszone in der Arktis gab es nach einer kurzen Phase der Perestroika in den frühen neunziger Jahren neun Jahre lang keine Arbeitsmöglichkeiten für ausländische Forschungsschiffe - mitten in einer Periode dramatischer klimatischer Veränderungen. Nun, im Internationalen Polarjahr 2007/08 öffnete sich gottseidank der Vorhang wieder und wir sind sehr froh, wieder in diesem ozeanographisch, geologisch und biologisch hochspannenden Gebiet arbeiten zu können.

Die Karasee ist in der Gegenwart und war auch im Quartär, d.h. in den vergangenen 1,6 Millionen Jahren eines der Schlüsselgebiete in der Arktis. Große sibirische Flüsse münden hier und ein starker Einstrom von Atlantikwasser fließt vom Schelf in die Tiefsee. Bisher ist es unklar, wie die Vorstöße der verschiedenen Eiszeiten in der eurasischen Arktis verliefen und wie sie die Festlandsabflüsse und den Atlantikwassereinstrom beeinträchtigten. Unklar ist auch, wie die klimatischen Verhältnisse in den dazwischen liegenden Warmzeiten aussahen. Es gab bislang keinerlei Sedimentkerne aus der nördlichen Karasee, die darüber Auskunft geben konnten. War die Entwässerung Sibiriens nach Norden während der letzten Vereisung vor 20.000 Jahren durch riesige Gletscher abgeblockt? Dann hätte sich beim Rückzug der Gletscher das gesamte Schmelzwasser in einem immensen Schwall in das Nordpolarmeer ergossen haben müssen. Oder war die Karasee offen und die Festlandsniederschläge konnten, ähnlich wie heute auch, stetig über Flüsse nach Norden entwässern?

Dies müsste sich in den Sedimenten jenseits der Schelfkante abzeichnen. Unsere Geologen verfolgten also zunächst gebannt die Parasoundaufzeichnungen, Echolotsignale aus den obersten 20 Metern des Sediments. Häufig schauten sie etwas mürrisch drein, weil sie deutlich sahen, dass die Ablagerungen nur heruntergerutschten Sedimentlawinen entsprachen, die entweder durch Gletscher oder aber durch starke Strömungen am steilen Kontinentalhang ausgelöst worden waren. In solchen Ablagerungen ist alles durcheinander gerührt und man kann keine einzelnen Schichten erkennen, die durch unterschiedliche Mikrofossilien, Korngrößen und viele andere Parameter unterschiedliche Klimazustände illustrieren. Irgendwann wurde eine passende Stelle gefunden, aber leider kam der allererste Kastengreifer verbeult an Deck zurück. Nach dieser Premiere steigerten sich die Resultate allerdings beträchtlich: Mitte der Woche wurde aus 1100 m Wassertiefe mit einem Kastenlot ein Kern von über 4 Metern Länge geborgen – potentiell liegen hier 160 Tausend Jahre zur Analyse bereit. Erste sehr grobe Befunde anhand der Sedimentfärbung lassen auf mehrere Wechsel zwischen Warm- und Kaltzeiten schließen, die mit diesem Kern untersucht werden können.

Im Zentrum des Geschehens blickt man häufig nicht sehr weit und so haben wir erst von der Außenwelt erfahren müssen, dass dieses Jahr das Rekordminimum der Meereisbedeckung von 2005 unterschritten wird. Das deckt sich damit, dass wir hier nördlich der winzigen Ushakovinsel, wo wir uns vor 11 Jahren mit Polarstern tagelang mühsam durchs Eis quälten, heute in Sichtweite des Eisrandes zügig vorankommen. Eine Eisstation, die heute auf dem Programm stand, musste nach zwei Versuchen aufgegeben werden – sowie wir mit dem Schiff an einer Scholle anlegen wollten, zerbrach sie.

Ein paar Schnupfenbazillen geistern durch's Schiff. Wir werden sie sicher bald in den Griff bekommen.

Herzlichen Gruß im Namen aller Fahrtteilnehmer, Ursula Schauer



## **ARK-XXII/2, 4. Wochenbericht**

20.– 25. August 2007

### **Atlantikwasserströme - zwei ungleiche Partner mit Mitfahrern**

Am Beginn der vergangenen Woche arbeiteten wir entlang eines Schnittes im Voronin-Trog um den Zusammenfluss von zwei Stromarmen atlantischen Wassers möglichst genau aufzunehmen. Der Norwegenstrom bringt warmes salzreiches Atlantikwasser nicht nur nach Nordeuropa sondern über zwei Wege bis ins Nordpolarmeer. Der eine Stromarm fließt durch die tiefe Framstraße und biegt nördlich von Spitzbergen nach Osten ab. Der zweite Stromarm führt durch die flache Barentssee. Seit jeher freuen sich Fischer über die Wärme dieses Einstroms, denn er hält die Barentssee auch im Winter weitgehend eisfrei. Durch den direkten Kontakt mit der kalten Atmosphäre wird das Atlantikwasser in der Barentssee aber stark abgekühlt, in manchen Gebieten bis zum Gefrierpunkt und Eisbildung setzt ein. Da Eiskristalle das Salz nicht mit einbauen, sammelt sich das überschüssige Salz in dünnen Solekanälen im Eis und ein Teil bleibt im Oberflächenwasser zurück. Die Abkühlung und der hohe Salzgehalt machen dieses Wasser schwerer als das Umgebungswasser, so dass es absinkt. Am Boden, in ca. 200 m Tiefe, fließt es dann bis zur Schelfkante und ergießt sich dann in das 3000 m tiefe Nansenbecken.

Dort trifft es seinen Partner wieder, der inzwischen den Weg durch die Framstraße genommen hat. Dieser Ast des Atlantikwassers wird auf seinem Weg weniger stark verändert. Zwar ist auch das Gebiet nördlich von Spitzbergen manchmal durch die Wärme des Atlantikwassereinstroms und durch günstige Winde eisfrei (es heißt deshalb auch „Whaler's Bay“, weil dort früher das nördlichste Gebiet war, wo noch Wale gefangen werden konnten). Aber im weiteren Verlauf wird dieser Ast atlantischen Wassers von Eis und Süßwasser überschoben, das eine weitere Abkühlung kaum noch möglich macht.

Nördlich der Karasee fließen die beiden Stromzweige also wieder zusammen. Inwieweit sich der Barentsseezweig aufgrund seiner höheren Dichte unter den Framstraßenzweig schiebt oder ob beide, durch eine scharfe Front getrennt, auf gleicher Höhe weiterfließen, hängt von den Unterschieden in ihren Temperaturen und Salzgehalten ab, die sich mit der Zeit verändern können. Vom Framstraßeneinstrom wissen wir, dass er über die vergangene Dekade aufgrund der gestiegenen Temperaturen leichter geworden ist - allerdings fanden wir in diesem Jahr den Einstrom nördlich von Svalbard etwas kälter als im vergangenen Jahr. Unsere Messungen auf 86° Ost zeigen nun, dass im Vergleich zu den 90er Jahren das Barentsseewasser salzärmer, also ebenfalls leichter geworden ist.

Wie überall auf dem Globus lebt natürlich auch in der Arktis eine Fauna, die speziell an ihre Umgebung angepasst ist. Starke saisonale Gegensätze der Lichtverhältnisse durch den Sonnenstand und die Eisdecke und niedrige Temperaturen sind die Bedingungen, unter denen hier gelebt wird. Eisbären mögen die spektakulärste Art in der Arktis sein, aber sie stehen am Ende einer Nahrungskette, die bei den ganz Kleinen anfängt. Um zu verstehen wie das arktische Ökosystem sich auf die veränderte Meereisdecke einstellt, ist es nur der geringste Teil zu konstatieren, dass sich damit die Fläche reduziert, über die sich Eisbären zu Fuß bewegen können. Drei biologischen Gruppen an Bord geht es vielmehr um das spannende Leben im Eis, im Wasser und am Boden.

Ein wichtiges Glied in der Nahrungskette ist das Zooplankton, dessen Löwenanteil in der Arktis aus drei Arten von millimetergroßen Ruderfußkrebse der Gattung *Calanus* gestellt wird. Für den Umsatz an Kohlenstoff ist es also wichtig, die Lebensgewohnheiten dieser Gruppe zu kennen und zu verstehen, von welchen Faktoren die Zusammensetzung und die Verteilung abhängen. Das Ökosystem im Eis ist hundertprozentig auf die Arktis beschränkt, die Artenzusammensetzung im Wasser aber nicht. Durch den intensiven Wasseraustausch mit dem Atlantik werden auch Planktonarten von dort eingeschleppt, da die Schwimmkünste vom Plankton nicht ausreichen, sich gegen die Strömung durchzusetzen.

Mit dem Multinetz beproben wir auf allen Schnitten die verschiedenen Tiefenhorizonte separat, so dass wir die quantitative Verteilung von Arten und Gesamtmasse erhalten. Wir beobachten eine große Vielfalt: Vegetarier, die im Sommer das Leben in den obersten Stockwerken bevorzugen, wenn dort eine kurze heftige Phytoplanktonblüte stattfindet, also wenn die Wiese grün wird. Dazu kommen die Fleischfresser, und dann gibt es noch die Opportunisten, die alles fressen, auch abgestorbene

und ausgeschiedene Partikel, aus denen sich im Zweifelsfall doch noch etwas Verwertbares herausholen lässt. Die können ihre Nische weiter unten in der Wassersäule besetzen und darauf warten, was so von oben herunterrieselt.

Erstmalig haben wir auch systematisch die Schicht unterhalb von 2000 m, der bisher bekannten Vertikalwandertiefe der Ruderfußkrebse, befishet mit dem Resultat, dass diese Tiefen für die Heerscharen dieser Spezies in der Tat uninteressant sind. Stattdessen brachten die Netzfänge von dort mehrfach Individuen, die bislang unbekannt scheinen. Ein 10 cm langen Wurm (Nemertini) z.B., bei dem ohne Wurmexpertenwissen nicht einmal absehbar ist, wo vorn und wo hinten ist. Wie viele Tiefseeorganismen ist auch dieser Wurm von einem leuchtenden Orange – warum ist diese Farbe so wichtig, wenn man dort unten im Dunkeln lebt?

Die größte Vielfalt an unterschiedlichen Arten finden wir jedoch in mittleren Schichten, im Atlantikwasser. *Calanus finmarchicus* ist der kleine Vetter der arktischen Art *Calanus glacialis* und eigentlich im subarktischen Nordatlantik beheimatet. Vetter *C. glacialis* ist dicker als *C. Finmarchicus*. Das ist typisch für polare Arten, denn wegen des langsameren Stoffwechsels brauchen sie länger bis zur Geschlechtsreife und werden dabei im Laufe des deshalb längeren Lebens größer als südliche Arten. Durch den warmen Strom durch die Framstraße wird *C. Finmarchicus* auch in die Arktis getragen. Hier kann er offenbar recht gut überleben, denn er kommt überall am südlichen Rand des tiefen eurasischen Beckens vor. Die zähesten Burschen schaffen es sogar bis jenseits des Lomonossowrückens in das Kanadische Becken. Aber so gut, dass es zur Fortpflanzung reicht, geht es ihm doch wieder nicht. Bislang wurde keine neue Generation innerhalb des Nordpolarmeeres gefunden, und die Einwanderergeneration wird - das weiß man aus vielen Untersuchungen - nur ein Jahr alt. Ändert sich das mit der Erwärmung des Atlantikeinstroms? Bei den Reproduktionsversuchen an Bord haben zum ersten Mal Weibchen aus einem Fang in der nördlichen Karasee mit Eiern Nachwuchs angemeldet!

Die ganze Woche über waren wir umringt von drei Tiefdruckgebieten, eines am Nordpol, eines bei Nowaja Semlja und eines bei Sewernaja Semlja, die für fast ständige Bewölkung und gelegentlichen Nebel und Schneegestöber sorgten. Nicht nur, dass es etwas trübselig aussieht, hindert es auch unsere Hubschrauber am Fliegen und damit die Messungen von Eisdickenverteilung und anderen Eisparametern.

Herzlichen Gruß im Namen aller Fahrtteilnehmer,  
Ursula Schauer

## **ARK-XXII/2, Wochenbericht Nr. 5**

**26. August - 2. September 2007**

Gegen Ende der letzten Woche erreichten wir mit 88° 40'N unsere nördlichste Position. Mittlerweile hatten wir durchaus damit gerechnet, dass auch hier das Eis mürbe und locker sein würde, wie fast stets in den vergangenen Wochen, so dass wir auch hier mühelos mit bis zu 7 Knoten Geschwindigkeit fahren konnten. Aber dass es 150 km vom Nordpol entfernt den ganzen Tag regnete, war etwas verblüffend! Seit Wochen zieht nördlich von Sibirien ein Tief nach dem anderen entlang, dadurch wird ständig warme Luft vom Festland her (15°C an der Mündung der Lena!) in Richtung Nordpol bis weit ins Nordpolarmeer hineingetragen. So zerbröselst das Meereis quasi vor unseren Augen.

Wir haben unseren Schnitt, der im Vorintrog begann, quer über das Amundsenbecken bis zum Lomonossowrücken fortgesetzt. Auf dem Rücken selber sind wir dann ca. 50 km nach Norden gefahren. Der Grund für diesen Abstecher war eine Mulde direkt auf dem Rücken, Intrabecken genannt. Auf einer Expedition mit dem schwedischen Forschungsschiff Oden vor zwei Jahren wurde hier der Rücken genau vermessen. Früher war man davon ausgegangen, dass an dieser Mulde mit ca. 2500 m Wassertiefe die niedrigste Erhebung des Lomonossowrückens über dem benachbarten Tiefseegrund zu finden ist. Die Vermessung mit Oden hatte aber gezeigt, dass die Schwelle hier nur 1870 m tief ist. Der Austausch von Tiefenwasser zwischen den beiden großen Beckenstrukturen des Nordpolarmeeres, dem eurasischen und dem amerasischen Becken hängt natürlich entscheidend von der Schwelltiefe ab. Die Richtung des Austausches hängt davon ab, wie sich die Wassermassen der beiden Becken unterscheiden. Früher gab es deutliche Anzeichen, dass tiefes Wasser vom eurasischen Amundsenbecken in das amerasische Makarowbecken hineinfließt. Da sich zurzeit nicht nur die oberen Schichten des Nordpolarmeeres ändern, sondern auch die Eigenschaften der Tiefenwasser, ist es denkbar, dass sich die Richtung des Tiefenwasseraustausches ändert. So hatte sich 2005 eine umgekehrte Fließrichtung an der Schwelle des Lomonossowrückens gezeigt. Wir beprobten Stationen in engem Abstand auf beiden Seiten des Rückens und in dem kleinen Intrabecken. Das Becken war gefüllt mit Tiefenwasser aus dem Makarowbecken und auch auf der Schwelle herrschte diese Wassermasse mit deutlich höheren Salzgehalten und Temperaturen als im Tiefenwasser des Amundsenbeckens vor, so dass also die Fließrichtung aus dem Jahr 2005 zur Zeit anhält.

Auf allen Stationen nehmen wir eine immense Fülle von Wasserproben für Analysen im Labor. Viele gelöste Stoffe lagern sich gerne an Partikel an. Diese Eigenschaft kann man ausgezeichnet dazu benutzen, nicht nur die Stoffe selbst, sondern auch das Absinken von Partikeln zu messen. Das Absinken von organischen Partikeln im Ozean (vergammelte Algen, Kotballen, abgestorbenes Zooplankton) ist ein wichtiger Zweig im globalen Kohlenstoffhaushalt, der der Atmosphäre Kohlenstoff entzieht und ihn in große Wassertiefen verfrachtet oder gar am Meeresboden deponiert. Nun lagern sich beispielsweise bestimmte Radionuklide an organische Partikel an, die dann mit den Nukliden zusammen zum Boden sinken. Kennt man die Zerfallsraten von Radionukliden, kann man das theoretische Verhältnis von Mutter- zu Tochternukliden im Wasser berechnen. Aus den Abweichungen von dem theoretischen Verhältnis kann man darauf schließen, dass ein Teil der Nuklide, die Partikel als Vehikel benutzend, aus der Wasserschicht verschwunden ist: je mehr Töchter fehlen, desto mehr Partikel sind gesunken! Auch Spurenmetalle lagern sich an Partikel an, und so wird der Spurenmetallgehalt an Partikeln und im Wasser gemessen und aus der Radionuklidmethode kann man dann wiederum ableiten, wie schnell die Partikel mit den Spurenmetallen und mit den Nukliden drauf sinken. Für die Umrechnung auf Kohlenstoffflüsse muss man aber wiederum wissen, was für Partikel das eigentlich sind, große, kleine, schwere, leichte? Dazu benutzen wir eine Zentrifuge, die die Partikel nach Größe sortiert, bevor sie untersucht werden ...

Und so hebt nach jeder Wasserstation ein schier nicht enden wollendes Gefiltere an: Die einen filtern alle Partikel aus dem Wasser, um ja nur die gelösten Stoffe zu messen, die anderen filtern gerade die Partikel heraus, um der angelagerten Stoffe habhaft zu werden. Wieder andere lassen das Wasser über bestimmte chemische Filter laufen, damit sich nun endlich die gelösten Stoffe dort anhaften, und so fort. Oft fahren wir die CTD/Wasserschöpfer bis zu fünfmal in die Tiefe, bis alle zufrieden sind.

Durch die geringe Eisbedeckung und unser entsprechend zügiges Fortkommen folgen die Stationen sehr rasch aufeinander

und es gibt viele sehr müde Gesichter auf dem Schiff. Aber auf der anderen Seite wollen wir unbedingt die Chance nutzen, unser Untersuchungsgebiet bis weit ins Makarowbecken auszudehnen. Wir wissen nicht, ob wir bald wieder so günstige Bedingungen vorfinden. Denn auch wenn unsere Expedition in diesem Jahr die generelle Tendenz einer abnehmenden Eisbedeckung bestätigt, so ist über die regionale Verteilung des Eises noch nichts gesagt. Am Beginn unserer Reise nördlich von Spitzbergen hatten wir Mühe, überhaupt vom Fleck zu kommen! Man kann heute genauso schwer wie vor zehn Jahren planen, wieviel man wo auf einer Expedition ins Nordpolarmeer erreichen wird.

Herzlichen Gruß im Namen aller Fahrtteilnehmer,

Ursula Schauer

## **ARK XXII/2, Wochenbericht Nr. 6**

### **3. - 10. September 2007**

Brachte die vorletzte Woche unsere nördlichste Position so passierten wir in der vergangenen Woche die Datumsgrenze bei 180°E und erreichten unsere östlichste bei 135° West. Es fiel in dieser Gegend manchmal nicht leicht zu beschreiben, in welche Richtung wir fuhren. Um von 175° Ost nach 175° West zu kommen fuhren wir nach Osten. Dazu kommt, dass wir ja bei Karten in den mittleren Breiten die Merkatorprojektion gewohnt sind, bei der Norden oben ist, Westen links, usw. Solche Projektion ergibt in der Nähe des Nordpols natürlich enorme Verzerrungen, deshalb benutzen wir eine stereographische Projektion, bei der die Breitengrade als Kreise um den Nordpol dargestellt sind. Um auf dieser Projektion unseren Kurs nach Südosten hin zu westlichen Längengraden zu beschreiben, wies man nach links oben, und daran muss man sich doch erst einmal gewöhnen.

Anfang der Woche war die Hälfte unserer langen Reise um! Da wir am Sonntag eine längere Eisstation hatten, nutzten wir die Gelegenheit um auf der Eisscholle einen Glühwein auf die erfolgreiche erste Halbzeit zu trinken. Dazu gab es ein Fußballspiel, Deutsche gegen Holländer (durchsetzt mit anderen Nationen), das bei minus 2°C minutenweise sogar in kurzen Hosen bestritten wurde. Es endete 4:2 für die deutsche Mannschaft (zu der natürlich auch Frauen gehörten). Anschließend gab es einige Schlittschuheinlagen auf den glatt und eben zugefrorenen Schmelztümpeln – hier brillierten natürlich besonders die Holländer. Zwischendurch kam endlich einmal die Sonne durch die graue Wolkendecke und tauchte Schiff und Scholle in ein milchig freundliches und außerordentlich photogenes Licht. Alle kehrten erfrischt und ausgetobt aufs Schiff zurück.

Neben Punsch und Fußball kam auch die Forschung auf der Scholle nicht zu kurz. Im Gegensatz zu Süßwassereis ist Meereis von feinen Kanälen durchzogen, in denen sich hochkonzentrierte Sole befindet, denn ein Eiskristall kann das Salz aus dem Meerwasser nicht mit einbauen. Diese Kanäle bilden einen Lebensraum, an den sich ein spezielles Ökosystem angepasst hat. In dem Gewirr von Kanälchen ist man gegebenenfalls vor Fraßfeinden geschützt. Allerdings muss man auch einiges aushalten: extrem niedrige Temperaturen, extrem hohe Salzgehaltsschwankungen, die die Zellen unter osmotischen Druck setzen, und im Sommer schmilzt in großen Gebieten der Lebensraum ganz weg. Bisher war allerdings immer genügend mehrjähriges Eis da, d.h. Eis das gemeinsam mit seinen Bewohnern den Sommer überdauert und von dem aus vermutlich das Neueis besiedelt wird. Wenn die in diesem Jahr dramatisch untermauerte Tendenz bestehen bleibt, dass Flächen mit mehrjährigem Eis immer kleiner werden, ist dieses Ökosystem bald in seiner Existenz bedroht. Die Meereisbiologen des Instituts für Polarökologie Kiel sind damit beschäftigt, die Zusammensetzung dieser möglicherweise aussterbenden Meereisfauna zu untersuchen. Dazu erbohren sie auf Eisstationen in dem gesamten Expeditionsgebiet Eiskerne und zersägen sie in kleine Abschnitte, um die Organismen in jedem Stockwerk auf Artenzusammensetzung, Ernährungsweisen und Anpassungsstrategien zu untersuchen. Mit einer Unterwasser-Videokamera werden die Nutznießer unter dem Eis beobachtet, die hungrig darauf warten, was sich aus den unteren Stockwerken des Eises ins Wasser wagt oder herunterrieselt.

Die Temperatur war in der Woche deutlich unter Null Grad und mit der einsetzenden Neueisbildung hat die Hamburger Gruppe der Meereisphysiker ihre Studien der optischen Eigenschaften von Schmelztümpeloberflächen zu den Akten gelegt. Stattdessen widmeten sie sich auf der letzten Eisstation dem neuen dünnen Eis, das in der Windstille als ebenes dunkles und helles „Nilas“ von 5 bis 10 cm entstand. Dazu lagen sie in Überlebensanzüge verpackt auf dem Bauch am Rand der Scholle und maßen mit einer Art Lineal die Oberflächenrauigkeit auf diesem Nilas – die zentimetergroßen Eiskrümel, die im Salzwasser, anders als im Süßwasser ausfrieren. Anschließend markierten sie ihre Messpunkte mit blauen Müllsäcken und überflogen die Säcke mit dem Hubschrauber, um die Rauigkeit mit einem Scatterometer mit mehreren Frequenzen und Polaritäten zu erfassen und die Ergebnisse dann über aufwändige Algorithmen mit den Linealmessungen zu kombinieren. Eine bemerkenswerte Beobachtung war, dass „Frostblumen“ auf Neueis schon bei -8 Grad entstehen und nicht erst bei wesentlich tieferen Temperaturen, wie bisher geglaubt.

Außer den biologischen und eisphysikalischen Arbeiten wurde auf der „Halbzeit“-Scholle eine erste ozeanographische Boje installiert. Um das ganze Jahr über Messungen aus dem Ozean zu erhalten, haben die Ozeanographen auf der Scholle eine

Plattform installiert, von der aus eine Messsonde einmal am Tag bis in 1000 m Tiefe profiliert, um das Temperatur- und Salzgehaltsprofil aufzunehmen, – so wie wir es zur Zeit auf vielen Stationen vom Schiff aus tun. Die Daten werden dann per Satellit an Land übertragen. Der „Ice-Tethered-Profilier“ driftet nun mit der Eisscholle quer durch das Nordpolarmeer, und da in internationaler Koordination im Internationalen Polarjahr 2007/08 ein ganzes Array von diesen ozeanographischen Plattformen ausgebracht wird, werden wir erstmalig eine mehrjährige flächendeckende Aufnahme der arktischen Hydrographie bekommen.

Die Möglichkeit, die kurz- und langfristige Fahrtplanung der Eissituation anzupassen, setzt natürlich die Kenntnis der weiträumigen Eisbedeckung voraus und dazu sind wir auf Unterstützung von Land angewiesen. Bei dieser Unterstützung kommt erschwerend die Begrenztheit unseres Emailverkehrs ins Spiel, die die automatische Übersendung großer Dateien mit Eisbedeckungskarten unmöglich macht. Deshalb möchten wir uns hier ganz herzlich bei Lars Kaleschke und seiner Gruppe an der Universität Hamburg bedanken, die uns die gesamte Reise über, auch an Wochenenden, durch minimale Dateien mit maximaler Information versorgten.

Herzlichen Gruß im Namen aller Fahrtteilnehmer,

Ursula Schauer

## **ARK XXII/2, Wochenbericht Nr. 7**

**10. - 16. September 2007**

Nach der Ausdehnung unseres Transekts bis ins Kanadabecken ging unser Kurs zunächst zum Mendelejewrücken und dann wieder in Richtung Sibirien. Dabei konzentrierten wir uns darauf, Positionen für unsere verbliebenen ozeanographischen Bojen zu finden. Neben den ozeanographischen hatten wir auch acht meteorologische Bojen zu verteilen. Sie messen die Lufttemperatur und den Luftdruck und geben durch die Veränderung ihrer Position Informationen über die Eisdrift. Solche atmosphärischen Basismessungen sind natürlich der Grundstock für das Verständnis des Schwindens der Eisdecke. Die arktische Atmosphäre steht aber auch in Verbindung mit der Wetterentwicklung in Europa und entsprechend erhöht jeder Messpunkt hier, wo das Netz der Wetterstationen äußerst weitmaschig ist, die Qualität der Wettervorhersage auch in den mittleren Breiten. Die meteorologischen Bojen wurden direkt mit den und weiträumig um die ozeanographischen Bojen herum ausgebracht.

Ein abgestimmter internationaler Plan, der zu Beginn des Jahres zur arktisweiten Verteilung der ozeanographischen und der meteorologischen Bojen erstellt wurde, zerbröselte quasi mit dem Eis und musste während der Expeditionen fast im Wochenrhythmus erneut koordiniert werden. Drei ozeanographische Bojen waren unter guten Eisbedingungen von einem kanadischen Eisbrecher in der Beaufortsee ausgesetzt worden. Weitere neun Bojen standen auf dem Plan unserer Expedition und der des russischen Eisbrechers „Academic Fedorov“. Acht dieser Bojen gehören zu dem EU-Programm DAMOCLES (Developing Arctic Modelling and Observing Capabilities for Long-term Environmental Studies), eine kommt vom japanischen Institut JAMSTEC.

Der weite Rückzug des Meereises im ostsibirischen Teil der Arktis machte das Vorhaben zunichte, diese neun ozeanographischen Bojen weit im Südosten des eurasischen oder des Makarowbeckens auszubringen, wo die Transpolare Eisdrift früher (und derzeit vielleicht noch im Winter) ihren Ursprung hatte und von wo aus die Bojen Aussicht auf lange eine Driftdauer gehabt hätten. Aber auch weiter nördlich machte uns die Beschaffenheit des Eises einiges Kopfzerbrechen. Denn während die meteorologischen Bojen klein und kompakt sind und vom Hubschrauber aus zur Not auch auf einer mäßig großen Scholle ausgebracht werden können, müssen wir für die schweren ozeanographischen Bojen eine taugliche Scholle in Schiffsnähe finden, wobei „tauglich“ etwa Kilometergröße und gerne 2 Meter Dicke bedeutet. So etwas gab es aber in diesem Sommer in der gesamten sibirischen Arktis nur noch in raren Einzelexemplaren. Alles andere war – abgesehen von zusammen geschobenen Eisrücken – nur etwa einen Meter dick, mürbe und dazu von Schmelztümpeln durchlöchert, so dass die Gefahr groß ist, dass die Schollen bei der nächsten Eispressung infolge stärkeren Windes zerbrechen.

Im zentralen Makarowbecken brachten wir zunächst die Boje unseres japanischen Kollegen aus. Wir mussten wieder fast auf 87°N fahren, um taugliches Eis zu finden. Nach einigen Stunden Arbeit war die Boje verankert, aber leider stellte sich beim Endtest heraus, dass die Boje nicht einwandfrei funktionierte! Also blieb uns nichts anderes übrig, als sie wieder aus dem Eis heraus aufzunehmen und die 800 m Kabel, die unter der Scholle hingen, wieder aufzuspulen, was auf dem Eis ohne die Spuleinrichtungen des Schiffs reichlich mühselig ist. Da wir bei der mauen Eissituation ohnehin Zweifel hatten, ob wir wohl alle Bojen würden ausbringen können, haben wir kurzerhand auf der Position eine andere Boje ausgebracht.

Mit ein paar wenigen Stationen überquerten wir wieder den Lomonossowrücken und peilten für die nächste Bojenauslegung ein Gebiet im Amundsenbecken an, das auf hoch auflösenden Satellitenradarbildern, die uns die Kollegen der Universität Hamburg schickten, vielversprechend aussah. Nun brauchten wir wirklich eine große Scholle, da hier vier Bojen in einiger Entfernung voneinander ausgebracht werden sollten: Eine Turbulenzboje, mit der Wärme- und Salzflüsse direkt unter dem Eis bestimmt werden sollen, ein akustischer Strömungsmesser für das Strömungsprofil bis in mehrere hundert Meter Tiefe, ein CTD-Profiler und ein Eis- und Schneedickenmesser, mit dem Abschmelzen und Anfrieren über die Jahreszeiten bestimmt werden kann. Dazu kam eine Webcam; denn auch wenn visuelle Eindrücke nur qualitativ sind, so verraten sie doch eine Menge über die Wetter- und Eissituation.

In der Tat trafen wir auf etliche große Schollen, schön mit Schnee bedeckt, die das Ausmaß der Schmelztümpel kaschierten;

aber Probebohrungen zeigten schnell die Misere. Schließlich entschieden wir uns für eine riesige Scholle, legten vorsichtig an, damit das fragile Stück nicht gleich zerbrach, und fanden nach nächtlicher zweistündiger Vermessung mit dem Eisdickenmessgerät gerade ausreichend Stellen in der Nähe von Eistrücken, dass wir alle Bojen unterbringen konnten. Am nächsten Morgen begannen wir bei Windstärke 6 und Schneesturm damit, die diversen Bojen auszubringen, bzw. die Löcher dafür zu bohren: eine der Bojen war dreimal so dick wie die Bohrerstärke und wenn dann das Eis doppelt so dick ist wie die Bohrlänge braucht man schon seine 12 Stunden und eine gute Strategie um überhaupt ein passendes Loch zu erzeugen. Aber nach zwei Tagen waren alle Bojen dort, wo sie sein sollten, und im Laufe der folgenden Tage liefen die Meldungen der einzelnen Bojen ein: Alle liefen fehlerfrei! Große Erleichterung breitete sich aus!

Einen Tag später kreuzten zwei russische Schiffe unseren Weg, - die „Academic Fedorov“ und der Atomeisbrecher „Rossya“. Auch sie waren verzweifelt auf der Suche nach einer großen Eisscholle, die noch höheren Ansprüchen genügen sollte und eine bemannte Driftstation für ein oder mehrere Jahre beherbergen sollte. Es wäre die 35. in einer langen Reihe wissenschaftlicher russischer, bzw. sowjetischer Eisstationen gewesen – in diesem Jahr erstmalig gescheitert am Mangel an genügend stabilem Meereis.

Wir werden in der kommenden Woche das Eis in Richtung Laptewsee verlassen, bis dahin herzlichen Gruß im Namen aller Fahrteilnehmer,

Ursula Schauer



## **ARK XXII/2, Wochenbericht Nr. 8**

**17. - 24. September 2007**

Unsere Fahrt ging in der letzten Forschungswoche entlang des Gakkelrückens nach Süden. Der Gakkelrücken ist eine Spreizungszone, von der aus die ozeanischen und kontinentalen Platten auseinander geschoben werden. Er ist sozusagen die Fortsetzung des Mittelatlantischen Rückens im Nordpolarmeer. Eine Besonderheit des Gakkelrückens ist, dass er in der Laptewsee auf den Kontinentalsockel führt und konsequenterweise ist seine Spreizung sehr langsam. Bei unserer ersten Kreuzung des Gakkelrückens vor einigen Wochen hatten wir Anomalien in den Spurenmetallgehalten im Tiefenwasser gefunden, die auf hydrothermale Quellen hindeuteten. Hydrothermale Quellen treten im Bereich von Spreizungsrücken häufig auf und so suchten wir den östlichen Teil des Rückens auf weitere Spuren von Quellen ab um dann gegebenenfalls die mineralhaltigen Wasserfahnen, die sich ähnlich wie eine Wolke von Zigarettenrauch ausbreiten, systematisch zu beproben. Das aus hydrothermalen Quellen austretende Wasser ist warm und getrübt; deshalb hätten wir ein mögliches Signal bei jeder Station sofort in den elektronisch übermittelten Daten der CTD-Sonde erkannt und nicht erst nach der Analyse aller Proben. Leider trafen wir auf keiner der angefahrenen Positionen ein so deutliches Signal an wie beim ersten Auftreten; aber der Versuch schien es wert, denn so bald wird in diesem Seegebiet nicht wieder eine Expedition mit dem aufwändigen Ultra-Clean-System und der Spurenstoffanalytik stattfinden können.

Zum Ende der Woche erreichten wir das südöstliche Ende des Gakkelrückens, von dem aus der Kontinentalhang flach zur Laptewsee ansteigt - innerhalb weniger Tage passierten wir die tiefste Station unserer Reise mit 5300 m und die flachste mit 48 m. Der Schnitt über den Hang war der dritte unserer Reise, der den Übergang zwischen tiefen Becken und den sibirischen Schelfmeeren erfasste.

Neben der Steuerung des Atlantikwassers durch den Kontinentalhang ist der Übergang vom flachen Schelf in die Tiefsee wichtig für die Ausbreitung von den riesigen Mengen von Flusswasser, das in die Schelfmeere mündet. Dort vermischt es sich mit Schelfwasser, bleibt aber aufgrund des geringen Salzgehaltes an der Meeresoberfläche. Dort breitet es sich aber nicht gleichmäßig wie ein Pfannkuchenteig aus, sondern fließt, durch Wind und andere Einflüsse gesteuert in einem Bogen entgegen dem Uhrzeigersinn zur Schelfkante und von dort in einem breiten Strom quer durch die Arktis in Richtung Atlantik. Das Flusswasser bringt viele gelöste und partikuläre Stoffe vom Festland ein, aber wenn es über den flachen Schelf fließt, werden manche Stoffe durch den Kontakt mit dem Sediment ausgetauscht oder verändert. Das gleiche gilt für salzarmes Oberflächenwasser aus dem Pazifik, das viel weiter östlich durch die 50 m tiefe Beringstraße einfließt und durch Austauschprozesse mit dem Boden der Tschuktschensee geprägt ist. Beide Süßwasserströme fließen in der zentralen Arktis zusammen und durch die Ausdehnung unserer Arbeiten bis ins Makarowbecken konnten wir die Front zwischen den beiden Wassermassen in vielen Komponenten beproben, deren Analyse noch andauert. Die Ausbreitungspfade der kontinentalen Abflüsse variieren vermutlich mit den Schwankungen des Klimas.

Auf dem Schnitt in der Laptewsee ging es darum, die Eigenschaften dieser Süßwasserquelle durch das weite Spektrum von unterschiedlichen Spurenstoffdaten zu identifizieren und Prozesse zu erkennen, die die Eigenschaften der Wassermassen verändern. Dazu verwenden wir „klassische“ Größen wie Nährstoffe, Fluoreszenz durch „Gelbstoffe“ (das sind von Land eingetragene Huminstoffe) oder natürliche Radionuklide wie Radium, die wir mit früheren Datensätzen vergleichen können. Dazu kommt nun zum ersten Mal die systematische Erfassung der Verteilung von Spurenmetallen. Darin finden wir enorme Unterschiede zwischen dem mit Atlantikwasser vermischten sibirischen Flusswasser und dem Pazifikwasser.

Nun sind alle Stationsarbeiten abgeschlossen und die letzten Proben wurden in der Nacht zum Montag genommen. Die Analysen und auch etliche Experimente in den Laboren dauern noch an. Das Ausmaß der Ergebnisse ist noch kaum zu überschauen; aber dass diese Expedition für das Verständnis der derzeit in der Arktis ablaufenden Veränderungen einen entscheidenden Beitrag liefert ist abzusehen. Arktisforschung braucht nicht nur gute Wissenschaftler, sondern ist auch auf außerordentliche Professionalität der Seefahrt angewiesen. Wir möchten uns deshalb bei Kapitän Stefan Schwarze und seiner gesamten Mannschaft für die freundliche, engagierte und zuverlässige Unterstützung in allen Belangen über zwei Monate

hinweg sehr herzlich bedanken!

Im Übrigen soll noch eine erfreuliche Korrektur zum letzten Wochenbericht angebracht werden: Im letzten Moment vor dem Ende ihrer Expedition fanden die russischen Kollegen auf der „Academic Fedorov“ östlich der Taimyrhalbinsel doch noch eine gute Scholle für ihre Drifteisstation, an der übrigens auch ein Deutscher aus Potsdam teilnimmt. Wir wünschen dem Team eine gute Überwinterung und viel Erfolg!

Einen letzten herzlichen Gruß von uns allen aus der Arktis,

Ursula Schauer

## The expedition ARK-XXII/2

### Weekly reports

[28 July 2007](#): Between crates and containers

[12 August 2007](#): Clean iron measurements in the deep sea

[19 August 2007](#): Glaciations of the Kara Sea

[25 August 2007](#): Atlantic Water flow – two uneven partners and their passengers

[2 September 2007](#): Rain at the North Pole

[10 September 2007](#): Ice at halftime

[16 September 2007](#): Hunting for ice floes

[24 September 2007](#): Fresh water and deep water traces



### Expedition summary and itinerary

The expedition ARK-XXII/2 is a central contribution to the International Polar Year 2007/08 (IPY 2007/08). In particular it serves two objectives formulated in the IPY science plan:

1. Status: To determine the present environmental status of the polar regions
2. Change: To quantify, and understand, past and present natural environmental and social change in the polar regions; and to improve projections of future change

ARK-XXII/2 follows the strategy that these goals can only be achieved in co-operation with other expeditions. For the first time a synoptic survey of the physical, chemical and biological state of the entire Arctic Ocean will be carried out conjointly with other expeditions that take place at the same season (see [www.asci-ipy](http://www.asci-ipy) for an overview) in a phase of rigorous climate change. For the assessment of the presently observed concurrent decrease in sea ice, warming of the upper ocean and the shifts in ocean circulation with the respective impacts of distribution of matter that is imported by river runoff and produced by ocean and ice organisms as well as on the biota itself such a comprehensive survey is necessary as a baseline for long-term observations.

In particular ARK-XXII/2 contributes to the following IPY projects:

- **SPACE**: Synoptic Pan-Arctic Climate and Environment Study,
- **GEOTRACES**: Geotraces in the Arctic,
- **IAOOS** (Integrated Arctic Ocean Observing System,

(see [www.ipy.org/development/eoi/index.htm](http://www.ipy.org/development/eoi/index.htm))

as well as to the German-Russian project which is part of the bilateral list of joint research programmes VERITAS (Variability and Export of Riverine Matter into the Arctic Ocean and late (Paleo-) Environmental Significance). During the same time a large part of the work will be the implementation of the EU funded Integrated Programmes **DAMOCLES** (Developing Arctic Modelling and Observing Capabilities for Long-term Environment Studies).

In the context of IPY, ARK-XXII/2 takes its share in covering part of the Eurasian sector of the Arctic. In order to enable detection of decadal change the expedition is designed to repeat large-scale sections that were made in the nineties of the last century, such as Oden 1991, RV Polarstern 1993, 1995 and 1996. In this way spatial and temporal variations can be distinguished which is a prerequisite to assess the development of water masses, circulation, sea ice, as well as biological and biogeochemical parameters. During the same time a geological programme serves to investigate the distribution input from of river runoff at different climate conditions.

### Itinerary

28 July 2007: Departure from Tromsø

30 July 2007: Start of station work

24 September: End of station work

07 October 2007: Arrival in Bremerhaven



## ARK-XXII/2, 1st Weekly Report



Ice station

28 July - 5 August 2007

### Between crates and containers

On Saturday, the 28th of July, we departed from sunny Tromsø in Northern Norway. The ultra clean system of our Dutch chemistry group was readily installed on deck, last shopping, necessary due to lost luggage, was finished. There was a worry whether or not all expedition equipment was delivered on time, but finally all was accounted for and everything was already stored on board.

The summer accompanied us with blue skies and warm weather for a little while on our way into the Barents Sea. However we did not get much of it because unpacking had started with full power. The beginning of every cruise is typically governed by mild chaos: labs are distributed and then changed again, as there is never enough space for every one's needs. The containers are unloaded and boxes are missed just to be finally found where they were supposed to be. Instruments are set up and usually do not function on first demand until after some minutes of calming down. One day later, the chaos around the ship seized considerably accompanied by a small low pressure system that turned the sea surface from being a mirror towards smooth waves. The first afternoon we had a test station for both our CTD systems and everything went well and

in the meantime everybody found his/her place to work.

Tuesday morning we started our expedition programme with a first section running from the shallow shelf of the Barents Sea across the Nansen Basin up to the Nansen Gakkel Ridge. Along this and the following sections we will carry out a wide spectrum of research. We will take hydrographical, biogeochemical, biological and geological samples and investigate the physical properties and the organisms of sea ice. We will come back to the individual projects in more detail in the coming reports.

Altogether our cruise will be a dedicated contribution to the International Polar Year 2007/08 that started on March 1 2007. IPY with its coordinated activities provides a unique chance to distinguish between spatial and temporal changes - a possibility that is not given with individual expeditions. In close cooperation with other cruises taking place during this summer and the next we aim at obtaining a Synoptic PANarctic survey of the Climate and Environmental state (SPACE) of the Arctic Ocean in a period of drastic change. The decrease of the sea ice extent, warming of the atmosphere and ocean, changes in circulation patterns and the distribution of riverine input, how organisms are responding to these changes, all make a comprehensive survey necessary as a bench mark for long term observations.

On Wednesday afternoon we reached the ice edge at 81°30'N. Within a couple of hours we sighted 4 Polar Bears which acted as a decent warning for the first ice station taking place on Thursday. Ice biologists and physicists spent an entire day on an ice flow measuring its thickness distribution and drilling ice cores for lab investigations. On the way to the north the ice cover got denser and denser and last night an increasing number of ice ridges forced our speed down to less than 2 knots.

We have an urgent request to those of you who want to send us official or private emails: being outside of the range of normal telecommunication satellites our email traffic is very much restricted. In order to avoid complete suffocation we reduced the size of emails that we let pass to less than 10 Kb. Maybe we consider this a chance to focus on the most important? So I will do that and send warm regards from the whole group - everybody is fine!

Ursula Schauer



## ARK-XXII/2, 2nd Weekly Report

6 - 12 August 2007

### Clean iron measurements in the deep sea

One of the programs of our cruise aims at better understanding biogeochemical cycles in the Arctic. Many substances are carried into the Arctic through the huge river runoff from Siberia and North America or are advected from the Atlantic or the Pacific. Others are blown in with the wind. Their distribution in the water gives information about the pathways of water masses and so helps to identify ocean currents and sea ice motion. In addition, the mixture of components affects chemical and biological processes.

To determine the physical and chemical properties of water masses we measure a vertical profile of temperature, pressure and electrical conductivity (from which salinity is derived) with a ship-borne so-called CTD system (Conductivity, Temperature, Depth) every centimetre from the sea surface to the ocean floor. The CTD system is directly connected to a computer in the lab through a 6000 m electronics cable on a winch. In this way we can immediately see the profile down to three or four thousand meters depth and obtain a first idea about the stratification of the water column. Bottles for sampling water are attached to the system and are closed electronically at selected water depths. In front of the temperature and salinity profile chemists and biologists can choose which depths they want to sample. A series of these profiles are combined to give the distribution of the measurements across a section.

During our cruise we use two of these CTD systems. One is a standard system, and the other one is newly developed by the Netherlands Institute for Marine Research (NIOZ) for ultra-clean sampling. The standard system is fine for all kinds of substances, except those that are present in the ocean at very low concentrations, but are very abundant onboard a ship and in research equipment. This holds for metals like iron, copper, zinc and many others.

Even if concentrations of metals in ocean water are very low, they can play an important role for biological production. The most prominent case is that of iron. Iron limits phytoplankton growth in the Southern Ocean, even though there is an abundance of basic nutrients such as nitrogen and phosphorus. This is comparable with to junk food for us: piles of pork legs do not suit us unless we eat also a raw carrot from time to time. But no one should worry about our food here onboard - our menu offers a large variety and is full of vitamins and minerals. For example, tonight we had blue potatoes. Have you ever tried them? Delicious!

Back to the Ultra Clean system: this system consists of a titanium frame onto which the CTD probe is attached, and which holds 24 water samplers. Instead of a conventional steel-coated cable that would contaminate trace metal samples, the data cable on this system is coated with Kevlar. And to avoid contaminating the samples with the metallic surrounding of the ship as they come out of the water, the entire system is brought to an ultra clean container as soon as the system gets on deck. At the beginning of the cruise, despite great curiosity, hardly anybody dared to go on deck during the stations, but meanwhile we got more courageous and we are allowed even to enter the Ultra clean container that has an entry room that can be accessed even when dirty.

This cruise is the premiere for the Ultra Clean system. As such a system did not exist so far, little is known about trace substances in the world ocean. The survey in the Arctic is the start of the international Program GEOTRACES, which will run for the next 10 years to sample the global ocean.

We had planned to continue the section along 34E up to 87N, i.e. from the 200 m deep Barents Sea shelf across the 4000 m deep Nansen Basin until the Nansen Gakkel Ridge. But in the middle of the week we just had reached 84 30N and tried to make our way through the densely packed sea ice. The ice was not particularly thick, and flights with the helicopter carrying the

EM bird, an electromagnetic probe, showed that flat ice floes had a thickness of one meter only. But light southerly winds from a high-pressure system centred at Frans Josef Land had pushed the ice towards north so that almost no leads were left between the flows. Even an ice-breaker like the Polarstern needs some space to push the broken ice into in order to move. Furthermore, the wind pressing the ice together has piled up thick ridges that are even harder to break through than dense ice. Since we plan to cross the Nansen Gakkel Ridge further to the east later during the cruise, we decided to skip the rest of the first section and move eastward.

On our way we passed through a most beautiful "lake district". We were surrounded by thousands of large and small ponds, the shallows ones shining turquoise, the deep ones dark blue. Some ponds have a hole in the bottom that is black. The water of the ponds is melted sea ice. During summer the surface of the thick ice thaws due to the 24 hours-a-day insolation. Even a shallow melt pond reflects the sunlight less efficiently than the withered white ice surface. Instead, it absorbs the energy, which further enhances melting. Also, a satellite sees a melt pond differently than a completely frozen surface. Melt ponds on a flow can not be distinguished from open leads between flows and so in summer the real ice cover is underestimated with satellite remote sensing. A group of sea ice researchers from Hamburg is trying to tackle this problem. They measure the backscatter of radar signals with different frequencies from the helicopter. These researchers believe that wind waves on small ponds have a composition different from those on larger open leads which causes them to scatter differently. If this is true, the differences in scatterometry could be used at satellites to improve estimations of ice cover.

In the meantime our geologists have taken their first sediment samples from the deep sea north of Frans Josef Land where we move southwards along 62°E. They are interested in glaciation history; we will report more about it next week. It is snowing wet flakes and the wind is wet and cold from the north - like at Christmas in Bremerhaven!

Best regards to the south, Ursula Schauer



## ARK-XXII/2, 3rd Weekly Report

13 – 19 August 2007

### Glaciations of the Kara Sea

During the third week we ran a section north of the Kara Sea along 61°E from the central Nansen Basin towards the south. This region belongs to the Russian “Exclusive Economic Zone” (EEZ), which is regulated by the International Law of the Sea, and extends to 200 nm from any coast, whether of a continent or an island. All along the rim of the Siberian shelf seas groups of islands like Franz Joseph Land, Severnaya Zemlja, etc, are situated so that the Russian EEZ extends far into the central Arctic Ocean. To carry out research in an EEZ, permission of the respective country is required. Such clearance is typically only a formality and, according to the Law of the Sea, must be granted unless severe reasons speak against it. There are a few countries that, for whatever reason, are enormously reluctant in giving this clearance and thus exclude large areas of the oceans from international research. Also, the Russian authorities have denied, after a short period of Perestroika in the early nineties, the permission to work in their EEZ for the past nine years – which was a decade of huge climate change in the Arctic. Now, during the International Polar Year 2007/08, the curtain has opened again and we are very glad to be able to work in this region that is of such importance with respect to oceanography, biology and geology.

At present, as during the quaternary (the past 1.6 millions years), the Kara Sea is an important area of the Arctic. Huge Siberian rivers enter the ocean in the Kara Sea, and a branch of Atlantic Water inflow passes through and flows from the shelf to the deep sea. Currently, it is unclear how various ice ages progressed in the Arctic and how they modified the continental run-off and the Atlantic Water flow. We also do not know what the interglacial conditions looked like here. Until now, no sediment cores had been collected from the northern Kara Sea that could provide answers to these questions. Was the drainage of Siberia to the north blocked during the last glaciation by large glaciers? In this case, the melt water of the receding glaciers would have spilled into the Arctic Ocean in a huge splash. Or was the Kara Sea open and the continental precipitation could steadily run off northwards as it does today?

Whatever happened – it should be manifested in the sediments at the continental slope. Our geologists eagerly watched the signal of the Parasound that displays the echo sounding of the upper 20 m of the sediment. Often they looked disappointed because the signal was clearly that of deposited turbidites, which are made of mud avalanches along the steep slope that were released by glaciers or strong currents. Such sediments are a wild mixture of everything and do not allow one to distinguish between individual layers by differences in microfossils, grain size or other parameters that represent different climate states. Eventually, a suitable site was discovered – but when the very first box core came back on deck it was damaged! However, after this flop the results grew considerably, culminating towards the middle of the week. On Wednesday a core was taken at 1000 m water depth with a “Kastenlot” which provides an extra large diameter. The core that was collected was more than 4 m long and contained a record of up to 160.000 years for analysis in the home laboratories. The sediment color allows the scientists to speculate about the several changes between glacials and interglacials seen in the core.

In the center of action one often can not see very far and thus we learned only from from back home that, after 2005, this year is going to show a new record minimum of ice cover. This fits well with our situation: compared to a Polarstern cruise in 1996 when we had a hard time to get through the ice here north of ... Island, we now pass easily in view of completely open water beyond the ice edge. An ice station that was scheduled for today had to be cancelled twice – each time that we approached a flow it broke into pieces.

In the center of action one often can not see very far and thus we learned only from from back home that, after 2005, this year is going to show a new record minimum of ice cover. This fits well with our situation: compared to a Polarstern cruise in 1996 when we had a hard time to get through the ice here north of the tiny Ushakova Island, we now pass easily in view of completely open water beyond the ice edge. An ice station that was scheduled for today had to be cancelled twice – each time that we approached a flow it broke into pieces.

A couple of flue germs sneak through the ship causing uneasiness here and there. But we are sure to get the bacteria under control soon.

Best regards in the name of all participants,  
Ursula Schauer

## ARK-XXII/2, 4th Weekly Report

20 – 25 August 2007

### Atlantic Water flow – two uneven partners and their passengers

At the beginning of the last week we worked along a section in the Voronin Trough to monitor the confluence of two branches of Atlantic water flow. The Norwegian Current brings warm and salty waters to northern Europe, and then into the Arctic Ocean in two branches. One branch goes through the deep Fram Strait and turns east to flow north of Svalbard. The second branch flows through the shallow Barents Sea. For a long time fishermen have appreciated the warmth of this Atlantic water that keeps the Barents Sea mostly ice-free during winter. Through direct contact with the atmosphere the water is cooled, and in some areas reaches its freezing point. When ice is eventually formed the salt either remains in thin brine channels in the ice or it is released to the surface water. The cooling and the salinity increase make the water more dense than the surrounding water, which causes it to sink. At the ocean floor (about 200 m deep) it flows towards the shelf edge and sinks into the 3000 m deep Nansen Basin.

There it rejoins its partner that took the pathway through Fram Strait. This branch of Atlantic Water is modified only a little during its passage. The region north of Svalbard is sometimes ice-free due to the oceanic heat provided by the Atlantic water and favourable winds (it has been called “Whaler’s Bay” because in the old days it was the northernmost region for whale hunting), but farther downstream this branch is covered by fresh water and ice which hampers further cooling.

The two branches reconvene north of the Kara Sea. Depending on the differences in temperature and salinity between these two branches, the Barents Sea branch either sinks below the Fram Strait branch because of its higher density, or both branches flow at a similar depth divided by a sharp front. The temperatures and salinities may vary with time. We know that the Fram Strait branch has become less dense over the last decade due to increased temperatures – although we found the inflow this year to be somewhat colder than last year. But no observations exist about the Barents Sea outflow since 1996. Our measurements at 86°E show that, since 1996, the Barents Sea water has become less saline and therefore less dense as well. Like everywhere on our globe, the fauna found in the Arctic are very much adapted to their environment. Strong seasonality of light conditions, due to insulation and ice cover, as well as low temperatures dictate living conditions here. Polar bears, for some the most spectacular species of the Arctic, are only one end of a food chain that originates with very small species. In order to understand how the Arctic ecosystem adapts to the changing sea ice, one must consider more than just the shrinking of the sea ice extent as a decrease in the polar bears’ walking area. To this end, three biological groups study the exiting life in the ice, in the water and at the bottom.

An important link in the marine carbon cycle is the zooplankton. In the Arctic, the largest amount is made up of three species of the millimetre sized Copepods. To assess their role in the food chain it is important to know their life strategies and to understand which factors determine their composition and their distribution. The ecosystem in the ice is entirely restricted to the Arctic but the composition of the organisms in water is not. Due to the advection of waters from the Atlantic there is also input of Atlantic zooplankters, because their swimming abilities are not sufficient to resist the currents.

We sample the zooplankton with a multi-net from distinct depth intervals so that we obtain a picture of the three-dimensional distribution of species and total abundance. We observe a large diversity: there are vegetarians that prefer to live in the uppermost floors during summer when the phytoplankton blooms like a meadow in spring. Then there are the carnivores and opportunists that eat almost everything, including left-overs from others, anything that contains some calories. Their niche is farther in the deep where they sit and wait to catch what is sinking from above. For the first time we sample systematically the deep layers below 2000 m, which is thought to be the vertical depth limit of the Copepods. It turned out that the abyssal is of no interest for the Copepods. Instead, the catches bring mostly animals on board that seem hardly known so far. For example, we collected a worm (Nemertini) about 10 cm long on which, because we have no deep sea worm specialists onboard, we can not even tell the one end from the other. It has the bright orange color that is found often with abyssal animals; why is it necessary to have such a color in the dark?

However, the largest diversity is found at a few hundred meters depth in the Atlantic layer. *Calanus finmarchicus* is the small cousin of the Arctic inhabitant *Calanus glacialis* and is originally from the subarctic North Atlantic. Cousin *C. glacialis* is bigger than *C. finmarchicus* which is typical for polar species. Because of the slower metabolism, it takes longer for them to become

mature, so they have to live longer and thus they become larger than their southern relatives. Little *C. finmarchicus* is carried to the north with or against its will by the warm Atlantic water flowing through Fram Strait. In the Arctic he seems to feel quite happy – at least he is found to survive everywhere along the Eurasian continental slope. The toughest guys are found even beyond the Lomonosov Ridge in the Canadian Basin. But they do not seem comfortable enough to reproduce. So far, no new generation has been found in the Arctic and the immigrating generation does not live longer than a year, as is known from many studies. Does that change with the warmer inflow? In experiments with specimen from a catch in the northern Kara Sea carried out onboard we found for the first time several female *C. finmarchicus* producing eggs!

The whole week we were surrounded by three low pressure systems: one at the North Pole, one over Novaya Zemlya and one at Severnaya Zemlya, which resulted in everlasting clouds, fog and sometimes snow showers. Not only does it look a bit depressing, it also prevents our helicopters from flying and does not allow us to carry out extended measurements of sea ice thickness and other parameters.

I am grateful to Kate Lepore who every week transfers my bumpy English into an elegant language.

Best regards in the name of all participants,  
Ursula Schauer

## **ARK-XXII/2, Weekly Report No. 5**

**26 August - 2 September 2007**

Towards the end of last week we reached our northernmost position at 88° 40N. Of course, we had expected that even here the ice would be as eroded and loose as in all other regions that we visited during the past weeks which has allowed us to maintain a speed of up to 6 kn. But a whole day of rain within 150 km of the North Pole came somewhat as a surprise! For the past few weeks, one low-pressure system after another has continuously carried warm air from northern Siberia (15°C at the Lena estuary!) towards the central Arctic Ocean. In this way the sea ice disintegrates more and more right before our eyes.

We continued our section that had started in the Voronin Trough across the Amundsen Basin up to the Lomonosov Ridge that separates the two large basin systems of the Arctic Ocean, the Eurasian Basin and the Amerasian Basin. Along the crest of the ridge we sailed northwards. The reason for this detour was a depression on the ridge crest, called the Intra Basin. During an expedition with the Swedish icebreaker Oden two years ago, the bathymetry of the ridge was surveyed in great detail. In the past the deepest sill between the two basins was believed to be located here at 2500 m. However, the survey with Oden had shown that the sill depth here is only 1870 m. Obviously, the exchange of deep water across the Lomonosov Ridge depends on the sill depth and the direction of the exchange depends on differences in the water masses on both sides of the sill. Former investigations provided evidence that deep water is flowing from the Amundsen Basin (Eurasian side) to the Makarov Basin (Amerasian side). Because recently the upper layers of the Arctic Ocean as well as the deeper ones are changing, it seems plausible that the direction of the deep cross-ridge flow varies with time. Hence, in 2005 the deep flow direction was opposite to what was thought before. We took stations at narrow intervals across the ridge and in the Intra Basin. In the small basin, and at the sill, we found Makarov Basin water with higher salinities and temperatures than the deep water of the Amundsen Basin. Obviously the direction is the same now as in 2005.

At each station we sample tons of water for lab analyses. Many dissolved substances like to attach to particles. This behaviour can be used to investigate not only the substances themselves but also the sinking of particles. Sinking marine organic particles (rotten algae, fecal pellets, dead zooplankton) are an important pathway in the global carbon cycle that removes carbon from the atmosphere by carrying it to the deep sea or even depositing it as sediment. Certain radionuclides love to attach to organic particles, causing them to sink with the particles to the sea floor. From the knowledge of the half-life times of the parent and daughter nuclides one can calculate the theoretical ratio between the two in the water. Deviations from that ratio in a particular water layer mean that a percentage of the nuclides have left that layer using the particles as a vehicle: the more of the daughter that is missing, the more particles have sunk. Also trace metals are particle-reactive. Hence when we measure the trace metal content both in water and at particles we can use the nuclide method not only to derive the rate of the export of particles but also that of trace metals. On the other hand, to convert that into carbon export information is required about the nature of the particles: big, small, light, heavy?

To sort out the whole multitude of the required parameters, a never-ending filtration business begins after each water sampling station: some filter to get rid of all particles in order to measure dissolved substances only, some filter to get rid of the water and keep the particles, the next ones size-sort the particles with a centrifuge, others run the water over chemical filters that absorb those substances they want to quantify and so on. Often we run four or five casts of the CTD/water sampler before everybody is happy.

Due to the low sea ice cover we proceed very fast and the stations follow in a narrow sequence. Consequently there are many very tired faces on the ship. On the other hand we really enjoy that the ice conditions enable us to extend our research far into the Makarov Basin. We don't know if we will have a similar chance again soon. Despite the fact that the ice conditions along most of our cruise track fully confirm the long-term trend of Arctic sea ice decrease, it does not tell much about the regional distribution. North of Svalbard, at the beginning of our cruise we had a hard time moving at all! Like ten years ago, it is still difficult to plan exactly where an Arctic Ocean expedition will go.

Best regards in the name of all participants,



## **ARK XXII/2, Weekly Report No. 6**

3 - 10 September 2007

While the week before last brought us to our northernmost station, during the last week we passed the data border at 180° East and reached our easternmost position at 135° West. In this region it was not always easy to tell our heading. To go from 175° East to 175° West one has to head eastward. Stereographic maps make it even more confusing. At mean latitudes we are accustomed to Mercator projection that shows west to the left, north to the top, etc. However, in the vicinity of the North Pole, we use maps with stereographic projection where the latitudes are circles around the North Pole. In this case, to describe a southeast heading toward western longitudes we point up left on our map, which requires some mental exercises.

Early last week the first half of our long cruise was over! On Sunday a long ice station was on the schedule and we took the opportunity to celebrate our first very successful Halftime with a Glühwein on ice. This was accompanied by a soccer game, Germany against Netherlands (both mixed with other nations). At minus 2 deg C the game was played, for some minutes at least, in short trousers. After a finish with 4:2 for Germany, the game was followed by skating on the smooth, frozen melt ponds. This was of course the domain of the Dutch colleagues. In between even the sun won against the everlasting grey clouds and for some hours shone a milky friendly light over the ship and the floe which made both very photogenic. Everybody returned onboard refreshed and exhausted.

Besides Punsch and soccer, research was also conducted on the floe by sea ice biologists, physicists and oceanographers. In contrary to fresh water ice, sea ice contains a network of fine channels filled with high salinity brine because the ice crystals do not incorporate salt. These channels form a suitable habitat for a very specialized ecosystem. To some extent the channel system provides protection against predators. On the other hand, a variety of challenges have to be faced by the organisms: very low temperatures, extremely variable salinities that expose cells to osmotic pressure, and last but not least, in summer the comfortable niche melts away completely. So far, sufficient multi-year ice – which survives the winter together with its inhabitants – might provide the baseline for the growth of organisms in newly formed ice. If the tendency continues towards ice-free summers – like the drastically low ice coverage observed this summer – this ecosystem may become extinct. But as long as it continues to exist, sea ice biologists from the University of Kiel try to understand more about the composition and diversity of the poorly investigated fauna in the ice. During ice stations they drill ice cores which are cut into slices to study who is living with whom in which floor under which circumstances. Some animals are collected for feeding experiments. The opportunists living immediately below the ice, which wait for food falling or creeping out from under the ice, are studied with an underwater video system.

The temperature was markedly below zero last week and with the start of ice formation the ice physics group from Hamburg University changed their focus from investigating optical properties of melt pond surfaces to the study of new ice formation. In the prevailing calm weather, new ice has grown with a fairly even surface to 5 to 10 cm thick, called dark or light “Nilas”. In contrast to fresh water ice, the salt content in seawater causes irregularities of centimetre size at the surface of the sea ice, causing some roughness on the ice surface. To measure the roughness of the Nilas the members of the ice physics group lay, stuffed into survival suits, on their stomach at the edge of the floe and work with a kind of ruler. Afterwards they mark their measurement locations with blue garbage bags and fly over them in the helicopter, taking a survey of the roughness with a scatterometer at different frequencies and polarisation angles. Sophisticated algorithms are used to combine the results of the flight measurements with the ruler measurements. An observation was that frost flowers are able to form at -8°C, and not only at lower temperatures as was believed before.

Apart from the biological and the ice-physical work the “halftime” floe was used to deploy the first oceanographic buoy. To obtain ocean measurements throughout the year, the researchers installed a platform on the ice from which a CTD system can profile to 1000 m depth to record temperature and salinity once per day – just as we do it from the ship. The Ice-Tethered Profiler will drift with the floe across the Arctic Ocean together with a widespread array of similar oceanographic platforms that are launched in an international collaboration during IPY 2007/08. In this way we will obtain for the first time a multi-year

year-round pan-Arctic hydrographic survey.

The possibility for continuously adapting the short- and long-term planning of the cruise programme to the sea ice situation requires knowledge of the large-scale conditions. Here we have to rely on land-based information. In this regard we have the additional problem that our email traffic is very restricted so that sending huge files with detailed ice information is impossible. Therefore we are very grateful to Lars Kaleschke and his group from Hamburg University who have provided us all along the cruise, weekends included, with minimal sized files carrying maximal information.

Best regards in the name of all participants,

Ursula Schauer



## **ARK XXII/2, Weekly Report No. 7**

**10 - 16 September 2007**

After extending our transect far into the Canadian Basin we turned towards the Mendeleev Ridge and then headed back towards Siberia. We focussed on finding positions for our remaining buoys. Besides oceanographic ones we had to distribute eight meteorological buoys. They measure surface air temperature and pressure and by their position they give information about the ice drift. Such meteorological measurements provide basic knowledge for understanding the sea ice decrease. Yet, the Arctic atmosphere is connected with the one of Europe and thus any regular observation here in this under-sampled area will improve the weather forecast in Europe. The meteorological buoys were deployed on the same floe as the oceanographic buoys or in hundreds kilometres distance.

A plan for an array of both buoy types was coordinated internationally early this year, but during the course of summer it crumbled away along with the ice. Almost weakly a new plan had to be collated in order to adapt to the changing ice conditions. Three oceanographic buoys were deployed at fairly good ice conditions from a Canadian icebreaker in the Beaufort Sea. Nine more buoys were scheduled for our expedition and that of the Russian ice-going ship "Academic Fedorov". Six of them belong to the European Union programme DAMOCLES (Developing Arctic Modelling and Observing Capabilities for Long-term Environmental Studies), one is from the Japanese institute JAMSTEC and two are from AWI.

The enormous retreat of the sea ice in the East-Siberian Arctic defeated the plan to deploy these nine buoys in a region which in the past was the up-stream end of the Transpolar Drift from where the buoys would have had a long drift. But also further north the state of the ice gave us a headache. While the meteorological buoys are small and compact and could be transported by helicopter to any floe of moderate dimensions, the deployment of the heavy oceanographic buoys required finding a suitable floe in the immediate vicinity of the ship. "Suitable" means a diameter of at least some kilometres and possibly 2 meters thick. These criteria were hardly met by any floe in the Siberian Arctic this summer. Apart from compressed ridges, everything else was only a meter thick, porous and pierced with melt ponds so that there would be a considerable risk that with the next storm they would break into pieces.

At first we deployed the Japanese buoy in the central Makarov Basin. We had to go as far north as 87°N to find a suitable floe. After a couple of hours of hard work the buoy was in the ice, but unfortunately the final performance test showed some malfunction. So we had no alternative than to recover it; that meant that we had to retrieve 800 m of cable from below the ice – not very pleasant without the comfortable gear that is available on the ship but not on the ice. Since the poor ice cover made us assume that we would have to take one buoy back home anyway, we decided to rather deploy this buoy.

A few stations were conducted while crossing the Lomonosov Ridge then we headed for a region in the Amundsen Basin that looked promising on high-resolution satellite Radar images provided by the sea ice group from the University Hamburg. This time we really needed a large floe because we wanted to deploy four buoys in a certain distance of each other: a turbulence buoy for determining the fluxes of heat and salt between water and ice, an acoustic current profiler for the velocity in the upper few hundred meters, a CTD-profiler for temperature and salinity and an ice mass balance buoy measuring the seasonal variation of snow and ice thickness. This was comprehended by a webcam – even though only qualitatively, visual impressions reveal a lot about the weather and ice situation.

Indeed, we met several large ice floes, beautifully covered with snow hiding the enormous extent of melt ponds; a few drillings, however, revealed the misery. Eventually we decided for a huge floe, tried not to break the fragile beauty when going alongside and after an ice thickness survey during the night we found that there are some thick sites in the vicinity of ridges - just enough for all buoys. The next morning at Beaufort 6 and a snowstorm we started to drill holes and deploy the various buoys. One of them had a diameter three times that of the auger – and with ice twice as deep as the augers length it took some 12 hours and a thorough drilling strategy to get a suitable hole at all. But after two days each buoy was at its place and during the following days data gradually arrived from all buoys proving that they are working and transmitting data properly – great relief everywhere!

A day later two Russian ships crossed our way; "Academic Fedorov" and the nuclear ice breaker "Rossya". They were also desperately searching for a large thick ice floe, which however was supposed to respond to even higher demands than ours because it should carry a manned drift station for one or two years. It would have been the 35th one in a long row of scientific Russian (or Sovjet) ice stations – this year cancelled for the first time due to the lack of sea ice stable enough to hold such a station.

We will leave the ice in the coming week and turn towards Laptev Sea, until then best regards in the name of all participants,

Ursula Schauer

## **ARK XXII/2, Weekly Report No. 8**

**17 - 24 September 2007**

The last week of our research took us along the Gakkel Ridge to the south. The Gakkel Ridge is a spreading zone from which the oceanic and continental plates drift apart. It is the continuation of the Mid Atlantic Ridge in the Arctic Ocean. In the Laptev Sea, the Gakkel Ridge is directly linked to the continental plate and consequently its spreading is particularly slow. At our first crossing of the Gakkel Ridge a few weeks ago we found anomalies in the contents of trace metals in the deep water, indicating hydrothermal venting. Hydrothermal vents are a common feature of spreading zones and thus we went through the eastern part of the ridge searching for traces of other vents of which we intended to take a comprehensive and systematic survey. The plumes in the water appear not only as mineral anomalies but also show anomalous temperatures and light transmissions which are measured electronically, allowing us to detect them immediately. Unfortunately, we did not detect a signal as strong as at the first encountered vent; but it was worth trying since in the near future there will be no opportunity to have a cruise in this region with the state-of-the-art Ultra Clean system and the tracer analytics onboard.

Towards the end of the week we reached the south-eastern end of the Gakkel Ridge where the sea floor rises gently towards the Laptev Sea. Within a few days of each other, we sampled both the deepest and shallowest stations during our cruise, at 5300 m and 48 m depth, respectively. This section across the continental slope was the third of our cruise that covered the transition from the shallow shelves to the deep sea where we captured the flow of the Atlantic water that is topographically steered by the slope. In addition, we measured the transition from the shelf to the deep sea to trace the spreading of the huge amount of river water that enters the Siberian shelf seas. On the shelf the river water mixes with ocean water, staying near the surface due to its low salinity. This river water spreads out from the shelf, not like a pancake on the surface, but in an anticlockwise bow towards the shelf edge and in a broad stream across the Arctic Ocean towards the North Atlantic, driven by wind and internal dynamics. The river water carries a lot of land-derived dissolved and particulate material; but when flowing over the shallow shelf many substances are exchanged or modified through contact with the sediment. This is also the case for the low salinity Pacific surface water that enters much farther east through the 50 m deep Bering Strait. This water is modified through interaction with the bottom of the Chukchi Sea. Both fresh water currents converge in the central Arctic. On our transect to the Makarov Basin we had passed the front between the two water masses and could take samples for many components which we are still analysing onboard. The pathways, and maybe the properties, of both fresh water flows are likely to vary with different atmospheric circulation patterns.

The purpose of the Laptev Sea transect was to identify the properties of this fresh water near its source using the wide spectrum of different tracers available and also to determine processes that change the water mass properties. We measure "classical" properties such as nutrients; fluorescence, including "yellow substances" (terrestrial humics); and natural radionuclides such as radium which we can then compare with data from past cruises. In addition, we systematically determined for the first time the distribution of trace metals in this area. Here we find enormous differences between the mixture of Siberian river water and Atlantic Water, and the Pacific Water.

Meanwhile, the station work is finished; the last samples have been taken the night before Monday. The analyses and several experiments are still going on in the labs. The extent of the results cannot yet be fully assessed but there is already strong evidence that our expedition will bring us a step forward in our understanding of the current changes taking place in the Arctic. Arctic research is not only a question of good science but also of extraordinary professionalism of the seafaring parties. We want to express our deep gratitude to Captain Stefan Schwarze and his entire crew for getting us here and for friendly, engaged and reliable assistance in all matters during the past two months!

One encouraging correction has to be made to the last weekly report: In the last moment before giving up the search, our Russian colleagues on the "Academic Fedorov" found a suitable floe for the manned drifting ice station east of the Taimyr Peninsula. We send our best wishes to the team for a good overwintering and a successful drift!

For the last time best regards from all of us from the Arctic,

