



Expeditionsprogramm Nr. 70

---

## FS POLARSTERN

ARK XX/1, 2 und 3

2004

Z 432

70

2004

---

STIFTUNG ALFRED-WEGENER-INSTITUT  
FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG

BREMERHAVEN, JUNI 2004



432

# **EXPEDITIONSPROGRAMM NR. 70**

## **FS POLARSTERN**

**ARK XX/ 1**

**16.06.2004 – 16.07.2004**

**Bremerhaven - Longyearbyen**

**ARK XX/ 2**

**16.07.2004 – 29.08.2004**

**Longyearbyen - Tromsø**

**ARK XX/ 3**

**31.08.2004 – 03.10.2004**

**Tromsø - Bremerhaven**

**Koordinator:**

**Dr. E. Fahrbach**

**Fahrtleiter:**

**ARK XX/1 Dr. G. Budéus**

**ARK XX/2: Prof. Dr. P. Lemke**

**ARK XX/3: Prof. Dr. R. Stein**

**STIFTUNG ALFRED-WEGENER-INSTITUT  
FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG**

**Juni 2004**



## **INHALT / CONTENTS**

---

**ARK XX/1:**                    **BREMERHAVEN - LONGYEARBYEN**  
pages 5 - 38

**ARK XX/2:**                    **LONGYEARBYEN - TROMSØ**  
pages 39 - 78

**ARK XX/3:**                    **TROMSØ - BREMERHAVEN**  
pages 79 - 103



**ARK XX/1**

1.	ÜBERBLICK UND FAHRTVERLAUF	6
2.	SEDIMENT AKUSTIK: ATLAS PARASOUND SYSTEM UPGRADE DS-1 AUF DS-2	8
3.	ENTWICKLUNG DER HYDROGRAPHISCHEN VERHÄLTNISSE IN DER GRÖNLANDSEE	8
4.	INTERDISZIPLINÄRE FORSCHUNGEN AN EINER TIEFSEE- LANGZEITSTATION IM ARKTISCHEN OZEAN	10
5.	REAKTIONSMEECHANISMEN DES QUECKSILBERS UND AUSGEWÄHLTER PERSISTENTER ORGANISCHER SCHADSTOFFE (POP) IN LUFT, WASSER UND SCHNEE	16
1.	OVERVIEW AND ITINERARY	21
2.	SEDIMENT ACOUSTICS: ATLAS PARASOUND SYSTEM UPGRADE DS-1 TO DS-2	22
3.	DEVELOPMENT OF THE HYDROGRAPHIC STRUCTURE IN THE GREENLAND SEA	22
4.	INTERDISCIPLINARY RESEARCH AT A DEEP-SEA LONG-TERM STATION IN THE ARCTIC OCEAN	24
5.	REACTIONS MECHANISMS OF MERCURY AND SELECTED PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS (POP) IN AIR, WATER, AND SNOW	30
6.	BETEILIGTE INSTITUTE / PARTICIPATING INSTITUTES	33
7.	FAHRTTEILNEHMER / PARTICIPANTS	35
8.	SCHIFFSBESATZUNG / SHIP'S CREW	37

# 1. ÜBERBLICK UND FAHRTVERLAUF

Der erste Fahrtabschnitt der 20. Polarstern-Expedition in die Arktis beginnt am 16.6.2004 in Bremerhaven. Die ersten Aktivitäten werden der Inbetriebnahme neuer oder modifizierter Geräte gelten; Parasound Anlage und ADCP erfuhren in der Wertzeit umfassende Erneuerungen. Der Weg führt zunächst über die Nordsee und weiter an Norwegen vorbei zum untermeerischen Hakon Mosby Schlammvulkan, wo im Rahmen beständigeren Forschungsengagements während dieser Expedition benthische Foraminiferen untersucht werden sollen. Bereits der Weg dorthin wird für eine Vielzahl luftchemischer Untersuchungen genutzt. Hier gilt das Hauptinteresse der Verbreitung von Quecksilber und persistenten organischen Schadstoffen. Die Fahrtroute von Bremerhaven aus in die arktischen Gewässer bietet eine seltene Gelegenheit zu Messungen, die räumlich von den Quellengebieten bis in industrieferne Regionen reichen.

Es schließt sich an ein hydrographischer Schnitt auf 75°N, der sich von der Bäreninsel bis auf das Grönländische Schelf erstreckt. Dieser Schnitt wird seit einigen Jahren jährlich wiederholt, da man erkannt hat, dass auch die Arktischen Gewässer durch hohe Dynamik gekennzeichnet sind und die komplexen Veränderungen nur mit Hilfe langer Zeitreihen konsistenter Qualität richtig erklärt werden können. Während dieses Schnitts wird das Schiff überwiegend stehen, da einer Dampfstrecke von etwa einer Stunde jeweils eine Station von circa 2 Stunden Dauer folgt. Die Suche und Erfassung eines langlebigen kleinskaligen Wirbels mit besonderer Relevanz für die tiefe Konvektion sowie die Auswechslung von autonom profilierenden Verankerungen finden auf diesem Weg von Ost nach West statt.

Auch im biologischen Bereich hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass einmalige Erhebungen für nichtstatische Systeme unzureichend sind. Die Einrichtung des 'Hausgartens' in der Framstraße vor Spitzbergen, der nach dem 75°N -Schnitt aufgesucht wird, ist ein Versuch, durch gezielte Ausbringungen und Beprobungen über mehrere Jahre die Dynamik von tiefseespezifischen ökologischen Abläufen und ihr Wechselwirkungsnetz zu erfassen. 1999 wurde die erste Langzeitstation in einer polaren Tiefseeregion eingerichtet, und seitdem wird auch ein Schnitt über einen Tiefengradient zwischen 1000 m und 5500 m Tiefe wiederholend beprobt. Hier kommt eine Vielzahl von Geräten zum Einsatz, von Landern über Sedimentprobennahmegeräte bis zu abbildenden oder messenden optischen Verfahren.

Die bereits erwähnten luftchemischen Untersuchungen finden selbstverständlich auf der gesamten Fahrtstrecke statt. Eine spezifisch polare Erscheinung besonderen Interesses ist der 'Atmosphärische Quecksilberrückgang', während dessen die Konzentrationen in der Atmosphäre deutlich unter die Hintergrundwerte sinken. Hier gilt es zu ermitteln, inwieweit die Polarregionen der Erde als endgültige Senken angesehen werden müssen.

Nach dem Ende der Arbeiten im 'Hausgarten' ist das Einlaufen von Polarstern für den 16.7.2004 in Longyearbyen vorgesehen.

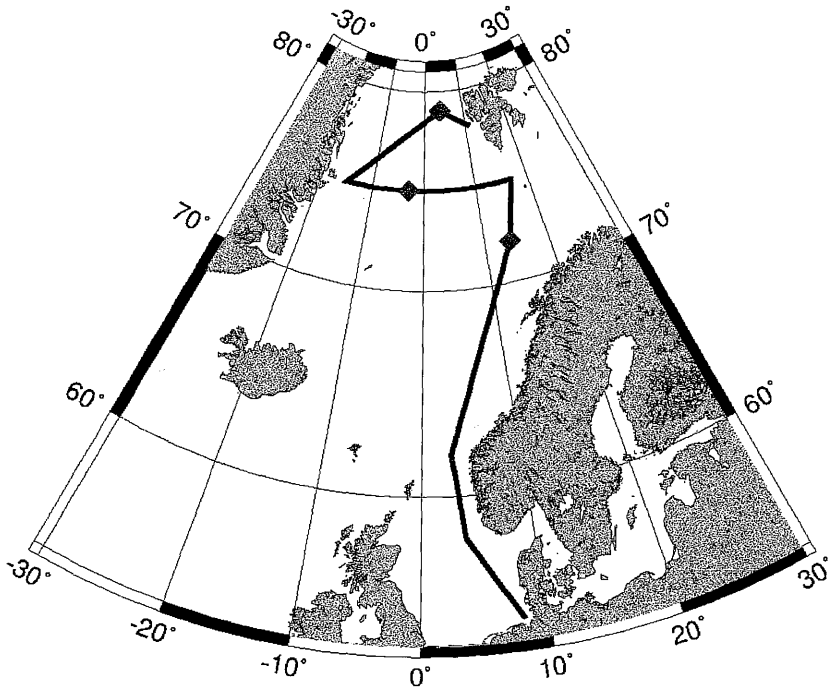


Fig. 1: Cruise track during ARK XX/1



## **2. SEDIMENT AKUSTIK: ATLAS PARASOUND SYSTEM UPGRADE DS-1 AUF DS-2**

Kuhn (AWI)

Auf der Transitfahrt von Bremerhaven nach Tromsø soll die See-Abnahme des während der Wertzeit neu installierten Parasound Systems DS-2 stattfinden. Mit diesem Upgrade wird die Hardware des 1989 installierte Parasound DS-1 in einer ersten Ausbaustufe teilweise ersetzt.

Das Atlas Parasound ist ein auf R/V Polarstern permanent installiertes System. Es detektiert die Wassertiefe und mit einer variablen Frequenz von 2.5 bis 5.5 kHz dringt es bis zu 200 m in den Meeresboden ein und registriert hoch auflösend die dortigen Sedimentlagen und –strukturen.

## **3. ENTWICKLUNG DER HYDROGRAPHISCHEN VERHÄLTNISSE IN DER GRÖNLANDSEE**

Ronski, Falck, Plugge, Kattner, Otto, Gerull, Partzsch (AWI), Cembella (Optimare), Kaletzky (Uni Cambridge)

Den physikalischen Prozessen in den Polarmeeren wird aufgrund ihrer hohen Sensibilität gegenüber klimatischen Veränderungen erhöhte Aufmerksamkeit zuteil. Dies gilt auch für die ozeanographischen Abläufe in der Grönlandsee, die eines der wenigen Gebiete weltweit ist, in denen durch atmosphärischen Antrieb oberflächennahes Wasser zu so hoher Dichte modifiziert werden kann, dass es in große Tiefen absinkt und damit die thermohaline Zirkulation im Ozean antreibt. Es ist heute klar, dass die einfache Vorstellung regelmässiger, jährlich wiederkehrender winterlicher Bodenwassererneuerung nicht zutrifft und die bisherigen Konzepte für tiefe Konvektion die Vorgänge in der Grönlandsee nicht beschreiben. Seit vom Ende der 80er Jahre an regelmäßige Felduntersuchungen stattfinden, wurde das Bodenwasser in keinem Jahr durch winterliche Konvektion erneuert. In dieser Situation verändern sich dessen Eigenschaften hin zu höheren Temperaturen und Salzgehalten. Diese können zum großen Teil durch vertikale Verlagerung der Wassersäule zusammen mit Export von Bodenwasser erklärt werden, gleichzeitig existieren jedoch auch Einflüsse durch laterale Einträge.

Um die Veränderungen richtig interpretieren zu können, benötigt man lange Zeitreihen konsistenter Qualität.

Die Arbeiten der vergangenen Jahre zeigten u.a., dass selbst die für einfach gehaltene Identifizierung stattgefundener winterlicher Ventilation nicht mit feststehenden Einzelkriterien gelingt. So können z.B. nach der Ventilationsphase nicht nur wie bisher hypothesisiert niedrigere, sondern auch höhere Temperaturen im ventilierten Bereich auftreten; ebenso gibt es keine feste Regel für Salzgehaltsänderungen. Bei Anwendung eines umfangreicheren Kriterienkatalogs zeigt sich, dass die Winterkonvektion in den meisten Jahren bis zu einem in mittlerer Tiefe gelegenen Dichtesprung vordrang. Auch dieser ändert seine Tiefenlage, so dass zunehmend größere Konvektionstiefen auftreten, was jedoch nicht gleichbedeutend mit der Belüftung älterer Wassermassen ist. Dieser zweigeteilte Schichtungsaufbau unterscheidet sich grundsätzlich von der rotationssymmetrischen Domstruktur der frühen 80er Jahre.

In jüngster Zeit wurden überraschend langlebige submesoskalige antizyklonale Wirbel entdeckt (Durchmesser 10 bis 20 km), in denen die Konvektion etwa 1000 m tiefer als in der Umgebung reicht, nämlich bis etwa 2600 m. Diese Wirbel scheinen mehrere Jahre überdauern zu können, und in deren Zentrum wird die Winterkonvektion als erstes wieder bis zum Ozeanboden vordringen. Um deren Bedeutung abschätzen zu können wird versucht, die Entwicklung eines solchen Wirbels, der sich als relativ stationär erweist, in Kooperation mit anderen Partnern über mehrere Jahre zu verfolgen.

Nach wie vor wird wegen der kleinen räumlichen und zeitlichen Skalen nicht versucht, die Konvektionsprozesse im Winter direkt zu untersuchen. Der detaillierte Ablauf der winterlichen Prozesse wird durch unsere autonomen Jojo-Verankerungen erfasst. Hinzu kommen in 2004 in Zusammenarbeit mit der Universität Cambridge akustische Verankerungen, die vertikale Bewegungen von Wasserpaketen, insbesondere im Winter unmittelbar detektieren sollen.

Auf der Expedition 2004 werden die drei Jojo-Verankerungen ausgewechselt. Zwei akustische Verankerungen werden ausgebracht, und es wird ein zonaler Schnitt auf 75 Grad N mit etwa 60 CTD-Stationen durchgeführt. Darüberhinaus ist die Vermessung eines submesoskaligen Wirbels geplant.

## **4. INTERDISZIPLINÄRE FORSCHUNGEN AN EINER TIEFSEE-LANGZEITSTATION IM ARKTISCHEN OZEAN**

Bauerfeind, Bergmann, Feickert Kanzog, Kolar, Schewe, Licari, Sablotny, Soltwedel (AWI), Kulescha (Oktopus)

Die Tiefsee stellt den weitaus größten Lebensraum der Erde dar. Wegen seiner schweren Zugänglichkeit für Beobachtungen, vor allem aber wegen seiner ungeheuren Ausdehnung, bleibt die Tiefsee weiterhin der am wenigsten bekannte Lebensraum der Erde. Viele Prozesse in der Tiefsee und deren Bedeutung für das globale Klima- und Ökosystem konnten bis heute noch nicht ausreichend erklärt werden.

Bis vor wenigen Jahren bedeutete Tiefseeforschung primär die Bestimmung eines momentanen Zustandes in einer ausgewählten, bislang unerforschten Region des Weltozeans. Einmalige Probenahmen oder Messungen liefern allerdings nur eine Momentaufnahme, ohne eine Einschätzung zeitlicher Variabilitäten zuzulassen. Ökologische Untersuchungen sind dadurch in ihrer Aussagekraft stark eingeschränkt. Erst Langzeituntersuchungen an ausgewählten Standorten eröffnen die Möglichkeit aufzuklären, welche Umweltbedingungen die Lebensgemeinschaften der Tiefsee in ihrer Entwicklung, Struktur und Komplexität beeinflussen. Mit der fortschreitenden Industrialisierung steht der Lebensraum Tiefsee zunehmend auch unter anthropogenem Einfluss. Aus der Notwendigkeit einer Beurteilung von Auswirkungen menschlicher Eingriffe auf das Ökosystem der Tiefsee besteht ein hoher Bedarf an Basisdaten. Langzeituntersuchungen an ausgewählten Standorten können hier Grundlagen zur Darstellung und Bewertung des momentanen Zustandes bzw. zur Beschreibung von Veränderungen in der Folge anthropogener Eingriffe liefern. Erst die Möglichkeit temporäre Variabilitäten über ausreichend lange Zeiträume erfassen zu können, erlaubt die Unterscheidung saisonaler und interannueller Variabilitäten von (natürlichen) Langzeittrends.

Eine umfassende Ökosystemanalyse erfordert immer auch die Erforschung der Wechselwirkungen zwischen der unbelebten und belebten Natur. Die enge Zusammenarbeit zwischen der Tiefseebiologie und den anderen, im marinen Raum tätigen naturwissenschaftlichen Disziplinen ist deshalb von grundlegender Bedeutung.

Nach einer Vorerkundung mit Hilfe des französischen ferngesteuerten Tiefseesystems (Remotely Operated Vehicle, ROV) "VICTOR 6000" wurde im Sommer 1999 in der Framstraße westlich von Spitzbergen (79°N, 4°E) die erste Langzeitstation in einer polaren Tiefseeregion eingerichtet (Abb. 1). Neben einem zentralen Experimentierfeld in 2500 m Wassertiefe (AWI-"Hausgarten") wurden entlang eines Tiefentranssektes insgesamt 9 Stationen in 1000 - 5500 m Tiefe bestimmt, die in den nächsten Jahren wiederholt aufgesucht werden sollen, um in biologischen, geochemischen und sedimentologischen Untersuchungen saisonale und interannuelle Veränderungen identifizieren zu können.

Wichtigste Nahrungsquelle für Tiefseelebewesen sind organische Partikel, die aus den oberen Wasserschichten und von Land heran transportiert werden. Zu deren Charakterisierung und Quantifizierung werden trichterartige Sinkstofffallen eingesetzt. Austauschprozesse an der Sediment-Wasser-Grenzschicht und das bodennahe Strömungsmilieu sollen untersucht werden, um ein Verständnis für die in diesem Übergangsbereich bedeutsamen Prozesse zu gewinnen. Zur Gewinnung von Sedimentproben wird ein Multicorer eingesetzt. Analysen biogener Sedimentkomponenten zur Abschätzung benthischer Aktivitäten (z.B. mikrobieller Umsatzprozesse) und Biomassen kleinster sedimentbewohnender Organismen liefern wertvolle Informationen über die ökologischen Verhältnisse im Benthos des Arktischen Ozeans. Ein wesentlicher Bestandteil der biologischen Untersuchungen stellt die Erfassung benthischer Organismen aller Größenklassen (Bakterien bis Megafauna) dar.

### **Kohlenstoffremineralisierung durch die benthische Lebensgemeinschaft**

Der Meeresboden spielt eine wichtige Rolle bei der Regulierung der chemischen Zusammensetzung der Wassermassen der Ozeane. Darüber hinaus stellt der Meeresboden einen Lebensraum für eine Vielzahl Organismen dar, und repräsentiert somit ein fest umrissenes Gefüge für vielfältige biologische Prozesse. Um diese geochemischen und biologischen Prozesse zu untersuchen, werden auf konventionelle Weise Sedimentproben mit Bodengreifern gewonnen und anschließend einer Analyse an Bord oder im Labor an Land zugeführt. Auf diese Weise ist es allerdings häufig schwierig, wenn nicht unmöglich, exakte Tiefseedaten zu ermitteln. Temperatur- und Druckunterschiede während der Entnahme der Tiefseesedimente beeinflussen die Messgrößen in nicht unerheblichem Maße. Aus diesem Grund ist die Durchführung von Experimenten und Messungen am Meeresboden (in situ) vorzuziehen.

Um die Rolle des Benthos im Kohlenstoffkreislauf erfassen und quantifizieren zu können, sollen Sauerstoffverbrauchsmessungen am Meeresboden durchgeführt werden. Der in situ Sauerstoffverbrauch durch die benthische Lebensgemeinschaft wird mit Hilfe eines Freifallrespirometers

ermittelt. Das Freifallgerät besteht aus einem Rahmengestell, Auftriebskörpern, zwei Inkubationskammern, die ca. 4000 cm<sup>3</sup> Sediment und 4 l Wasser umschließen, und einer Meßeinheit, die die Abnahme des im Wasser gelösten Sauerstoffs mit Hilfe von polarographischen Sensoren über die Zeit registriert. Geplant sind mind. 3 Einsätze des Freifallrespirometers im Bereich der AWI-Tiefsee-Langzeitstation ("Hausgarten") westlich von Spitzbergen (1500 m, 2500 m, 3500 m). Die Inkubationszeiten werden jeweils 24 - 48 Stunden betragen. Die mittels des Freifallrespirometers ermittelten Sauerstoff-Zehrungsraten stellen eine Summenbestimmung aller O<sub>2</sub>-verbrauchenden Prozesse dar, d.h. auch der von epibenthischen Organismen und Makrofauna veratmete Sauerstoff wird erfasst.

### **Partikelfluß in die Tiefsee**

Zur Bestimmung des vertikalen Partikelflusses, dessen organischer Anteil Nahrung für das Benthos darstellt, werden auch in diesem Jahr große trichterförmige Sinkstofffallen mit Sammelausstattung eingesetzt. Eine Jahres-Verankerung mit drei Fallen soll geborgen werden und drei Jahres-Verankerungen mit sieben Fallen erneut verankert werden. Ziel dieser Untersuchungen ist, saisonale, regionale und interannuelle Unterschiede im Partikelfluß zu bestimmen. Dies kann zum einen Aufschluss über die Schwankungen im Nahrungsangebot für das Benthos geben, sowie langzeitige Veränderungen des Partikelflusses aufgrund von klimatischen Veränderungen widerspiegeln.

### **Sedimentation am Kontinentalrand westlich von Spitzbergen**

Im Rahmen der Projektgruppe „Tiefseegradienten und AUV Entwicklung“ werden sedimentologische, organisch-geochemische und mikropaläontologische Untersuchungen durchgeführt, um den Ablagerungsraum am westlichen Spitzbergenkontinentalrand großräumig zu charakterisieren. Erste Untersuchungen an oberflächennahen Sedimenten haben gezeigt, dass sowohl die Zusammensetzung als auch das interne Gefüge sehr variabel sind. Insbesondere ergab die Untersuchung der Tonmineralogie, dass das Tonmineral Smektit ein lokales Häufigkeitsmaximum am Vestnesa Rücken und um das Molly Hole aufweist. Smektit wird vermutlich über große Entfernungen in das Hausgartengebiet transportiert, da eine lokale Quelle auf Spitzbergen nicht bekannt ist. Deshalb ist beabsichtigt, dass zusätzliche Transekte über den Kontinentalhang beprobt werden, um die Zusammensetzung der Sedimente zu charakterisieren und um die möglichen Liefergebiete genauer zu definieren.

## **Mikrobiologische und molekularbiologische Untersuchungen bakterieller Tiefseegemeinschaften**

Das Absinken von großen Nahrungspartikeln, wie z.B. tote Fische oder Algenaggregate, in die Tiefsee stellt für benthische Lebensgemeinschaften ein plötzliches und reichhaltiges Nahrungsangebot dar. Durch den plötzlichen Nahrungseintrag sind auch Veränderungen in der Diversität und Aktivität bakterieller Tiefseegemeinschaften zu erwarten. Um den Umfang des Einflusses derartiger Ereignisse auf die Lebensgemeinschaft kleinster benthischer Organismen zu untersuchen, wurde im Frühjahr 2003 während ARK XIX/1b mit in situ Experimenten begonnen. Dazu sind Besiedlungsgestelle mit künstlichen Sedimenttypen und verschiedenem organischem Material (toter Fisch, Detritus, Hefe) bestückt und am Tiefseeboden ausgesetzt worden. Im Sommer 2003 wurden auf dem Fahrtabschnitt ARK XIX/3c die Besiedlungsgestelle aufgenommen, beprobt und nach erneuter Bestückung für ein weiteres Jahr ausgesetzt. Während ARK XX/1 sollen die Besiedlungsgestelle erneut beprobt werden.

Da Chitin sehr häufig in marinen Ökosystemen nachgewiesen wird, soll durch den Einsatz verschiedener Chitin-Konzentrationen als organisches Substrat das Spektrum des simulierten Nährstoffeintrages erweitert werden. Die Analyse der Sedimentproben soll verdeutlichen, welche bakteriellen Gemeinschaften sich innerhalb verschiedener Standzeiten (3 Wochen, 3 Monate, 1 Jahr) in den künstlichen Sedimenttypen bei verschiedenem Nahrungsangebot angesiedelt haben. Um einen Einblick in die Zusammensetzung und die unterschiedliche Besiedlung der Bakteriengemeinschaften zu erhalten, sollen außerdem mit Hilfe eines Multicorers Tiefseesedimente beprobt werden, welche später im Institut für weitere Langzeitexperimente zum Chitin-Abbau verwendet werden sollen.

Neben Enzymaktivitätsmessungen und mikrobiologischen Analysen der Sedimentproben soll mit verschiedenen molekularbiologische Methoden versucht werden, die angesiedelten Bakterienpopulationen zu identifizieren.

### **Aktivität und Biomasse kleiner sediment-bewohnender Organismen**

Quantitative (photographische) Erfassungen benthischer Meiofauna-Organismen und Bakterien sowie Analysen biogener Sedimentkomponenten zur Ermittlung des Eintrages von organischem Material aus der Phytoplanktonblüte (sedimentgebundene chloroplastische Pigmente) und Abschätzungen benthischer Aktivitäten (bakterielle Exo-Enzyme) und Biomassen kleinster sediment-bewohnender Organismen (Phospholipide, partikuläre Proteine), werden wertvolle Informationen über die ökologischen Verhältnisse im Benthos der Arktischen Tiefsee liefern.

Die Gewinnung weitgehend ungestörter Sedimentproben (speziell zur Analyse biochemischer Parameter an der Sediment-Wasser-Grenzschicht) erfolgt mit dem Multicorer. Meiofauna- und Bakterien-Proben werden für spätere Untersuchungen am AWI in Formol fixiert. Biochemische Analysen zur Abschätzung heterotropher Aktivitäten in den obersten Sedimentschichten werden bereits an Bord durchgeführt, um Aktivitätsverluste durch die Lagerung des Probenmaterials zu vermeiden. Bestimmungen sediment-gebundener chloroplastischer Pigmente sowie ein Teil der (biochemischen) Biomassebestimmungen werden, nach Möglichkeit, ebenfalls bereits an Bord erfolgen oder für spätere Analysen am AWI tief gefroren.

### **Ökologie und Habitatanforderungen von Arktischen Tiefseefischen**

In diesem Projekt sollen die Verteilung, die Ökologie und die funktionelle ökologische Rolle von arktischen Tiefseefischen untersucht werden. Im Rahmen von ARK XX/1 werden wir den Einfluss der Faktoren Habittyp und Tiefe auf die Verteilung und die Ökologie demersaler Fische in zwei unterschiedlichen geographischen Regionen untersuchen, die in den letzten Jahren Schwerpunkt intensiver interdisziplinärer Forschung waren. So haben Unterwasser-Videoaufnahmen gezeigt, dass demersale Fische wie Aalmuttern (*Lycodes* spp.) in hohen Abundanzen sowohl am Håkon Mosby Mud Volcano (HMMV) als auch am AWI-Hausgarten auftreten. Obgleich uns ferngesteuerte Methoden erlauben, die Verteilungsmuster und Habitatanforderungen von Organismen großskalig zu erfassen, erlauben sie uns nicht, direkte Rückschlüsse bezüglich der Ursachen für ein solches Verhalten oder der Wechselwirkungen zwischen Fischen und ihrer Umwelt zu ziehen. Während dieser Expedition beabsichtigen wir daher, Fische und Epi/Mega fauna mit einem großen Agassiz-Trawl und mit an einem benthischen Lander angebrachten Fallen zu beproben, um ihre Ökologie am HMMV und AWI-Hausgarten zu untersuchen und zum ‚Ground-Truthing‘ unserer Video-Aufnahmen. Mit dem OFOS-System werden hochauflösende photographische Aufnahmen des Benthos erstellt.

Am HMMV beherbergen unterschiedliche Habitattypen unterschiedlich hohe Abundanzen von Fischen, wie Videoaufnahmen gezeigt haben. In 2005 beabsichtigen wir, Fische mit dem ROV „VICTOR 6000“ zu beproben, um trophische Wechselwirkungen zwischen Fischen und ihrer Umwelt zu erforschen. Während ARK XX/1 werden wir Fische außerhalb des Vulkans beproben, um einen späteren Vergleich mit Fischen vom Vulkan zu ermöglichen.

Der Hausgarten besteht aus einem regelmäßig beprobten Transekt von neun Stationen entlang eines Tiefengradienten, der von 1250 bis in 5500m Tiefe reicht. Dies bietet uns die einmalige Gelegenheit, die Verteilung von Fischen und Habitaten entlang eines Tiefengradienten zu untersuchen. Obwohl Videoaufnahmen gezeigt haben, dass demersale Fische wie Aalmuttern (*Lycodes*) in dieser Region in hohen Abundanzen auftreten, ist zurzeit noch wenig über deren Verteilung, Ökologie und funktionelle ökologische Rolle bekannt. Wir beabsichtigen daher, Fische (und Megafauna) mit einem großen Agassiz-Trawl und mit an einem benthischen Lander angebrachten Fallen in unterschiedlichen Tiefen zu beproben, um den Einfluss des Faktors „Tiefe“ auf die Artenzusammensetzung und Ökologie von Fischen zu untersuchen.

Das Arbeitsprogramm besteht aus:

- Einsatz eines Agassiz-Trawls, um *Lycodes* spp. (und Megafauna) in nächster Umgebung des HMMV und an unterschiedlichen Stationen des AWI-Hausgartens zu beproben.
- Bestimmung der Artenzusammensetzung zum „Ground-Truthing“ von Videoaufnahmen.
- Messungen von Länge, Gewicht, Alter und Geschlecht von Fischen um die Kondition, Längenspektren und das Geschlechterverhältnis zu ermitteln.
- Radiostabile Isotopen Messungen von Gewebeproben, um das trophische Niveau zu bestimmen.
- Mageninhaltsuntersuchungen um trophische Wechselwirkungen zwischen Fischen und ihrer Umwelt sowie ihren Einfluss als Räuber in der benthischen Nahrungskette zu erforschen.
- Bestimmung des Gewichts der Leber und ihres Lipidgehalts als Indikator für Habitatqualität.
- Bestimmung des mRNA/RNA-Verhältnisses zur Bestimmung von Wachstumsraten.
- Quantifizierung etwaiger Eier und Eigrösse in Relation zur Fischlänge zur Bestimmung der Geschlechtsreife und Beschreibung der Fortpflanzungsbiologie.

### **Einfluß von Methan auf benthische Foraminiferengemeinschaften und die stabile Isotopengeochemie von Foraminiferengehäusen**

Auf dem Fahrtabschnitt ARK XX/1 sollen Multicorer im Hausgartengebiet und am Håkon Mosby Mud Vulcano (HMMV) beprobt werden um die Zusammensetzung der benthischen Foraminiferengemeinschaften und ihr Isotopensignal zu untersuchen. Benthische Foraminiferen sind sensible Anzeiger für Umweltbedingungen und werden zur Rekonstruktion von paläohydrographischen Bedingungen und



Paläoproduktivitätsmustern benutzt. In Gebieten mit Methanaustritten sollten die niedrigen  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  in niedrige  $\delta^{13}\text{C}$  Werte kalkschaliger endobenthischer Foraminiferen widergespiegelt werden. Gleichzeitig charakterisieren typische Foraminiferengesellschaften einzelne Habitate am HMMV. Die Hauptziele der Untersuchungen sind die Bestimmung der stabilen Sauerstoff- und Kohlenstoffisotope des gelösten anorganischen Kohlenstoffs in der Wassersäule und in den Foraminiferengehäusen sowie die Untersuchung der lebenden Foraminiferengemeinschaften mit Hilfe der Färbung durch Bengalrosa.

## **5. REAKTIONSMECHANISMEN DES QUECKSILBERS UND AUSGEWÄHLTER PERSISTENTER ORGANISCHER SCHADSTOFFE (POP) IN LUFT, WASSER UND SCHNEE**

Baukau, Blöcker, Caba, Jahnke, Temme, Xie (GKSS), Caliebe, Gerwinski, (BSH), Gioia (Uni Lancaster), Hudson (Uni Montreal)

Verschiedene führende europäische Gruppen aus dem Bereich Umweltchemie haben sich zusammengeschlossen, um das Forschungsschiff „Polarstern“ während des ersten und zweiten Fahrtabschnitts der Expedition ARK-XX in 2004 zu nutzen. Ihr gemeinsames Interesse besteht in der Bestimmung von Spurenkonzentrationen organischer Schadstoffe und Quecksilberspezies in abgelegenen Gebieten der Nordhemisphäre, um den Kreislauf und den Verbleib dieser globalen Schlüssel-schadstoffe näher zu untersuchen. Die „Polarstern“ ist gut geeignet, um für diese Art von Messungen beste Bedingungen zur Verfügung zu stellen

Das chemische Messprogramm während ARK-XX/1 und 2 konzentriert sich auf 2 Hauptpunkte:

- Die Bestimmung von Quecksilber in verschiedenen Kompartimenten und die Kalkulation des Luft/Wasser-Austausches während des arktischen Sommers.
- Die Bestimmung von ausgewählten POPs ("Persistent Organic Pollutants") in Luft, Wasser und Schnee

## Quecksilbermessungen

In „nature“ wurde 1998 erstmalig von einem in der kanadischen Arktis beobachteten Phänomen berichtet, das später auch in der Antarktis nachgewiesen werden konnte – den sogenannten „Atmosphärischen Quecksilberrückgängen“. Hierbei kommt es zu unerwarteten Konzentrationsrückgängen des  $\text{Hg}^0$  in der Atmosphäre deutlich unter die Hintergrundkonzentration, oft bis nahe an die Nachweisgrenze der empfindlichsten Messgeräte. Das Phänomen wurde bisher nur in der relativ kurzen Zeit nach dem polaren Sonnenaufgang beobachtet, zu Beginn des arktischen oder antarktischen Frühlings und ist neben der Kaltphasenanreicherung (oder „global distillation“) ein weiterer Prozess, der für die Schadstoffbelastung der Polregionen von großer Bedeutung ist. Basierend auf weiterführenden Arbeiten ist davon auszugehen, dass das gasförmige, elementare Quecksilber in einer Kette von komplexen atmosphärenchemischen Reaktionen in andere Formen („Spezies“) umgewandelt wird, die dann aus der Atmosphäre entfernt und in die polaren Ökosysteme eingetragen werden.  $\text{BrO}^\bullet$ -Konzentration in der unteren Troposphäre scheinen dabei eine entscheidende Rolle als Oxidationsmittel zu spielen.

Die Frage, ob die Polregionen der Erde eine finale Senke im globalen Quecksilberkreislauf sind lässt sich auf Basis der bereits veröffentlichten Arbeiten noch nicht abschließend beantworten. Atmosphärische Quecksilberrückgänge wurden bislang an fünf Stationen (vier in der Arktis, eine in der Antarktis) beobachtet. Bei den Messstellen handelt es sich um küstennahe Stationen. Die räumliche Ausdehnung kann jedoch bedeutend größer sein, was man anhand der  $\text{BrO}^\bullet$ -Konzentrationsfelder aus GOME-Satellitendaten (GOME = Global Ozone Monitoring Experiment) vermuten kann, die sich auf große Gebiete der Arktis verteilen. Der Zusammenhang mit großen Meereisflächen, die als Quelle für Seesalz-Aerosole dienen und die autokatalytische Freisetzung von Halogenverbindungen begünstigen können, ist ebenfalls nicht hinreichend bewiesen.

Unklar ist auch, wie viel des deponierten Quecksilbers über Reduktionsprozesse wieder in die Atmosphäre entweicht. Dass dieser Vorgang offensichtlich vor und auch noch während der Schneeschmelze abläuft, ist sowohl durch Messungen im Schnee, als auch durch Ausgasungsexperimente in den direkt darüber liegenden Luftschichten nachgewiesen worden. Deponiertes, ionisches Quecksilber wird im Schnee durch photochemische Prozesse zur elementaren Form reduziert, welches dann aufgrund seiner Flüchtigkeit wieder in die Atmosphäre entweichen kann. Unklar ist noch, wie groß der Anteil des re-emittierten Quecksilbers im Vergleich zur vorher deponierten Menge ist. Ebenfalls nicht eindeutig zu beantworten ist die Frage, wie viel Quecksilber mit dem Schmelzwasser in das Ökosystem eingetragen wird. Zwar sind die gemessenen Konzentrationen in der Schneeschmelze hoch im Vergleich zu normalen Meerwasserkonzentrationen (bis zu 80 ng/L im Schmelzwasser, etwa 1 bis 2 ng/L im Meerwasser), die wenigen Messdaten lassen bisher jedoch keine belastbaren Schlüsse zu.

Die internationale Prozessstudie an Bord des FS „Polarstern“ soll mit Hilfe des Längsschnitts von Bremerhaven bis in den Nordatlantik im arktischen Sommer das zeitliche Ende der Frühjahrs-

rückgänge des atmosphärischen Quecksilbers und die räumliche Ausdehnung der von den Quecksilberrückgängen betroffenen Gebiete näher untersuchen. Mit Hilfe von verschiedenen Methoden zur Quecksilberspeziesanalytik in der Luft, im Wasser und in Schnee und Eis soll der Verbleib des Quecksilbers während dieser Jahreszeit in der Arktis aufgeklärt werden.

### **Persistente organische Schadstoffe**

Verschiedene Gruppen haben ein gemeinsames Interesse daran, während der Abschnitte ARK XX/1 und 2 in 2004 ausgewählte organische Verbindungen zu messen. Diese Verbindungen können in 2 Hauptgruppen unterteilt werden:

1. Die „klassischen“ POPs, wie die durch Verbrennung entstehende Dibenzodioxine und –furane (PCDD/Fs), polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAHs), polychlorierte Biphenyle (PCBs), HCH-Isomere und andere chlororganische Pestizide.
2. „Neu“ hervorgetretene organische Chemikalien wie polybromierte Flammschutzmittel (PBDEs), Perfluorooctansäure (PFOA) und ihre Vorläufersubstanzen (PFCs) und Nonylphenole. Ferner sollen eine Reihe neuerer Schadstoffe aus den Listen der "Hazardous Substances" der Meeresschutzkonventionen und der EU- Wasserrahmenrichtlinie untersucht werden, von denen bisher kaum Informationen aus diesen Seegebieten vorliegen. Bei diesen Stoffen handelt es sich hauptsächlich um Insektizide (Chlorpyrifos, Endosulfan) und Herbizide (Trifluralin, Atrazin, Simazin, Diuron, Isoproturon) sowie um halogenierte Phenole.

Zum Beispiel werden polyfluorierte organische Säuren und deren Derivate in großen Mengen industriell hergestellt und haben ein breites Anwendungsspektrum. Perfluorooctansulfonate werden z.B. als Tenside, als Schutz in Teppichen, Leder, Papier, Verpackungen und Polstermöbeln verwendet. Einige sulfonierte und carboxylierte polyfluorierte Verbindungen werden ferner in Feuerlöschschäumen, alkalischen Reinigern, Shampoos oder Insektiziden verwendet. Aufgrund der großen Produktionsmengen und der inzwischen festgestellten Persistenz dieser Verbindungen sind polyfluorierte Verbindungen inzwischen global verteilt. PFOS (Perfluorooctansulfonsäure) wurde in Robbenblut nachgewiesen. Andere langkettige Perfluorochemikalien wurden in Polarbären, arktischen Füchsen, Robben, Nerz, Vögeln und Fischen, die in der Arktis gesammelt wurden, gefunden.

Da polyfluorierte Verbindungen in Biotaprobieren in der Arktis nachgewiesen worden sind, ist die Untersuchung von weiträumigen Transportwegen von besonderem Interesse. Aufgrund ihrer hohen Polarität ist ein Transport über die Wasserphase wahrscheinlich, zumal im Wasser der Nordsee einige der Verbindungen bereits nachgewiesen werden konnten. Vorläufersubstanzen der PFOS und PFOA können aufgrund ihrer Flüchtigkeit aber auch zum Eintrag über den Luftpfad beitragen. Die Untersuchung der weiträumigen Verteilung der polyfluorierten Verbindungen im Wasser der Nordsee

und des Nordatlantiks sind eine ideale Ergänzung zu den parallel stattfindenden Messungen in der Atmosphäre. Die Fahrtroute ist für diese Untersuchungen besonders geeignet, da sie von den wahrscheinlichen Quellen (europäisches Festland) bis in entfernte Gebiete ohne direkte Quellen reicht.

Verschiedene Probennahmetechniken für organische Schadstoffe im Wasser und in der Luft werden angewendet und miteinander verglichen. (z.B. Glaskugelschöpfer mit anschließender Festphasenextraktion und in situ Pumpen).

Weiterhin soll mit Hilfe eines FerryBox Systems das Zusammenspiel zwischen Luft, Ozean und Phytoplankton näher untersucht werden. Dieses System ist in der Lage in hoher zeitlicher Auflösung biologische und chemische Parameter, wie Salzgehalt, Nährstoffe, pH-Wert, Algenfluoreszenz etc. zu messen.

Die Kombination von integrierten Luftproben mit repräsentativen Wasserproben über verschiedene Gebiete des Nordatlantiks / Polarkreis soll Antworten auf die Fragen liefern, ob der Transport und die Deposition verschiedener organischer Schadstoffe entweder durch atmosphärischen Transport und/oder die marine Phytoplanktonproduktivität kontrolliert werden.

Intensive Luftprobennahmen sollen dazu beitragen, die Rolle des Ferntransportes und damit das Nachliefern organischer Schadstoffe in die arktischen Regionen besser verstehen zu können. Die Luftprobennahme wird durch das Sammeln zusätzlicher Aerosolparameter, wie das Gewicht des gesamten Schwebstoffes, der Anteil an organischen und anorganischen Kohlenstoff und das Vorhandensein von pflanzlichen Biomarkern ergänzt.



## 1. OVERVIEW AND ITINERARY

The start of the first leg of the 20th Polarstern expedition to the Arctic is scheduled for the 16th of June 2004. First activities will be related to the operational start up of new or modified equipment: Parasound and ADCP systems will have undergone major modifications. The ships itinerary will first cross the North Sea, pass by the Norwegian coast and aim at the underwater Hakon Mosby Mud Volcano. At this site, benthic Foraminifera are investigated in the frame of a more perseverative research engagement. The steaming path from Bremerhaven to the Hakon Mosby Mud Volcano will already be utilized for extensive investigations in air chemistry. The main interest concerns the spreading of mercury and Persistent Organic Pollutants (POPs). The overall ship's track from the North Sea into remote Arctic waters reveals a rare opportunity to scan the environment from the source regions to the polar areas far off from industrial plants.

A zonal transect will be performed along 75°N with predominantly hydrographic measurements. The transect extends from Bear Island to the Greenland coast. For a number of years, this transect is repeated annually since it has been recognised that the Arctic Waters experience highly dynamic changes and that the complex modifications can be correctly explained only with the aid of quality consistent long term time series. While performing this transect, the ship will keep its position most of the time, as 2 hour station times alternate with 1 hour steaming. On this way from east to west there will be additional activities. One is the exchange of autonomously profiling moorings, the second a new deployment of acoustic moorings, and the third the search and investigation of a submesoscale vortex which is of particular importance to deep convection.

In marine biology, too, it has been realised that nonrecurring investigations describe non-static systems inadequately. The installation of the 'Hausgarten' in Fram Strait off Svalbard is an attempt to comprehend the dynamics of deep sea specific ecological processes and their interactions by systematic deployments and sampling. The first long term station in an arctic deep-sea regions was established in 1999, and since then a transect is sampled repeatedly which follows a depth gradient between 1000 m and 5500 m. A multitude of instruments is used hereby, as landers, sediment corers or optical devices.

The already mentioned research in air chemistry is, of course, continuously performed on the entire cruise track. A specific polar feature of particular interest is the 'Atmospheric Mercury Depletion Event', during which mercury concentrations decrease to values below the background. It is important to assess to what extent the polar regions must be regarded as final sinks in this context.

After having finished the work in the 'Hausgarten', Polarstern's arrival at Longyearbyen is scheduled for July 16th 2004.

## **2. SEDIMENT ACOUSTICS: ATLAS PARASOUND SYSTEM UPGRADE DS-1 TO DS-2**

Kuhn (AWI)

On the transit from Bremerhaven to Tromsø the sea acceptance test for the newly installed Parasound system upgrade DS-2 will be carried out. With this upgrade the hardware of the 1989 installed Parasound DS-1 system will be partially replaced in a first stage of extension.

The Atlas Parasound is a permanently installed system on R/V Polarstern. It determines the water depth and with variable frequencies from 2.5 to 5.5 kHz it provides high-resolution information of the sedimentary layers up to a depth of 200 meters below sea floor.

## **3. DEVELOPMENT OF THE HYDROGRAPHIC STRUCTURE IN THE GREENLAND SEA**

Ronski, Falck, Plugge, Kattner, Otto, Gerull, Partzsch (AWI), Cembella (Optimare), Kaletzky (Uni Cambridge)

Physical processes in the Polar Oceans are regarded with increased attention because of their high sensibility against climatic changes. This is also true for the hydrographic development in the Greenland Sea, which is one of the few regions worldwide where surface waters can gain by atmospheric forcing such high densities that they sink to great depths and drive hereby the thermohaline circulation. Today it is clear that the straightforward idea of regular, repeated bottom water renewal in winter is not correct and that the proposed concepts for deep convection do not adequately describe the processes in the Greenland Sea. Since regular field expeditions have been started during the end of the 1980s, there was not a single year during which bottom water has been ventilated by winter convection. In this situation, bottom water properties change towards higher temperatures and salinities. This can to a large part be explained by vertical displacement of the water column together with bottom water export. At the same time lateral inputs do also modify deep water as well as shallow water properties. For a correct interpretation of these changes long term time series with consistent quality are indispensable.

Work during the recent years showed a.o. that even the seemingly simple identification of winter convection fails when using single criterions. In contrast to present knowledge, temperatures in a ventilated volume can be higher as well as lower after a convection phase. The same is true for salinities. The application of a more complex criterion catalogue shows that in the last decade winter convection penetrated to a density step in mid depth during most years. This density step is also observed in increasing depths levels which leads to increasing convection depths. Consequently, these increasing depths are not synonymous with the ventilation of older water masses. The described two-layered density structure is principally different from the dome structure with rotation symmetry of the early 1980s.

Most recently, surprisingly long lived submesosclae vortices (SCVs) have been detected in the Greenland Sea (diameter about 10 to 20 km). In the centre of these features convection reaches depths that are about 1000 m greater than in the background (some 2600 m). These eddies seem to survive a number of years by a repeated homogeneization during winter. It is in the centres of these eddies where winter convection will meet the ocean bottom first. In order to assess the importance of the SCVs a cooperative effort is made to follow the development of a single, relatively stationary SCV over some years.

As before, no attempt will be made to investigate the convection processes directly by ship-borne measurements because of the inherent small time and space scales. The detailed development of winter ventilation is instead measured by our autonomous Jojo-moorings. In addition, acoustic moorings will be deployed in 2004 which directly detect vertical movements of water parcels especially during the winter convection phase (cooperation with University of Cambridge).

During the 2004 expedition, three Jojo-moorings will be replaced, and two acoustic moorings will be deployed. A zonal transect on 75 deg N will be performed which contains approximately 60 stations. The investigation of an SCV is also scheduled.



## **4. INTERDISCIPLINARY RESEARCH AT A DEEP-SEA LONG-TERM STATION IN THE ARCTIC OCEAN**

Bauerfeind, Bergmann, Feickert Kanzog, Kolar, Schewe, Licari, Sablotny, Soltwedel (AWI), Kulescha (Oktopus)

Due to its enormous dimensions and inaccessibility, the deep-sea realm remains the world's least known habitat. Even today, numerous of deep ocean processes and their relevance to global climate and ecosystem issues are not sufficiently understood.

Until a few years ago, deep-sea research simply meant the assessment of the present status in a distinct, unexplored region of the world's oceans. Single sampling campaigns or measurements, however, generate only snap shots, not allowing extrapolation on temporal variabilities. Consequently, ecological assessments are largely confined. Only long-term investigations at selected sites offer the opportunity to identify environmental settings determining the structure, complexity and the development of deep-sea communities. There is strong evidence that ongoing industrialisation affects the marine environment, including the deep sea. Hence, basic data are urgently needed to assess anthropogenic impacts on the deep-sea ecosystem. Long-term investigations at selected sites provide the information necessary to assess the present status, and to describe changes due to anthropogenic impacts. The opportunity to measure processes on sufficiently long time scales will finally help to differentiate spatial and temporal variability from (natural) long-term trends.

A comprehensive ecosystem analysis needs investigations on interactions between abiotic and biotic components. Thus, close cooperation between all disciplines working in the marine domain is a prerequisite.

Following a pre-site study using the French Remotely Operated Vehicle (ROV) "VICTOR 6000" in summer 1999, we established the first long-term station in polar deep-sea regions in the eastern Framstrait off Spitsbergen (Fig. 1). Beside a central experimental area at 2500 m water depth (AWI-"Hausgarten"), we defined 9 stations along a depth transect between 1000 - 5500 m, which will be revisited yearly to analyse seasonal and interannual variations in biological, geochemical and sedimentological parameters.

Organic matter produced in the upper water layers or introduced from land is the main food source for deep-sea organisms. To characterise and quantify organic matter fluxes to the seafloor, we use

moorings carrying sediment traps. The exchange of solutes between the sediments and the overlaying waters as well as the bottom currents will be studied to investigate major processes at the sediment-water-interface. Virtually undisturbed sediment samples were taken using a multiple corer. Various biogenic compounds from the sediments will be analysed to estimate activities (e.g. bacterial exoenzymatic activity) and total biomass of the smallest sediment-inhabiting organisms. Results will help to describe the eco-status of the benthic system. The quantification of benthic organisms from bacteria to megafauna will be a major goal in biological investigations.

### **Carbon remineralisation by the benthic community**

The seafloor plays an important role in the regulation of the chemical composition of water masses in the oceans. In addition, the seabed is the habitat for a great variety of organisms, and as such constitutes a distinct stratum for benthic life and consequently for numerous biological processes. The conventional approach to study these geochemical and biological processes is to collect a sediment sample from the seabed, bring it up to the surface and there make observations and carry out experiments on it either on-board ship or in the laboratory. It is difficult if not impossible to obtain accurate data from the deep-sea, because artefacts are induced when the samples are subjected to large changes in hydrostatic pressure and temperature as they are brought up to the surface. Therefore, it's preferable to carry out experiments and measurements with the use of bottom landers directly at the sea floor (in situ).

To assess and quantify the role of the benthos in the recycling of carbon and to calculate the fluxes of solutes across the sediment water interface, measurements of in situ oxygen consumption at the seabed will be performed. Sediment community oxygen consumption will be measured using a bottom lander grab respirometer. The bottom lander consists of a flotation tripod and an integrated instrument which can continuously measure the dissolved oxygen consumed by sediment and overlying water in two replicate box grabs. The grabs enclose approx. 4000 cm<sup>3</sup> of sediment and about 4 l of water during incubation. Polarographic oxygen sensors register the dissolved oxygen tension in each grab with amplified outputs continuously recorded in the instrument package. It's planned to deploy the bottom lander grab respirometer at least three times at AWI's deep-sea long-term station (AWI-"Hausgarten") west off Spitsbergen (1500 m, 2500 m, 3500 m). Incubation times will be 24 h to 48 h each. Oxygen consumption rates determined by a respirometer include all oxygen consuming processes, i.e. include also the contributions of the epibenthic organisms and macrofauna.

**Particle flux to the deep seafloor**

Sedimenting organic matter represents food for benthic organisms. To estimate vertical particle flux funnel-shaped sediment traps with automatic sampling were deployed for about one year. During the expedition one array with three traps will be recovered; three deployments with seven traps will be launched for another year. Our main goal is to understand seasonal, regional, and interannual fluctuations of particle formation, modification, and sedimentation in relation to the benthic response, and to the impact of global change.

**Sedimentation at the western Spitsbergen continental margin**

In the frame of the research group „Deep-Sea gradients and AUV payload development“, sedimentological, mineralogical, organic geochemical and micropaleontological investigations are carried out to characterize the large-scale depositional environment at the western Spitsbergen continental margin. Initial studies on near-surface sediments from the standard transect showed a strong variability in sediment texture and structure. In particular, clay mineral analysis revealed a distinct local maximum of the clay mineral smectite at Vestnesa Ridge and Molloy Hole. Smectite is probably transported for long distances to the Hausgarten area because a local source area is absent on Spitsbergen. Therefore, additional transects across the continental margin will be sampled by multicorer to characterize the composition of sediments and pinpoint their potential source areas

**Microbiological and molecular biological investigations of bacterial deep sea communities**

Large food falls such as fish carrion or phyto-detritus that have sunken to the deep seafloor constitute sudden and very rich source of food for benthic assemblages. This sporadic input of nutrients may affect the diversity and activity of bacterial deep-sea communities. Results from in situ experiments that began during ARK XIX/1b will help us to understand how and to what extent the smallest benthic organisms react to such events. In spring 2003, we deployed benthic colonization trays, which contained different types of artificial sediments and organic matter (i.e. fish carrion, detritus, and yeast cultures). These trays were recovered and sampled during ARK XIX/3c (summer 2003). Following addition of fresh sediment, the trays were re-deployed for another year for sampling during ARK XX/1 summer 2004.

Chitin is one of the most common biopolymers in nature and possibly the most common one to occur in marine environments since it is produced by many marine organisms, including zooplankton and several phytoplankton species. Here we will apply different concentrations of chitin to extend the

spectrum of artificial nutrient input. We plan to assess the effect of different chitin concentrations on the composition of the bacterial communities of our sediment samples at different times after deployment (three weeks, three months, one year). To investigate the composition and colonization rate of bacterial communities we will also sample deep-sea sediments with a multi-corer. In the laboratory, these sediments will then be used for long-term incubation experiments to analyse the bacterial break-down of chitin. Measurements of enzymatic activities, microbiological and various molecular biological techniques will be employed to identify the settled bacterial populations

### **Activity and biomass of the small benthic biota**

Quantitative assessment of meiofauna organisms, bacteria and the analysis of a series of biogenic sediment compounds representing (vertical and/or lateral) organic matter input from primary production (sediment-bound chloroplastic pigments), heterotrophic activity (bacterial exo-enzyme activity) and biomass of the smaller benthic infauna (phospho-lipids, particulate proteins) will allow to obtain substantial information on the eco-status of the benthic system.

Sediment sampling will be done with a multiple corer (MC), i.e. an instrument which allows the collection of almost undisturbed sediment samples especially for biochemical analyses at the sediment-water interface. The MC will be equipped with a video camera for online control. Meiofauna and bacteria samples will be preserved and later sorted at the home laboratory. Biochemical analyses for estimating heterotrophic activity in the uppermost centimetres of the sediments have to be done on board to avoid losses in activity during storage. Sediment samples for the determination of chloroplastic pigments and benthic biomass will partly be analysed on board or stored in deep freezers for later analyses at the home institute

### **Ecology and habitat requirements of Arctic demersal deep-sea fishes**

The proposed research aims to expand our knowledge about the distribution and ecology and the functional ecological role of demersal deep-sea/shelf fish of the Arctic. During ARK XX/1, we will assess the importance of habitat type and depth for the distribution and ecology of demersal fish in two different geographical areas that have been subject to extensive research effort in recent years. Video-footage from towed underwater cameras and the remotely operated vehicle 'VICTOR 6000' indicates that demersal fish belonging to the genus *Lycodes* are very abundant at both, the Håkon Mosby Mud Volcano (HMMV) and the long-term observatory at the AWI-Hausgarten. Although remote techniques allow us to study habitat preferences and patterns in the distribution of fish at a large scale, it is difficult to infer the cause for such behaviour and to establish direct links between the fish and

their environment. During this expedition, we hope to sample fish and mega-epifauna directly with a large Agassiz-trawl and traps attached to a benthic lander to study their ecology and for "ground-truthing" of our data from video analyses.

#### **Habitat gradient: HMMV**

Video footage indicates the presence of several different habitat types at the HMMV and that demersal fish constitute the most abundant megafauna with distinct habitat preferences. In 2005, we hope to sample fish from different habitats with 'VICTOR 6000' to study (trophic) links between fish and their environment. During this cruise, we will sample fish in close proximity to the volcano to enable a comparison between fish that were caught inside and outside the mud volcano.

#### **Depth gradient: AWI Hausgarten**

The AWI-Hausgarten comprises a sequence of nine stations along a depth gradient from 1250 to 5500 m. This provides a unique opportunity to assess the distribution of fish and their habitats along a depth gradient. Although underwater video footage from this area has shown that demersal fish belonging to the genus *Lycodes* are abundant in this area no research has yet been undertaken to study their distribution, ecology and their functional ecological role. We will sample fish with a large Agassiz trawl and traps at different depths along this transect to study the effect of depth on the species composition and the ecology of fish.

#### **Proposed work:**

- Agassiz-trawling to sample *Lycodes* spp. in close proximity to HMMV and at the AWI-Hausgarten.
- Determine species composition of demersal fish and mega-epifauna for "ground-truthing" of video analyses.
- Assess length, weight, age and sex of each fish to calculate condition index, size frequencies and sex ratio.
- Tissue samples for radio stable isotope ( $^{15}\text{N}$ ) to assess the trophic level of fish.
- Stomach contents analysis to establish direct dietary links between fish and their environment and to study their functional ecological role as potential predators in the benthic food web.
- Determine the weight of livers for the calculation of the hepatosomatic index and the liver lipid content as an indicator of habitat quality.
- Analysis of mRNA/RNA ratio to determine growth rates.

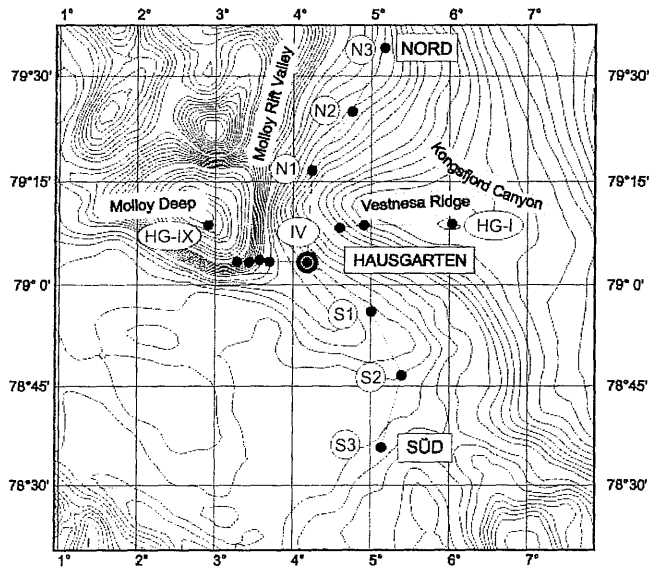
- Describe reproductive biology: quantify the number of eggs & egg size in relation to fish length and age to gain an estimate of the age of sexual maturity.

### Influence of methane discharge on the benthic foraminiferal community and stable isotope geochemistry of foraminiferal tests

During leg ARK XX/1, multicorers will be sampled in the Hausgarten area and at the Håkon Mosby Mud Volcano (HMMV) to study the composition of the benthic foraminiferal fauna and the isotopic signature of their tests. Benthic foraminifers are sensitive indicators of environmental conditions and are frequently used to reconstruct paleohydrographic conditions and paleoproductivity patterns. In the area of methane discharge the low  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -ratios should be reflected by low  $\delta^{13}\text{C}$  - values of calcareous tests of endobenthic foraminifera. Furthermore, specific foraminiferal assemblages characterize the various habitats at HMMV. The major goals of our studies are to determine the stable carbon and oxygen isotopic composition of the dissolved inorganic carbon in the water column as well as of benthic foraminiferal tests, and to analyse the benthic foraminiferal assemblage and its vitality using Rose Bengal staining.

Fig. 1)

Deep-sea long-term station AWI-  
"Hausgarten"



## 5. REACTIONS MECHANISMS OF MERCURY AND SELECTED PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS (POP) IN AIR, WATER, AND SNOW

Baukau, Blöcker, Caba, Jahnke, Temme, Xie (GKSS), Caliebe, Gerwinski, (BSH), Gioia (Uni Lancaster), Hudson (Uni Montreal)

Several leading European groups of Environmental Chemistry are joining the RV Polarstern on ARK-XX/1 and 2 in 2004. Their common interest is the detection of trace organic contaminants and mercury species in remote environments of the Northern Hemisphere, to investigate the environmental cycling and fate of key global pollutants. The Polarstern with her conditions has been found to be well suited to act as a 'clean ship' for the sampling of these trace compounds.

The chemical research program during ARK-XX/1 and 2 is focused on two major topics:

- Determination of mercury in different compartments and the calculation of the air/sea-exchange during Arctic summer
- Determination of selected POPs in air, water and snow

### Mercury

In 1998 a phenomenon called "Atmospheric Mercury Depletion Events" (AMDEs) was published in "*nature*". It was discovered for the first time in the Canadian Arctic and has been discovered at several circumpolar stations in the Arctic and also in the Antarctic. During these events unexpected strong decreases of  $\text{Hg}^0$  concentrations in the atmosphere occur, often to concentrations below the detection limit of the most sensitive analyser. This phenomenon has only been found in the relatively short time after polar sunrise, at the beginning of the Arctic or Antarctic spring. Beside global distillation it can be seen as another process which is extremely important for the pollution of polar regions.

Based on further investigations we can assume that gaseous elemental mercury is converted into different species by a chain of complex chemical reactions in the atmosphere. These species can be quickly removed from the atmosphere and are leading to an increased input of mercury into the polar ecosystem.  $\text{BrO}^\bullet$ - concentrations in the lower troposphere seem to play a key role as a potential oxidant for  $\text{Hg}^0$  in the atmosphere.

At the time, the question if the polar regions of the earth are a final sink in the global mercury cycle cannot be answered on the basis of the already published material. AMDEs were observed at five

different stations (four in the Arctic, one in the Antarctic). All stations are coastal stations. However, the spatial distribution can be much wider, because GOME (GOME = Global Ozone Monitoring Experiment) satellite data have shown, that large areas in the Arctic and Antarctic are covered by high BrO<sup>•</sup>-concentrations during polar spring. The potential correlation with large areas of sea ice, acting as a source for sea salt aerosols which can favour the release of halogen compounds by an autocatalytic reaction, is inadequately proven.

Also still unclear is how much mercury can be re-emitted into the atmosphere by reduction processes. Measurements in snow and flux experiments have shown that this process plays a key role before and after the snow melting in Arctic regions. Already deposited, ionic mercury is reduced to the elemental form by photochemical processes in the snow and can be released to the atmosphere because of its volatility. But the ratio of re-emitted mercury compared to the deposited mercury can neither be quantified, nor how much mercury can enter the ecosystem through melting water? In fact the obtained concentrations of mercury in the snow melt are higher compared to sea water concentrations (up to 80 ng/L in the snow melt, 1 to 2 ng/L in sea water). The few measurement data do not allow to draw further conclusions.

The international process study on board of Polarstern with the transect from Germany to the North Atlantic should help to investigate the temporal end of AMDEs during Arctic summer and the spatial distribution of the relevant areas in the north Atlantic Ocean. The fate of mercury during polar summer in the Arctic should be analysed with several different methods for the detection of mercury species in air, water, snow, and ice.

### **Persistent organic pollutants**

For the 2004 cruises ARK XX/1 and 2, several groups share an interest in measuring selected organic compounds which can be divided in two main groups:

1. The "classical" POPs like combustion-derived polychlorinated dibenzo-p-dioxins and -furans (PCDD/Fs), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), polychlorinated biphenyls (PCBs), HCH isomers and other organochlorine pesticides.
2. New "emerging" organic chemicals such as polybrominated flame retardants (PBDEs), polyfluorinated octanyl acids and precursors (PFCs), and nonylphenols. Apart from this, a group of polar pollutants out of the lists of hazardous substances published by the marine protection conventions and the EU water framework directive will be analysed; for these compounds nearly no information are available referring to sea water concentrations in the sea area under investigation. These compounds represent insecticides (e.g. Chlorpyrifos-methyl



and –ethyl, Endosulfan), herbicides (e.g. Trifluralin, Atrazine, Simazine, Diuron, Isoproturon), and halogenated phenols (e.g. Pentachlorophenol).

For example polyfluorinated organic acids and their derivatives are produced by industry in very large quantities and are used for many purposes. Perfluoroalkyl sulfonates are used e.g. as surfactants and surface protectors in carpets, leather, paper, packaging and upholstery. In addition, some sulfonated and carboxylated PFCs have been used in or as fire fighting foams, alkaline cleaners, shampoos, and insecticide formulations. Due to the large production quantities and the persistence in the environment, polyfluorinated compounds are meanwhile globally distributed. Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) has been detected in blood of ringed seals, other long chain perfluorinated chemicals have been detected in polar bears, arctic foxes, ringed seals, mink, birds and fishes collected in the Arctic.

Because of the findings of polyfluorinated compounds in Arctic biota samples, it is of special interest to investigate their long range transport. Due to their high polarity, a transport by the water phase is likely, especially since some of the PFCs have been found in North Sea water. Some precursors of PFOS and PFOA are highly volatile and can lead to an increased input of PFCs from the atmosphere to remote areas. The investigation of the wide scale distribution of polyfluorinated acids in the sea water of the North Sea and Arctic Ocean is a perfect complement to the simultaneous measurements in the atmosphere. The cruise is quite optimal for these investigations as it ranges from the likely sources (European continent) to remote areas without direct inputs.

Different sampling procedures for organic pollutants in the water phase will be applied and compared. Glass ball sampler followed by solid phase extraction (SPE) on an adsorption column and in situ pumps are two of them.

Further answers are sought regarding the Air-Ocean-phytoplankton interaction by using a FerryBox system on board of Polarstern. This system is able to automatically measure biological and chemical parameters like nutrients, salinity, pH, algae fluorescence etc.

By combining short-term atmospheric samples with the collection of representative water samples across different region of the North Atlantic / Arctic circle, answers are sought as to whether atmospheric transport or the marine phytoplankton productivity are controlling the transport and settling flux of these organic pollutants.

Intensive air sampling will be carried out to better understand the long-range transport and hence delivery of organic pollutants to the Arctic region. The sampling of the atmospheric organic compounds will be accompanied by the collection of ancillary aerosols parameters, such as the weight of the total suspended particulate matter, their organic and elemental carbon fractions, and the presence of plant biomarkers.

## 6. BETEILIGTE INSTITUTE / PARTICIPATING INSTITUTES

	Adresse Address
AWI	Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft Postfach 12 01 61 27515 Bremerhaven
Atlas Hydrographic	Atlas Hydrographic Kurfürstenallee 130 28211 Bremen
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie Wüstland 2 22589 Hamburg
Cinedesign	Cinedesign AV GmbH /NDR Carsten-Fock Weg 12 21129 Hamburg
DWD	Deutscher Wetterdienst Bernhard-Nocht Straße 76 20359 Hamburg
FIELAX	FIELAX Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Schifferstraße 10-14 27568 Bremerhaven
GKSS	Institut für Küstenforschung GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH Max-Planck-Straße 1 21502 Geesthacht
HeliTransair	HeliTransair GmbH Flugplatz 63329 Egelsbach

**Adresse**  
**Address**

---

Laeisz	Reederei F. Laeisz Bremerhaven Barkhausen-Str. 37 27568 Bremerhaven
Oktopus	Oktopus GmbH Wischhofstraße 1-3 Geb. 13 - Lager 24148 Kiel
OPTIMARE	Am Luneort 15a, 27572 Bremerhaven
Uni Cambridge	University of Cambridge DAMTP-CMS Wilberforce Rd. Cambridge CB3 0WA England
Uni Lancaster	Department of Environmental Science Lancaster University Lancaster, LA1 4YQ, UK England
Uni Montreal	McGill University Department of Chemistry Otto Maass Building 801 Sherbrooke St.W. Montreal, Quebec H3A 2K6 Canada

## 7. FAHRTTEILNEHMER / PARTICIPANTS

Fahrleiter: Dr. Gereon Budéus  
Bremerhaven - Longyearbyen vom 16.06. - 16.07.2004

<b>Name</b>	<b>Vorname/ First Name</b>	<b>Institut/ Institute</b>	<b>Beruf / Profession</b>
Bauerfeind	Eduard	AWI	Biologe
Baukau	Jana	GKSS	Studentin
Bergmann	Melanie	AWI	Biologin
Blöcker	Gerd	GKSS	Chemiker
Büchner	Jürgen	HeliTransair	Pilot
Budéus	Gereon	AWI	Wissensch.
Buldt	Klaus	DWD	Techniker
Caba	Armando	GKSS	Ingenieur
Caliebe	Christina	BSH	Chemikerin
Cembella	Barbara	Optimare	Physikerin
Cisewski	Boris	AWI	Ozeanograph
Dittmer	Martin	Atlas Hydrogr.	Techniker
Ewert	Jörn	Atlas Hydrogr.	Techniker
Falck	Eva	AWI	Wissensch.
Feickert	Janett	AWI	FÖJ
Feldt	Oliver	HeliTransair	Techniker
Gerull	Linda	AWI	Studentin
Gerwinski	Wolfgang	BSH	Ingenieur
Gioia	Rosalinda	Uni Lancaster	Studentin
Hartig	Rüdiger	DWD	Meteorologe

---

<b>Name</b>	<b>Vorname/ First Name</b>	<b>Institut/ Institute</b>	<b>Beruf / Profession</b>
Herr	Eberhard	HeliTransair	Pilot
Hudson	Edward	Uni Montreal	Chemiker
Jahnke	Annika	GKSS	Doktorandin
Kaletzky	Arthur	Uni Cambridge	Ingenieur
Kanzog	Corinna	AWI	Technikerin
Kattner	Lisa	AWI	Studentin
Kaufner	Helmke	Cinedesign	Autorin
Kaufner	Peter	Cinedesign	Kameramann
Kolar	Ingrid	AWI	Studentin
Kuhn	Gerhard	AWI	Geologe
Kulescha	Friedhelm	Oktopus	OFOS Techn.
Licari	Laetitia	AWI	Wissensch.
Niessen	Frank	AWI	Geologe
Otto	Juliane	AWI	Studentin
Partzsch	Kati	AWI	Studentin
Plugge	Rainer	AWI	Techniker
Poppe	Ulrike	AWI	Geographin
Ronski	Stephanie	AWI	Wissensch.
Sablotny	Burkhard	AWI	Techniker
Schewe	Ingo	AWI	Wissensch.
Schmidt	Thomas	Fielax	EDV-Berater
Soltwedel	Thomas	AWI	Wissensch.
Temme	Christian	GKSS	Chemiker
Wagner	Eberhard	Laeisz	Reederei
Xie	Zhiyong	GKSS	Chemiker
Yousif	Khalaf	HeliTransair	Techniker

## 8. SCHIFFSBESATZUNG / SHIP'S CREW

Besatzungsliste            Reise ARK XX / 1  
 Name of Ship :            POLARSTERN 16.06.2004 - 16.07.2004  
 Nationality :            GERMAN            Bremerhaven - Longyearbyen

No.	Name	Rank
01.	Domke, Udo	Master
02.	Schwarze, Stefan	1.Offc.
03.	Pluder, Andreas	Ch. Eng.
04.	Farysch, Bernd	Ch. Eng.
05.	Hartung, René	2.Offc.
06.	Peine, Lutz	2.Offc.
07.	Fallei, Holger	2.Offc.
08.	Krüger, Klaus-Jürgen	Doctor
09.	Koch, Georg	R.Offc.
10.	Delff, Wolfgang	1.Eng.
11.	Ziemann, Olaf	2.Eng.
12.	Kotnik, Herbert	2.Eng.
13.	Muhle, Heiko	Electr.
14.	Hoffmann, Mathias	FielaxElo
15.	Fröb, Martin	FielaxElo
16.	Muhle, Helmut	FielaxElo
17.	Piskorzynski, Andreas	FielaxElo
18.	Gerchow, Peter	FielaxElo
19.	Loidl, Reiner	Boatsw.
20.	Reise, Lutz	Carpenter
21.	NN	A.B.
22.	Pousada Martinez, Saturnio	A.B.
23.	Winkler, Michael	A.B.
24.	Guse, Hartmut	A.B.
25.	Hagemann, Manfred	A.B.
26.	Schmidt, Uwe	A.B.
27.	Vehlow, Ringo	A.B.
28.	Bäcker, Andreas	A.B.
29.	Preußner, Jörg	Storek.
30.	Ipsen, Michael	Mot-man
31.	Voy, Bernd	Mot-man
32.	Elsner, Klaus	Mot-man
33.	Hartmann,Ernst-Uwe	Mot-man
34.	Grafe, Jens	Mot-man
35.	Müller-Homburg, Ralf-Dieter	Cook
36.	Völske, Thomas	Cooksmate
37.	Silinski, Frank	Cooksmate
38.	Jürgens, Monika	1.Stwdess
39.	Wöckener, Martina	Stwdss/KS
40.	Czyborra, Bärbel	2.Stwdess
41.	Silinski, Carmen	2.Stwdess
42.	Gaude, Hans-Jürgen	2.Steward
43.	Möller, Wolfgang	2.Steward
44.	Huang, Wu-Mei	2.Steward
45.	Yu, Kwok, Yuen	Laundrym.
46.	Feiertag, Thomas	Fielax
47.	Brehme, Andreas	Fielax



**Fahrtabschnitt / Leg ARK XX/2**

**16.07.2004 – 29.08.2004**

**Longyearbyen - Tromsø**





**ARK XX/2**

1.	ÜBERBLICK UND FAHRTVERLAUF	43
2.	OZEANOGRAPHIE	46
3.	BATHYMETRIE	49
4.	PETROLOGIE	50
5.	MEEREISPHYSIK	53
6.	LUFTCHEMIE	55
1.	SUMMARY AND ITINERARY	59
2.	OCEANOGRAPHY	60
3.	BATHYMETRY	63
4.	PETROLOGY	64
5.	SEA ICE PHYSICS	66
6.	AIR CHEMISTRY	68
7.	BETEILIGTE INSTITUTE / PARTICIPATING INSTITUTES	73
8.	FAHRTTEILNEHMER / PARTICIPANTS	75
9.	SCHIFFSBESATZUNG / SHIP'S CREW	77



# 1. ÜBERBLICK UND FAHRTVERLAUF

POLARSTEN wird am 16. Juli 2004 in Longyearbyen (Spitzbergen) auslaufen, um in der Framstraße und nördlich davon (Abb. 1) ozeanographische, petrologische, bathymetrische, meereisphysikalische und luftchemische Untersuchungen zu machen.

Die ozeanographischen Arbeiten haben zum Ziel, den Wassermassen- und Wärmeaustausch zwischen Nordpolarmeer und Atlantik und die Zirkulation in der Framstraße zu untersuchen. Dafür werden Messungen mit Temperatur- und Salzgehaltssonden entlang eines Schnittes bei 79N ausgeführt sowie Wasserproben genommen, um Spurenstoffe zu messen. Ferner ist vorgesehen, die im letzten Jahr auf diesem Schnitt ausgelegten ozeanographischen Verankerungen aufzunehmen und mit neuem Gerät wieder auszulegen, um kontinuierliche mehrjährige Messreihen aus dem Untersuchungsgebiet zu erhalten. Außerdem soll die komplizierte Struktur des Westspitzbergenstroms nördlich der Framstraße durch zwei hydrographische Schnitte untersucht werden.

Inhalt der petrologischen Arbeiten ist die detaillierte Beprobung und Kartierung des sich effektiv am langsamsten spreizenden Mittelozeanischen Rückens der Welt. Dies wird die petrologische, d.h. vulkanologische Untersuchung wenig entwickelter Vulkane im frühesten Stadium ihrer Bildung und Entwicklung erlauben und bei der Fragestellung helfen, warum und wie sich diese Vulkane bilden. An diesen Rücken wird der Prozess der partiellen Schmelzbildung, durch den Basalte gebildet werden, durch die Kühlung der ozeanischen Lithosphäre durch Meerwasser unterdrückt. Die vorgesehenen Arbeiten bieten neue und wertvolle Informationen über Krustenakkretionsprozesse an Mittelozeanischen Rücken und über die Entstehung von Basalten im Allgemeinen.

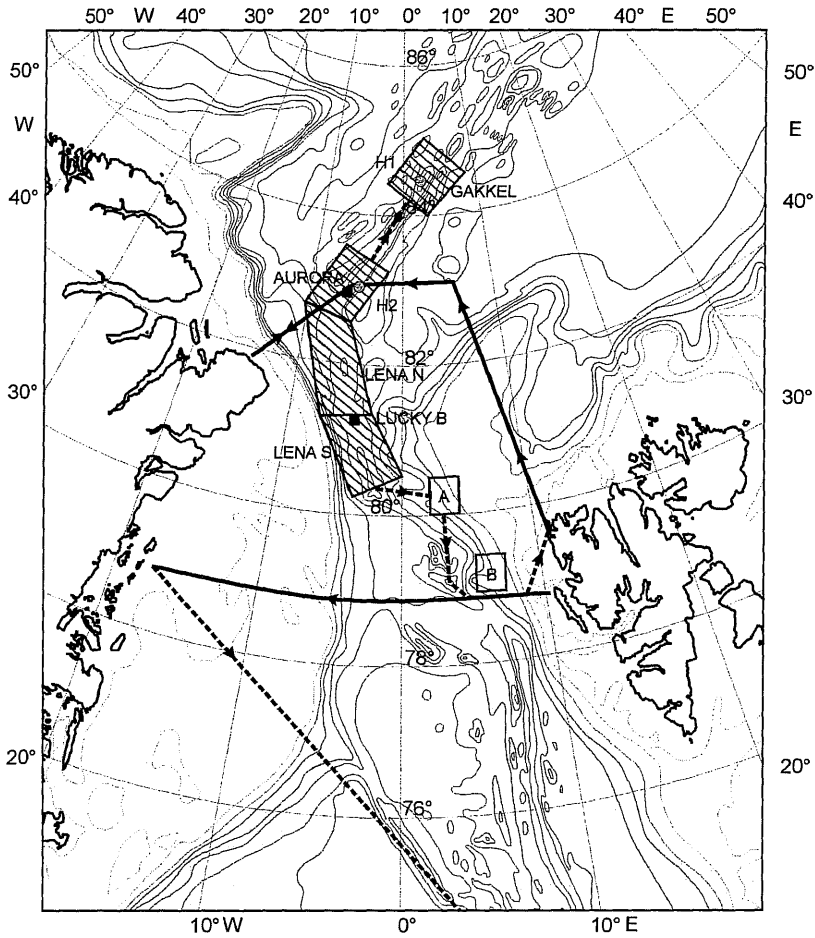
Im Verlauf der bathymetrischen Arbeiten soll das bis heute von Polarstern systematisch mit Fächersonar vermessene Gebiet im Bereich der Framstraße nach Norden erweitert werden. Ziel ist die Erfassung des geologisch und ozeanographisch bedeutenden Übergangs Spitzbergen – Deep Lena Trough – Gakkel Ridge. Dafür sind systematische Vermessungen mit dem Fächerecholot Hydrosweep DS-2 geplant, die mit Daten früherer Polarsternfahrten verknüpft werden. Parallel zu den Tiefendaten werden von Hydrosweep auch Pseudo-Sidescan-Daten und Backscatter-Messwerte registriert. Damit können zum einen Feinstrukturen des Meeresbodens in hoher Auflösung erfasst und zum anderen physikalische Sedimenteigenschaften bestimmt werden.

Die meereisphysikalischen Arbeiten sind als Vorbereitung zur Kalibration und Validation für CryoSat-Messungen gedacht. Für den Zeitraum der Fahrt ist sowohl der Empfang von Radardaten in „near-real-time“, als auch die Aufnahme von NOAA-AVHRR Daten an Bord geplant. Ein umfangreiches Programm, das sowohl Helikopterflüge mit unterschiedlichen Messinstrumenten (EM-Bird, Laser

Altimeter, Video), als auch Untersuchungen direkt auf dem Meereis einschließt, ist dazu in der Region nördlich der Framstraße vorgesehen. Diese Messungen setzen die bisherigen Beobachtungen aus den Jahren 1991, 1996, 1998 und 2001 fort, bei denen sich ein Trend zu abnehmenden Eisdicken zeigte.

Während der gesamten Fahrtroute sollen umfassende Studien zur Luftchemie durchgeführt werden. Es geht dabei um die Bestimmung von Spurenkonzentrationen organischer Schadstoffe und Quecksilberspezies in abgelegenen Gebieten der Nordhemisphäre, um den Kreislauf und den Verbleib dieser globalen Schlüsselschadstoffe näher zu untersuchen. Insbesondere sollen diese Arbeiten dazu beitragen, den Austausch zwischen Luft, Eis/Schnee und Wasser und die Rolle des Ferntransportes und damit das Nachliefern organischer Schadstoffe in die arktischen Regionen besser verstehen zu können.

Nach Beendigung der Arbeiten wird Polarstern in Richtung Tromsø dampfen und dort am 29. August 2004 einlaufen.



Areas of operations

- |  |              |
|--|--------------|
| A, B                                       | Bathymetry   |
| Lucky B, AURORA,<br>GAKKEL, LENA N, LENA S | Petrology    |
| <u>H1, H2</u>                              | Sea Ice      |
|  | Oceanography |

**Abb. 1:** Fahrtroute während ARK XX/2  
Cruise track during ARK XX/2

## 2. OZEANOGRAPHIE

Beszczyńska-Möller, Fieg, Schütt, Wisotzki (AWI), Hayek (Uni Hamburg), Marnela (FIMR Helsinki), Monsees, Rohr, Schwegler (Uni Bremen), Zenk (Optimare)

Ziel der Untersuchungen ist es, anhand von Langzeitmessreihen die Variabilität ozeanischer Transporte durch die Framstraße von saisonalen bis zu dekadischen Zeitskalen zu erfassen. Der Wärmetransport in die hohen Breiten des Atlantiks wird durch eine komplexe Wechselwirkung zwischen Ozean und Atmosphäre verursacht und stellt eine wesentliche Komponente zur globalen thermohalinen Zirkulation des Ozeans dar. Im Nordatlantik strömt warmes und salzhaltiges Wasser durch das Europäische Nordmeer in das Nordpolarmeer, wo die Wassermassen durch Abkühlung, Gefrieren und Schmelzen von Meereis, den Zustrom von Flusswasser von den Kontinenten und durch den Einstrom durch die Beringstrasse umgeformt werden. Dabei entstehen kaltes, salzarmes Oberflächenwasser, salzreiches Tiefenwasser und Meereis. Das Verständnis dieser Wassermassentransporte und Transformationen ist eine Voraussetzung, um den Wassermassenaustausch im großräumigen Zirkulationssystem des Nordpolarmeeres und des Atlantischen Ozeans zu quantifizieren. Ferner stellt es die Grundvoraussetzung dar, um die Rolle des ozeanischen Wärme- und Süßwassertransports im Zusammenhang mit Klimavariabilität in zwischenjährlichen bis dekadischen Zeiträumen zu bewerten.

Wassermassen aus dem Nordatlantik gelangen entweder durch die Barentssee oder durch die Framstraße in das Nordpolarmeer. Die Framstraße stellt dabei die einzige tiefe Verbindung zwischen dem Nordpolarmeer und dem Weltmeer dar. Der Transport von Wärme und von salzarmem Wasser durch die tiefe Framstraße und die flache Barentssee wird durch unterschiedliche Antriebsbedingungen bestimmt. Die Aufteilung der einströmenden atlantischen Wassermassen auf die beiden Transportwege beeinflusst deren Eigenschaften. Diese haben eine erhebliche Auswirkung auf die Schichtung und die interne Zirkulation im Nordpolarmeer. Der Ausstrom aus dem Nordpolarmeer in der Framstraße erfolgt durch den Ostgrönlandstrom und beeinflusst die Wassermasseneigenschaften im Europäischen Nordmeer und im Nordatlantik.

Die komplizierte topographische Struktur der Framstraße führt zu einer Aufteilung des Westspitzbergenstroms in mindestens drei Stromzweige. Einer folgt der Schelfkante und erreicht nördlich von Spitzbergen das Nordpolarmeer. Dieser Zweig muss das Yermakplateau mit einer Schwellentiefe von ungefähr 700 m überqueren. Ein zweiter Zweig strömt nordwärts entlang des

nordwestlichen Hangs des Yermakplateaus und ein dritter Zweig rezirkuliert bei ungefähr 79°N innerhalb der Framstraße. Die Größe und die Stärke der unterschiedlichen Zweige beeinflussen den Wärmestrom in das innere Nordpolarmeer. Der Ostgrönlandstrom, der Wassermassen aus dem Nordpolarmeer südwärts transportiert, hat seinen Kern über dem Kontinentalabhang östlich von Grönland.

Seit 1997 werden hochaufgelöste Messungen von Strömung, Temperatur und Salzgehalt in der Framstraße ausgeführt, um den Transport von Wärme und Salz zwischen dem Europäischen Nordmeer und dem Nordpolarmeer zu ermitteln. Messreihen von Verankerungen, die das gesamte Jahr abdecken, wurden während der Sommer- oder Herbstfahrten durch hydrographische Schnitte ergänzt. Bis in das Jahr 2000 wurden die Untersuchungen im Rahmen des durch die Europäische Kommission geförderten Projektes „VEINS“ (Variability of Exchanges in Northern Seas) durchgeführt. Seit 2003 erfolgen die Arbeiten als ein Teil des internationalen Programms „ASOF“ (Arctic-Subarctic Ocean Fluxes) und werden dabei teilweise aus dem von der EU geförderten Projektes „ASOF-N“ finanziert.

Die Anordnung der Verankerungen im Untersuchungsgebiet deckt von der östlichen bis zur westlichen Schelfkante den gesamten tiefen Teil der Framstraße ab. Insgesamt sind 19 Verankerungen entlang von 78°50'N ausgelegt, wobei die 12 östlichen vom Alfred-Wegener-Institut und der Universität Hamburg und die restlichen 7 im westlichen Teil vom Norsk Polar Institut unterhalten werden.

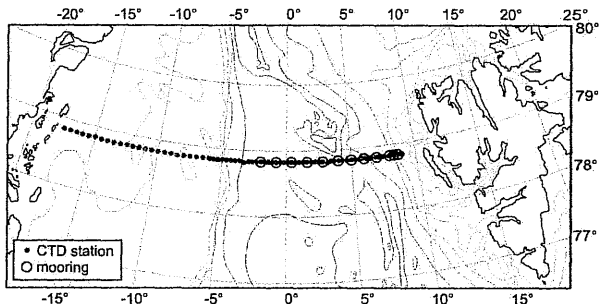
Während der Polarsternreise ARK XX/2 sollen 12 Verankerungen aufgenommen werden, die während ARK XIX/4b ausgelegt wurden. Anschließend sollen sie durch neue Verankerungen an den gleichen Positionen ersetzt werden (Abb. 2). Die Geräteausstattung der neuen Verankerungen entspricht weitgehend der des Vorjahrs. Zum zweiten Mal werden zwei zusätzliche Verankerungen im Gebiet der Rezirkulation ausgelegt und Geräte in einem zusätzlichen Tiefenniveau bei 700 m, dem unteren Rand des atlantischen Wassers, installiert. Um eine ausreichende vertikale Auflösung zu erhalten, besteht jede Verankerung aus 3 bis 8 Geräten. Die Geräte umfassen Strömungsmesser von Aanderaa und FSI, zwei ADCPs (acoustic doppler current profilers) und Temperatur- und Salzgehaltssensoren (Seabird). Zwei Bodendruckmesser (Seabird) sollen die Veränderungen der Neigung der Meeresoberfläche registrieren, die wiederum zur Abschätzung der barotropen Komponente der Strömung herangezogen werden. Einige Instrumente sind mit einer autonomen Dateneinheit ausgerüstet, die im Laufe des Verankerungszeitraums an die Oberfläche aufsteigen und Daten vorzeitig über Satellit übermitteln sollen (Pop-Up-Bojen). Die im vergangenen Jahr verankerten Pop-Up-Bojen haben keine Daten übertragen. Eine von ihnen, die fest verankert war, soll wieder aufgenommen werden. Eine verbesserte Version der Pop-Up-Bojen soll an ausgewählten Verankerungen neu ausgelegt werden. Drei umgekehrte Echolote mit Drucksensoren (inverted echo sounders, PIES), die 2003 in der Nähe der Verankerungen F2, F6 und F8 ausgelegt worden waren,



sollen ebenfalls aufgenommen und drei neue Geräte an derselben Stelle wieder ausgelegt werden. Mit Hilfe der PIES soll unterschieden werden, inwieweit die Veränderungen der Meeresspiegelneigung durch Schwankungen des barotropen Stromes oder der Wasserdichte beeinflusst werden.

Hydrographische Stationen und Messungen mit dem bordeigenen ADCP werden entlang der Verankerungslinie ausgeführt, um die Temperatur, den Salzgehalt und die Strömungsgeschwindigkeit zu erfassen. Diese Messungen liefern eine höhere räumliche Auflösung als Messungen mit Verankerungen. Abhängig von den Eisbedingungen wird der Schnitt in Richtung Westen auf dem Schelf zur grönländischen Küste weitergeführt. Zusätzlich sind CTD-Stationen im Aurora-Gebiet und auf dem Yermakplateau im Rahmen der verfügbaren Zeit geplant. Für die hydrographischen Messungen wird eine CTD von Seabird (SBE 9/11+), die mit einer SBE32-Rosette mit Wasserschöpfnern kombiniert ist, eingesetzt. Das CTD-System ist mit einem In-situ-Sauerstoffsensor und einem Fluorometer ausgestattet. Zur Kalibrierung des Leitfähigkeits- und Sauerstoffsensors sollen Wasserproben genommen werden. Die Salzgehaltsproben werden mit einem Autosal 8400A Salinometer (Guildline) analysiert. Die Sauerstoffkonzentration der Proben wird mit einer automatischen Winkler-Titration gemessen. Zusätzlich werden Wasserproben zu Messungen von Nährstoffen und Tracern ( $\delta O^{18}$ ,  $\delta C^{13}$ , Technetium und Barium) herangezogen.

Abb. 2: Lage der Verankerungen und der CTD-Stationen in der Framstraße, die während ARK XX/2 bearbeitet werden sollen.



### 3. BATHYMETRIE

Gauger (Fielax), Kohls, Röber (AWI)

Hochauflösende digitale Geländemodelle dienen als Grundlage für die Interpretation geologischer und geophysikalischer Messungen. Sie ermöglichen eine räumliche Zuordnung mariner Beprobungen und unterstützen die Regionalisierung von Beprobungsergebnissen im Hinblick auf Stoffflüsse, Budgets, Prozesse, etc.

Die Topographie des Meeresbodens im Arktischen Ozean ist bis heute noch weitgehend unbekannt. Aussagen lassen sich im wesentlichen auf Grundlage der wenigen Tiefenmessungen von Eisbrechern, U-Booten und wissenschaftlichen Driftstationen treffen.

Im Verlauf des Fahrtabschnitts ARK XX/2 soll das bis heute von Polarstern systematisch mit Fächersonar vermessene Gebiet im Bereich der Framstraße nach Norden erweitert werden. Ziel ist die Erfassung des geologisch und ozeanographisch bedeutenden Übergangs Spitzbergen Deep-Lena Trough-Gakkel Ridge. Dafür sind systematische Vermessungen mit dem Fächerecholot Hydrosweep DS-2 geplant, die mit Daten früherer Polarsternfahrten verknüpft werden.

Darüber hinaus sollen während des gesamten Fahrtverlaufes Tiefendaten mit Hydrosweep aufgenommen werden, um vorhandene Kartenwerke wie zum Beispiel die „International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean“ (IBCAO) oder die „Bathymetric Chart of the Fram Strait 1:100.000“ des AWIs vervollständigen und erweitern zu können.

Parallel zu den Tiefendaten werden von Hydrosweep auch Pseudo-Sidescan-Daten und Backscatter-Messwerte registriert. Damit können zum Einen Feinstrukturen des Meeresbodens in hoher Auflösung erfasst und zum Anderen physikalische Sedimenteigenschaften bestimmt werden.

Für die systematische Vermessung kann, nach dem aktuellen Sensorupdate von Hydrosweep, der HDBE-Modus (High Definition Bearing Estimation) zum Einsatz kommen. Durch die detailliertere Auswertung des reflektierten Sonarsignals, wird eine höhere Auflösung der Meeresbodentopographie erreicht (Umstellung von 59 „hard-beams“ auf 240 „soft-beams“).

Der zu erwartende Eisgang führt zu hydroakustischen Störungen sowie zu häufig wechselnden Schiffsgeschwindigkeiten und zu einem unregelmäßigem Schiffskurs. Dadurch ist beim Fächersonar von einem hohen Anteil systematischer Messfehler auszugehen, was eine aufwändige

Nachbearbeitung der Daten erforderlich macht. Eine erste Analyse und Prozessierung der registrierten Daten erfolgt bereits während des Fahrtverlaufes, damit aktuelle Erkenntnisse sofort in die Expeditionsplanung einbezogen werden können, z.B. um geeignete Lokationen für geologische bzw. petrologische Beprobungen festzulegen.

Die Generierung bereinigter digitaler Geländemodelle sowie die Ergänzung der bathymetrischen Kartenwerke erfolgt nach der abschließenden Datenprozessierung am AWI

## 4. PETROLOGIE

Snow, Biegler, Feldmann, Handt, v.d., Hellebrand, Nauret, (MPI Mainz)  
Eckhardt, Liesenfeld, Schmidt, Turini (Uni Mainz), Feig (Uni Hannover), Gao (Uni Göttingen),  
Schmitt (Uni München), Goldstein (LDEO)

### **Zusammenfassung**

Untersuchungen an ultra-langsam spreizenden Mittelozeanischen Rücken haben in den vergangenen Jahren dramatisch an Bedeutung gewonnen, da sie weltweit Schlüsselinformationen über die Bildung von basaltischen Magmen bieten. Die Expedition zum Lena-Trog, ARK XX-2, hat die detaillierte Beprobung und Kartierung des sich effektiv am langsamsten spreizenden Rücken der Welt zum Ziel. Dies wird die petrologische, d.h. vulkanologische Untersuchung wenig entwickelter Vulkane im frühesten Stadium ihrer Bildung und Entwicklung erlauben und bei der Fragestellung helfen, warum und wie sich diese Vulkane bilden.

### **Wissenschaftliche Ziele**

Ultra-langsam spreizende Mittelozeanische Rücken stellen eine neu definierte Gruppe unter den Mittelozeanischen Rücken dar. Sie bieten neue und wertvolle Informationen über Krustenakkretionsprozesse an Mittelozeanischen Rücken und über die Entstehung von Basalten im Allgemeinen. Sie werden als jene Mittelozeanischen Rücken definiert, deren Spreizungsrate unterhalb von 20 mm/a liegt, wozu beispielsweise der SW Indische Rücken und das Nordatlantische/Arktische Rückensystem nördlich von Island gehören. An diesen Rücken wird durch die Kühlung der Ozeanischen Lithosphäre durch Seewasser der Prozess der partiellen Schmelzbildung (durch den Basalte gebildet werden) unterdrückt. Dadurch entsteht die Möglichkeit, die Entstehung und Entwicklung der am wenigsten entwickelten und damit auch primitivsten Vulkane weltweit zu untersuchen.

Im Lena-Trog (Spreizungsrate: 13 mm/a) beeinflusst eine weitere Variable neben der Spreizungsrate den Prozess der vulkanischen Krustenbildung. So wurde festgestellt, dass an ultra-langsam spreizenden Rücken neue Kruste in einem Rifttal schräg zu ihrer Achse gebildet wird. Dies steht im Gegensatz zu den anderen Gruppen mittelozeanischer Rücken, die Krusten im rechten Winkel zur Achse bilden. Wird neue Kruste in einem Winkel  $\theta$  schräg zur Rückenachse gebildet, wird ein gegebenes Volumen des Mantels gezwungen unterhalb eines effektiv längeren Rückensegments aufzusteigen. Dadurch reduziert sich die effektive Spreizungsrate um den Faktor  $R \cdot \cos \theta$ .

Der Lena-Trog ist das langsamste und dabei am stärksten oblique spreizende Rückensegment der Erde. Hier ist die intrinsische Spreizungsrate von 13 mm/a durch den Spreizungswinkel von  $\theta=55^\circ$  zur Achse auf eine effektive Spreizungsrate von nur 7,5 mm/a verringert. Damit ist es innerhalb des Systems der Mittelozeanischen Rücken der Ort mit der kleinsten effektiven Spreizungsrate.

Basalte, Peridotite und hydrothermale Proben vom Lena-Trog stellen damit das Ergebnis der geringsten Grade von partiellen Mantelschmelzen dar, die jemals untersucht wurden. Die Untersuchung ihrer chemischen Zusammensetzung wird neue Einsichten in die Entstehung partieller Mantelschmelzen sowie in die Beschaffenheit des oberen Erdmantels geben.

### Arbeitsplan

Die moderne Schiffspetrologie benutzt in erster Linie zwei Methoden: direkte Beprobung und Fernerkundung. In der Fernerkundung wird die Wassersäule untersucht und beprobt, um hydrothermale Anomalien aufzuspüren. Ebenso wird eine Kartierung des Meeresbodens durchgeführt, um Ziele für direkte Gesteinsbeprobung zu identifizieren, als auch die tektonische Entwicklung der Region zu interpretieren. Direkte Probennahme von Gesteinen ist die vielleicht wichtigste Methode für Petrologen, aber bei weitem nicht die einzige.

### Probennahme von Gesteinen

Die primäre Technik der Probennahme wird die Gesteinsdredge sein. Dies ist ein massiver Metallrahmen mit Aufhängung, an dem ein Kettensack aus Stahl befestigt ist. Diese Dredge wird zum Meeresboden herabgelassen, ungefähr 1 km über den Meeresboden entlanggeschleppt und dann, hoffentlich voller Gesteine, wieder an Bord geholt. Die offensichtliche Gefahr ist, dass sie am Meeresboden hängenbleibt, was zur Beschädigung des Dredge-Kabels führen kann. Um dies zu verhindern werden künstliche Bruchstellen ("weak links") an der Dredge angebracht, so dass im Falle des Falles die Dredge sich löst, bevor das Kabel beschädigt wird. Diese "weak links" können auf eine definierte Zugkraft ( $\pm 2\%$ ) eingestellt werden, so dass man z.B. bei einer Belastbarkeit des Kabels von 12 t, die exakte Zugspannung, bei der das "weak link" brechen wird, auf 0,24 t genau bestimmen kann.

Die dann übliche Vorgehensweise ist, abhängig von den Eisbedingungen, dass entlang eines Hanges am Rücken ein 2 km langer Weg freigebrochen wird, danach gewendet, die Dredge ausgesetzt und 1-2 km Kabel ausgelegt werden bei einer Fahrt von 1 Knoten. Dann wird nach ungefähr 500 m Fahrt das Auslegen des Kabels gestoppt und die Dredge entlang des Hanges geschleppt und schliesslich an Bord gebracht.

Die Gesamtzeit für eine Dredge-Station ist abhängig von der Wassertiefe. Bei einer nominellen Tiefe von 4000 m dauert das Auslegen des Kabels 45 Minuten (bei einer Ablassgeschwindigkeit von 1,5m/s), die Zeit am Meeresboden beträgt ungefähr 1-2 Stunden und das Einholen des Kabels 33 Minuten (bei einer Einholgeschwindigkeit von 2 m/s), alles in allem also ungefähr 3-4 Stunden. Ebenso spielt die Vorbereitung und Positionierung eine grosse Rolle. Man braucht ungefähr 15-20 Minuten, um eine etwa 2 km lange Rinne bei 4 Knoten freizubrechen. Ist es allerdings notwendig zu wenden und dieses Manöver zu wiederholen, kann es bis zu einer Stunde oder mehr dauern. Die verbleibende Variable ist die benötigte Zeit für den Transit zwischen den Stationen. Diese liegen normalerweise ungefähr 5 bis 10 Meilen bei dieser Art von Erkundung auseinander, wodurch ca. 1-2 Stunden für den Transit anfallen. Daher können innerhalb von 24 Stunden vier Dredging-Abläufe durchgeführt werden, mit jeweils ungefähr 6 Stunden insgesamt pro Station.

Der kritischste Teil des Dredging-Ablaufes ist die Positionierung. Jegliche Unterbrechung während der anfänglichen Positionierung und des Freibrechens der Rinne kann durch Eisbewegungen zum kompletten Verlust der Station führen. Daher sollten alle nicht-petrologischen Arbeiten, die das Positionieren oder Beidrehen des Schiffes erfordern (Aussetzen von Gruppen aufs Eis, Reparaturen an den Hubschraubern, etc), unbedingt am Ende des Transits erfolgen, bevor massgeblich Zeit in die Positionierung des Schiffes investiert wurde und sollten auch vorher mit dem Dredge-Arbeitsteam besprochen werden.

Das Dredge-Arbeitsteam wird aus 1-2 Leuten bestehen, die 24h/7d arbeiten.

### **Beprobung der Wassersäule/Sensorik**

Beprobung und Messungen in der Wassersäule sind wichtige Bestandteile der petrologischen Arbeiten an Bord, um hydrothermale Aktivitäten am Ozeanboden lokalisieren und beschreiben zu können. Während dieser Ausfahrt werden sowohl die hydrographischen Daten der Ozeanographie-Arbeitsgruppe mitgenutzt als auch eigene hydrographische Daten durch den am Dredge-Kabel angebrachten PMEL-MAPR gesammelt. Zusätzlich werden mittels der Rosette genommene Wasserproben auf Spurenelementkontamination der Wassersäule durch Hydrothermalaktivitäten untersucht.

### **Probenbearbeitung**

Hauptarbeit der Petrologie-Arbeitsgruppe wird die sorgfältige Bearbeitung der Gesteinsproben darstellen. Jede Dredge-Station muss genau dokumentiert und fotografiert werden, sodann die jeweiligen Proben gewogen, geschnitten, beschrieben, nummeriert und verpackt werden. 4 Personen in jeweils zwei 8-Stunden Schichten sind dafür verantwortlich. Dabei werden Standardabläufe für die Aufgaben angewandt, die innerhalb von ODP und anderen Expedition entwickelt wurden.

Glas wird von den Basaltproben abgetrennt und für Analysen an Land vorbereitet. Außerdem werden Dünnschliffe von den Plutoniten hergestellt. Diese werden dann am Mikroskop beschrieben, so dass Mineralchemieanalysen sobald wie möglich nach der Rückkehr durchgeführt werden können.

### **Bathymetrie**

Die bathymetrische Kartierung ist eine der Hauptprioritäten der Petrologie-Arbeitsgruppe, da die Morphologie des Ozeanbodens von grosser Bedeutung für die Interpretation der Ergebnisse der Beprobung ist. Weiterhin wird für eine gezielte Beprobung die detaillierte Kenntnis der Form des Ozeanbodens benötigt, um Ziele von hohem wissenschaftlichen Interesse und gleichzeitiger hoher Erfolgsrate lokalisieren zu können. Daher wird die Petrologie-Arbeitsgruppe bei der Planung der Probenstationen darauf achten, dass die Transits einen maximalen Teil des Lena-Trogs abdecken, insbesondere über dem Rückental selbst. Sie werden eng mit der Bathymetrie-Gruppe zusammenarbeiten, um eine optimale bathymetrische Erkundung des Lena-Trogs zu planen und eine Karte zu erstellen, die eine effiziente Probennahmestrategie ermöglichen wird.

## **5. MEEREISPHYSIK**

### **CryoSat-ValEx: Validation von Fernerkundungsdaten in Polarregionen**

Lieser, Busche, Flinspach, Martin, Pfaffling, von Saldern (AWI), Bishop (Uni TAS), Spreen (Uni HB)

Mit Satelliten können zeitlich und räumlich hoch aufgelöste Informationen über den Zustand der Erdoberfläche gewonnen werden. In polaren Breiten eignen sich hierzu besonders gut Radar-Systeme, Mikrowellen- und optische Sensoren zur Beobachtung von Meereis-Rauhigkeit, -Konzentration und -Oberflächentemperatur. Diese Größen werden zur Zeit routinemäßig aus den Daten der unterschiedlichen Sensoren abgeleitet. Mit dem neu zu startenden Satelliten CryoSat, der ein spezielles Radar-Altimeter tragen wird, sollen erstmals großräumig systematisch Eisdicken bestimmt werden. Für die Validation dieser Daten sind umfangreiche Messungen am Boden („ground truth“) notwendig, die möglichst zeit- und ortsgleich mit Überflügen von Satelliten durchgeführt werden sollten. Das AWI ist in diese Kalibrations- und Validationsaktivitäten für CryoSat intensiv eingebunden.

Für den Zeitraum der Fahrt ist sowohl der Empfang von Radardaten in „near-realtime“, als auch die Aufnahme von NOAA-AVHRR Daten an Bord geplant. Ein umfangreiches Programm, das sowohl Helikopterflüge mit unterschiedlichen Messinstrumenten (EM-Bird, Laser Altimeter, Video), als auch Untersuchungen direkt auf dem Meereis vorsieht, ist dazu während der Polarstern Expedition in der Region nördlich der Framstraße geplant. Diese Messungen setzen die bisherigen Beobachtungen aus den Jahren 1991, 1996, 1998 und 2001 fort, bei denen sich ein Trend zu abnehmenden Eisdicken gezeigt hatte. Dabei sollte der nördlichste Punkt dieser Expedition wenigstens der südwestlichste Punkt der Polarstern-Expedition ARK XVII-2 (2001) sein, um an die damaligen Messungen anschließen zu können. Diese Arbeiten sind in die von der EU geförderten Projekte SITHOS und IRIS eingebunden und liefern einen wesentlichen Beitrag zum Erreichen der Projektziele, eine großskalige Erfassung von Eisdicke und Presseisrücken im Arktischen Ozean.

Ein weiteres wichtiges Ziel ist ein Besuch eines driftenden Camps, das im Frühjahr 2004 im Rahmen des von der EU geförderten Projektes GreenICE nördlich von Grönland eingerichtet wurde, um die Veränderungen der Meereisscholle und des umgebenden Gebietes zu erfassen. Wenn möglich soll die Ausrüstung des Camps geborgen werden.

Die Genauigkeit der Eisdickenmessungen der Hubschrauber Elektromagnetik (EM-Bird) wird im Zuge einer zweiseitigen Eisstation ausgiebig überprüft werden. Ziel ist eine Scholle mit einem ausgeprägten Presseisrücken, der von relativ dünnem, ebenen Eis umgeben ist. Mindestens drei Profile quer zum Presseisrücken werden intensiv behohrt werden, um das Induktionsvolumen des Birds zu berücksichtigen. Weiters soll der Presseisrücken mittels Gleichstrom Geoelektrik durchleuchtet werden.

In Zusammenarbeit mit dem britischen Forschungsschiff RRS James Clark Ross ist die gemeinsame Messung der Meereisdicke an einem mehrere Kilometer langen Transect geplant, bei dem der vom Hubschrauber geschleppte EM-Bird das selbe Gebiet vermessen soll, wie ein von RRS James Clark Ross aus eingesetztes Autonomes Unterwasser Fahrzeug (AUV), das mit einem aufwärts gerichteten Sonar ausgestattet sein wird.

Aus Daten des Mikrowellenradiometers AMSR-E (Advanced Microwave Scanning Radiometer) auf dem Satelliten AQUA können Meereiskonzentrationen berechnet werden. Ein an der Universität Bremen entwickeltes Verfahren zur Eiskonzentrationberechnung (ASI) soll mit Hilfe von Daten einer helikoptergestützten Nadir-Digital-Videokamera validiert werden.

Die Arbeiten beinhalten im Einzelnen:

- Kontinuierliche Erfassung der Meereisdicke entlang der Fahrtroute mit dem Sea Ice Monitoring System (SIMS) am Bugkran des Schiffes.
- Regelmäßige Flüge mit dem EM-Bird, Laser-Altimeter und einer Nadir-Digital-Videokamera von ein bis zwei Stunden.
- Dickenprofile mit einem Geonics EM-31 und Dickenbohrungen und Nivellement der Eisoberfläche (Freibordmessung) während ein- bis zweistündiger Eisstationen, an denen auch Kerne für Temperatur und Salzgehaltsbestimmungen erbohrt werden.
- Aufnahme von NOAA-AVHRR Daten mit der schiffseigenen Empfangsanlage und Empfang und Aufbereitung von Radar-Satellitendaten zur Routenberatung des Schiffes.
- Stündliche, standardisierte visuelle Eisbeobachtungen

## 6. LUFTCHEMIE

### **Reaktionsmechanismen des Quecksilbers und ausgewählter persistenter organischer Schadstoffe (POP's) in Luft, Wasser und Schnee**

Ferrari, Fain, Gauchard (LGGE), Aspmo (NIAR Kjeller), Lohman (Uni Bremen), Nizetto (Uni Varese)

Verschiedene führende europäische Gruppen aus dem Bereich Umweltchemie haben sich zusammengeschlossen, um das Forschungsschiff „Polarstern“ während des ersten und zweiten Fahrtabschnitts der Expedition ARK-XX in 2004 zu nutzen. Ihr gemeinsames Interesse besteht in der Bestimmung von Spurenkonzentrationen organischer Schadstoffe und Quecksilberspezies in abgelegenen Gebieten der Nordhemisphäre, um den Kreislauf und den Verbleib dieser globalen Schlüsselschadstoffe näher zu untersuchen. Die „Polarstern“ ist gut geeignet, um für diese Art von Messungen beste Bedingungen zur Verfügung zu stellen. Das chemische Messprogramm während ARK-XX/1 und 2 konzentriert sich auf 2 Hauptpunkte:

1. Die Bestimmung von Quecksilber in verschiedenen Kompartimenten und die Kalkulation des Luft/Wasser-Austausches während des arktischen Sommers.
2. Die Bestimmung von ausgewählten POPs in Luft, Wasser und Schnee



## Quecksilbermessungen

In „nature“ wurde 1998 erstmalig von einem in der kanadischen Arktis beobachteten Phänomen berichtet, das später auch in der Antarktis nachgewiesen werden konnte – den sogenannten „Atmosphärischen Quecksilberrückgängen“. Hierbei kommt es zu unerwarteten Konzentrationsrückgängen des  $\text{Hg}^0$  in der Atmosphäre deutlich unter die Hintergrundkonzentration, oft bis nahe an die Nachweisgrenze der empfindlichsten Messgeräte. Das Phänomen wurde bisher nur in der relativ kurzen Zeit nach dem polaren Sonnenaufgang beobachtet, zu Beginn des arktischen oder antarktischen Frühlings und ist neben der Kaltphasenanreicherung (oder „global distillation“) ein weiterer Prozess, der für die Schadstoffbelastung der Polregionen von großer Bedeutung ist. Basierend auf weiterführenden Arbeiten ist davon auszugehen, dass das gasförmige, elementare Quecksilber in einer Kette von komplexen atmosphärenchemischen Reaktionen in andere Formen („Spezies“) umgewandelt wird, die dann aus der Atmosphäre entfernt und in die polaren Ökosysteme eingetragen werden.  $\text{BrO}^\bullet$ -Konzentration in der unteren Troposphäre scheinen dabei eine entscheidende Rolle als Oxidationsmittel zu spielen.

Die Frage, ob die Polregionen der Erde eine finale Senke im globalen Quecksilberkreislauf sind, lässt sich auf Basis der bereits veröffentlichten Arbeiten noch nicht abschließend beantworten. Atmosphärische Quecksilberrückgänge wurden bislang an fünf Stationen (vier in der Arktis, eine in der Antarktis) beobachtet. Bei den Messstellen handelt es sich um küstennahe Stationen. Die räumliche Ausdehnung kann jedoch bedeutend größer sein, was man anhand der  $\text{BrO}^\bullet$  Konzentrationsfelder aus GOME-Satellitendaten (GOME = Global Ozone Monitoring Experiment) vermuten kann, die sich auf große Gebiete der Arktis verteilen. Der Zusammenhang mit großen Meereisflächen, die als Quelle für Seesalz-Aerosole dienen und die autokatalytische Freisetzung von Halogenverbindungen begünstigen können, ist ebenfalls nicht hinreichend bewiesen.

Unklar ist auch, wie viel des deponierten Quecksilbers über Reduktionsprozesse wieder in die Atmosphäre entweicht. Dass dieser Vorgang offensichtlich vor und auch noch während der Schneeschmelze abläuft, ist sowohl durch Messungen im Schnee, als auch durch Ausgasungsexperimente in den direkt darüber liegenden Luftschichten nachgewiesen worden. Deponiertes, ionisches Quecksilber wird im Schnee durch photochemische Prozesse zur elementaren Form reduziert, welches dann aufgrund seiner Flüchtigkeit wieder in die Atmosphäre entweichen kann. Unklar ist noch, wie groß der Anteil des re-emittierten Quecksilbers im Vergleich zur vorher deponierten Menge ist. Ebenfalls nicht eindeutig zu beantworten ist die Frage, wie viel Quecksilber mit dem Schmelzwasser in das Ökosystem eingetragen wird. Zwar sind die gemessenen Konzentrationen in der Schneeschmelze hoch im Vergleich zu normalen Meerwasserkonzentrationen (bis zu 80 ng/L im Schmelzwasser, etwa 1 bis 2 ng/L im Meerwasser), die wenigen Messdaten lassen bisher jedoch keine belastbaren Schlüsse zu.

Die internationale Prozessstudie an Bord des FS „Polarstern“ soll mit Hilfe des Längsschnitts von Bremerhaven bis in den Nordatlantik im arktischen Sommer das zeitliche Ende der Frühjahrsrückgänge des atmosphärischen Quecksilbers und die räumliche Ausdehnung der von den Quecksilberrückgängen betroffenen Gebiete näher untersuchen. Mit Hilfe von verschiedenen Methoden zur Quecksilberspeziesanalytik in der Luft, im Wasser und in Schnee und Eis soll der Verbleib des Quecksilbers während dieser Jahreszeit in der Arktis aufgeklärt werden.

### **Persistente organische Schadstoffe**

Verschiedene Gruppen haben ein gemeinsames Interesse daran, während der Abschnitte ARK XX/1 und 2 in 2004 ausgewählte organische Verbindungen zu messen. Diese Verbindungen können in 2 Hauptgruppen unterteilt werden:

1. Die „klassischen“ POPs, wie die durch Verbrennung entstehende Dibenzodioxine und –furane (PCDD/Fs), polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAHs), polychlorierte Biphenyle (PCBs), HCH-Isomere und andere chlororganische Pestizide.
2. „Neu“ hervorgetretene organische Chemikalien wie polybromierte Flammschutzmittel (PBDEs), Perfluorooctansäure (PFOA) und ihre Vorläufersubstanzen (PFCs) und Nonylphenole. Ferner sollen eine Reihe neuerer Schadstoffe aus den Listen der "Hazardous Substances" der Meeresschutzkonventionen und der EU- Wasserrahmenrichtlinie untersucht werden, von denen bisher kaum Informationen aus diesen Seegebieten vorliegen. Bei diesen Stoffen handelt es sich hauptsächlich um Insektizide (Chlorpyrifos, Endosulfan) und Herbizide (Trifluralin, Atrazin, Simazin, Diuron, Isoproturon) sowie um halogenierte Phenole.

Zum Beispiel werden polyfluorierte organische Säuren und deren Derivate in großen Mengen industriell hergestellt und haben ein breites Anwendungsspektrum. Perfluorooctansulfonate werden z.B. als Tenside, als Schutz in Teppichen, Leder, Papier, Verpackungen und Polstermöbeln verwendet. Einige sulfonierte und carboxylierte polyfluorierte Verbindungen werden ferner in Feuerlöschschäumen, alkalischen Reinigern, Shampoos oder Insektiziden verwendet. Aufgrund der großen Produktionsmengen und der inzwischen festgestellten Persistenz dieser Verbindungen sind polyfluorierte Verbindungen inzwischen global verteilt. PFOS (Perfluorooctansulfonsäure) wurde in Robbenblut nachgewiesen. Andere langkettige Perfluorochemikalien wurden in Polarbären, arktischen Füchsen, Robben, Nerz, Vögeln und Fischen, die in der Arktis gesammelt wurden, gefunden.

Da polyfluorierte Verbindungen in Biotaprobieren in der Arktis nachgewiesen worden sind, ist die Untersuchung von weiträumigen Transportwegen von besonderem Interesse. Aufgrund ihrer hohen Polarität ist ein Transport über die Wasserphase wahrscheinlich, zumal im Wasser der Nordsee einige

der Verbindungen bereits nachgewiesen werden konnten. Vorläufersubstanzen der PFOS und PFOA können aufgrund ihrer Flüchtigkeit aber auch zum Eintrag über den Luftpfad beitragen. Die Untersuchung der weiträumigen Verteilung der polyfluorierten Verbindungen im Wasser der Nordsee und des Nordatlantiks sind eine ideale Ergänzung zu den parallel stattfindenden Messungen in der Atmosphäre. Die Fahrtroute ist für diese Untersuchungen besonders geeignet, da sie von den wahrscheinlichen Quellen (europäisches Festland) bis in entfernte Gebiete ohne direkte Quellen reicht.

Verschiedene Probennahmetechniken für organische Schadstoffe im Wasser und in der Luft werden angewendet und miteinander verglichen. (z.B. Glaskugelschöpfer mit anschließender Festphasenextraktion und in situ Pumpen).

Weiterhin soll mit Hilfe eines FerryBox Systems das Zusammenspiel zwischen Luft, Ozean und Phytoplankton näher untersucht werden. Dieses System ist in der Lage in hoher zeitlicher Auflösung biologische und chemische Parameter, wie Salzgehalt, Nährstoffe, pH-Wert, Algenfluoreszenz etc. zu messen.

Die Kombination von integrierten Luftproben mit repräsentativen Wasserproben über verschiedenen Gebiete des Nordatlantiks / Polarkreis soll Antworten auf die Fragen liefern, ob der Transport und die Deposition verschiedener organischer Schadstoffe entweder durch atmosphärischen Transport und/oder die marine Phytoplanktonproduktivität kontrolliert werden.

Intensive Luftprobennahmen sollen dazu beitragen, die Rolle des Ferntransportes und damit das Nachliefern organischer Schadstoffe in die arktischen Regionen besser verstehen zu können. Die Luftprobennahme wird durch das Sammeln zusätzlicher Aerosolparameter, wie das Gewicht des gesamten Schwebstoffes, der Anteil an organischen und anorganischen Kohlenstoff und das Vorhandensein von pflanzlichen Biomarkern ergänzt.

## 1. SUMMARY AND ITINERARY

Polarstern will leave port in Longyearbyen on 16 July 2004 to perform oceanographic, petrologic, bathymetric, sea ice and air chemistry investigations in and north of Fram Strait (Fig.1).

The oceanographic work is dedicated to investigate the water mass and heat exchange between the Arctic and the North Atlantic with special emphasis on the circulation in and north of Fram Strait. A hydrographic section along 79N will be taken, and water samples for tracer determination will be collected. It is planned to recover the oceanographic moorings deployed along this section last year and to re-deploy them with new instruments to enlarge the existing time-series for the investigation of long-term variability. It is also planned to investigate the complex structure of the West Spitzbergen Current north of Fram Strait through two hydrographic sections.

The goal of the petrological work is to conduct a detailed sampling and mapping campaign on the effectively slowest-spreading mid-ocean ridge on Earth. This allows the petrologic (i.e. volcanologic) study of immature volcanoes at the earliest stages of their formation and evolution, and will help us understand why and how volcanoes form. At these mid-ocean ridges, the natural cooling of the ocean crust by seawater results in a depression of the process of partial melting, which produces basalt. These investigations offer new and valuable insights into the processes of crustal accretion at mid-ocean ridges, and the generation and evolution of basalts in general.

The bathymetric activities will expand the area in Fram Strait already surveyed by R/V Polarstern during former expeditions further to the north, with special emphasis to register the geologically and oceanographically important transition from the Spitzbergen Deep over Lena Trough to the Gakkel Ridge. Investigations will be carried out by means of systematic surveys with the Hydrosweep DS-2 multi-beam echo sounder. Results will be combined with existing R/V Polarstern multi-beam data and with data from other sources. Besides depth information, Hydrosweep collects pseudo-sidescan and backscatter data. The sidescan images can resolve even smaller topographic features not detected by the multi-beam. Backscatter strength yields information on the physical properties of the sediments.

The sea ice work is planned as a preparatory activity for the international calibration and validation initiative for CryoSat measurements. Imaging radar data are scheduled for acquisition in near-real-time onboard Polarstern in addition to the reception of data from NOAA-AVHRR. A diverse program including helicopter flights carrying various measurement instruments (EM-Bird, laser altimeter, video) and direct measurements on the ice surface is planned in the region north of Fram Strait. These

measurements will add to a series of observations from 1991, 1996, 1998 and 2001, which so far indicate a trend toward decreasing sea ice thicknesses.

During the entire cruise an extensive air chemistry programme will be performed. The main interest is the detection of trace organic contaminants and mercury species in remote environments of the Northern Hemisphere, to investigate the environmental cycling and fate of key global pollutants, with special emphasis on the exchange between air, ice/snow and water and the role of the long-range transport and hence the delivery of organic pollutants to the Arctic region.

After the conclusion of the work programme R.V. Polarstern will steam towards Tromsø and reach port on 29 August 2004.

## 2. OCEANOGRAPHY

Beszczynska-Möller, Fieg, Schütt, Wisotzki (AWI), Hayek (Uni Hamburg), Marnela (FIMR Helsinki), Monsees, Rohr, Schwegler (Uni Bremen), Zenk (Optimare)

Our aim is to measure the variability of the oceanic fluxes through Fram Strait on the long time scales - interannual and decadal. The transport of heat to high latitudes in the Atlantic sector is due to a complex ocean-atmosphere interaction, which includes a vast amount of heat carried northward by the global thermohaline circulation. From the North Atlantic the warm and saline water flows through the Nordic Seas and finally reaches the Arctic Ocean where cooling, freezing and melting modify Atlantic water forming shallow fresh water, and saline deep water. The outflow from the Arctic Ocean to the Nordic Seas and further to the Atlantic Ocean provides the initial driving of the thermohaline circulation cell. Knowledge of these fluxes and understanding of the modification processes is a major prerequisite for the quantification of the overturning rate in the large circulation cells of the Arctic and Atlantic Oceans. It is also a basic requirement for understanding their role in climate variability on interannual to decadal scales.

The oceanic fluxes from mid latitudes enter the Arctic Ocean either through the Barents Sea or through Fram Strait. However, the Fram Strait represents the only deep connection between the Arctic Ocean and Nordic Seas. The transfer of heat and freshwater is affected by the different ocean-atmosphere interaction over the deep passage of Fram Strait and the shallow Barents Sea, and the spreading of Atlantic water into the different pathways affects the climatic conditions in the Arctic. The Atlantic water inflow has a strong influence on the stratification and internal circulation in the Arctic

Ocean and the outflow from the Arctic Ocean is either transferred south by the East Greenland Current or enters the Nordic Seas and affects the water mass modification there.

The complicated topographic structure of the Fram Strait leads to a splitting of the West Spitsbergen Current into at least three branches. One part follows the shelf edge and enters the Arctic Ocean north of Svalbard. This branch has to cross the Yermak Plateau, passing over the sill with a depth of approximately 700 m. A second part flows northward along the north-western slope of the Yermak Plateau and the third branch recirculates immediately in Fram Strait at about 79°N. The size and strength of the different branches largely determine the input of oceanic heat to the inner Arctic Ocean. The East Greenland Current, carrying water from the Arctic Ocean southward has a concentrated core above the continental slope, east of Greenland.

Since 1997 high resolution measurements of currents, temperature and salinity have been carried out in Fram Strait with the aim to estimate mass, heat and salt fluxes between the Nordic Seas and the Arctic Ocean. The year-round measurements at the array of moorings were combined with the hydrographic sections taken during summer or autumn cruises. Until 2000 the observations were done in the framework of the European Union project 'VEINS' (Variability of Exchanges in Northern Seas). Since 2003 the work has been carried out as a part of international programme 'ASOF' (Arctic-Subarctic Ocean Fluxes) and is partly funded by the EU in the project 'ASOF-N'.

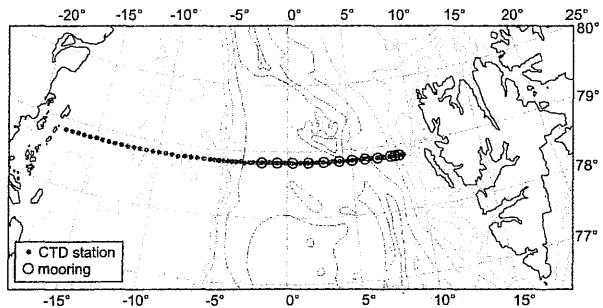
The mooring array covers the entire deep part of Fram Strait from the eastern to the western shelf edge. Altogether 19 moorings are deployed along 78°50'N and twelve of them are maintained by AWI and University of Hamburg. The Norwegian Polar Institute operates the remaining 7 moorings in the western part of the strait. During ARK XX/2 we are going to recover moorings deployed in autumn 2003 during ARK XIX/4b and to redeploy the new set of instruments at the same positions (Fig. 2).

The instrumentation of the new moorings remains similar as in the last year. For the second time the extended set of instruments will be redeployed, including two moorings in the recirculation area and the additional level of instruments at the depth of ca 700 m, the lower boundary of the Atlantic water. For sufficient vertical resolution, each mooring carries 3 to 8 instruments like current meters from Aanderaa and FSI, two acoustic doppler current profilers (ADCP from RDI) and temperature and salinity sensors (Seabird). Two deep-sea pressure gauges (Seabird) will be installed at moorings to register changes in the sea surface inclination, which will be used to estimate the barotropic component of the flow. Some instruments are equipped with a data unit which ascends to the surface and transmits data via satellite (pop-up buoys). From the pop-up buoys deployed in the last year, one which was fixed to the mooring will be recovered as well as those which failed to send data in the programmed time, if still not released. The new, improved pop-up buoys will be deployed at selected moorings. Three inverted echo sounders (PIES) deployed in 2003 near F2, F6 and F8 will be also

recovered, and three new instruments will be deployed at the same locations. They allow to distinguish between the changes of the sea level gradient caused by barotropic flow variations and by the variations of the water density.

Hydrographic stations and ship-borne ADCP measurements will be conducted along the mooring line to supply temperature, salinity and velocity with the much higher spatial resolutions than given through moorings. Depending on ice conditions, the section will be continued westward beyond the shelf edge to the Greenland coast. Additional CTD stations will be taken in the Aurora research area and at the Yermak Plateau in accordance with the available time. For the hydrographic measurements we will use a CTD system SBE 9/11+ in the combination with a SBE 32 Carousel Water Sampler (Seabird). The in-situ oxygen sensor and fluorometer will be used with the CTD system. Water samples will be collected for on-board calibration of the conductivity and oxygen sensors. The salinity samples will be analysed with Autosal 8400A salinometer (Guildline) and the oxygen concentration will be measured with the automated precise Winkler titration. Additionally the water samples will be collected to determine the contents of nutrients and tracers ( $\delta O^{18}$ ,  $\delta C^{13}$ , technetium and barium).

Fig. 2:  
Location of moorings  
and CTD stations in  
Fram Strait planned  
during ARK XX/2



### 3. BATHYMETRY

Gauger (Fielax), Kohls, Röber (AWI)

High resolution digital elevation models (DEMs) of the sea floor provide essential information for the interpretation of geological and geophysical surveys. Moreover, they permit the spatial allocation of marine samples, thus supporting the regionalization of marine sampling results, e.g. in terms of particle fluxes, budgets, processes.

However, the sea floor topography of the Arctic Ocean in general is still poorly investigated. Available data mainly originates from ice-breakers, submarines and scientific drift stations.

During R/V Polarstern leg ARK XX/2, we want to expand the extensive Fram Strait area already surveyed by R/V Polarstern multibeam during former expeditions, further north, in order to register the geologically and oceanographically important transition from the Spitzbergen Deep over Lena Trough to the Gakkel Ridge. Investigations will be carried out by means of systematic surveys with the Hydrosweep DS-2 multibeam echosounder. Results will be combined with existing R/V Polarstern multibeam data and data from other sources.

Furthermore, the Hydrosweep will be operated during the whole cruise in order to extend available bathymetric data sets, e.g. the "International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean" (IBCAO) and the "AWI Bathymetric Chart of the Fram Strait 1:100000".

Besides depth information, Hydrosweep collects pseudo-sidescan and backscatter data. The sidescan images are able to resolve even smaller topographic features not detected by the multibeam. Backscatter strengths yields information on physical sea floor properties.

During ARK XX/2 Hydrosweep can be operated in HDBE-mode (High Definition Bearing Estimation), recently introduced by the latest sensor update. By means of extensive processing of the reflected acoustic data, a higher spatial resolution of the sea floor topography is achieved. 240 depth values per ping across track are recorded in HDBE compared to 59 depth values in normal hard beam mode.

Multibeam data from ice covered regions need sophisticated post-processing in order to account for the hydroacoustic perturbations introduced by ice-breaking, varying ship speed and unsteady course. A preliminary data cleaning and processing will be carried out onboard in order to support the scientific program. Final DEM generation and completion of bathymetric charts requires extensive processing and will be carried out at the AWI following the cruise.



## 4. PETROLOGY

Snow, Biegler, Feldmann, Handt, v.d., Hellebrand, Nauret, (MPI Mainz)  
Eckhardt, Liesenfeld, Schmidt, Turini (Uni Mainz), Feig (Uni Hannover), Gao (Uni Göttingen),  
Schmitt (Uni München), Goldstein (LDEO)

### Abstract

The study of ultraslow spreading mid-ocean ridges has increased dramatically in recent years. This is because they provide key information into the formation of volcanic magmas the world over. The Lena Trough Expedition ARK XX-2 will conduct a detailed sampling and mapping campaign on the effectively slowest-spreading mid-ocean ridge on Earth. This allows the petrologic (ie volcanologic) study of immature volcanoes at the earliest stages of their formation and evolution, and will help us understand why and how volcanoes form.

### Scientific goals

The ultraslow spreading ridges are a newly recognized class of oceanic spreading centers that offer new and valuable insights into the processes of crustal accretion at mid-ocean ridges, and for the generation and evolution of basalts in general. They are defined as those ocean ridges that spread at a full rate of less than 20 mm/yr. Examples of these include the SW Indian Ridge and the N.Atlantic/Arctic ridge system North of Iceland. At these mid-ocean ridges, the natural cooling of the ocean crust by seawater results in a depression of the process of partial melting which produces basalt. This results in an opportunity to study the birth and evolution of the most immature (primitive) volcanoes in the world.

At the Lena Trough (full spreading rate 13mm/yr), a new variable is added to the spreading rate to control the crustal accretion process. It has now been recognized that ultraslow spreading ridges often aligned obliquely to the direction of spreading. This is in contrast to all other classes of mid-ocean ridges, in which volcanic segments are aligned at right angles to the spreading direction. Oblique spreading at an angle  $\theta$  has the effect of forcing a given amount of mantle to rise up beneath an effectively longer spreading segment, thus reducing the effective spreading rate by factor  $R \cdot \cos \theta$ .

The longest and most oblique spreading segment in the world is the Lena Trough. Here the intrinsic spreading rate of 13mm/yr is reduced by an obliquity of  $\theta = 55$  degrees to an effective spreading rate of just 7.5 mm/yr. This makes it the point on the world's mid-ocean ridge system with the lowest effective spreading rate.

Basalt, peridotite and hydrothermal samples from Lena Trough are thus the products of the smallest degree of mantle partial melting ever studied. Their chemical compositions studied on shore will deliver new insights into the process of mantle partial melting, as well as the nature of the Earth's upper mantle.

## **Work plan**

Modern marine petrology makes use of two primary tools: Direct sampling and remote sensing. The remote techniques water includes column sensing and sampling, as well as bathymetric mapping in order to detect hydrothermal water column anomalies, localize targets for rock sampling and to interpret the tectonic evolution of the region. Direct rock sampling is perhaps the most important tool of the petrologist, but by far not the only one.

## **Rock Sampling**

The primary sampling technology will be the standard rock dredge. This is a massive metal frame and bridle with a hardened steel chain bag suspended beneath. The dredge is set on the bottom, towed about 1 km and retrieved, hopefully full of rock. The obvious danger is that it gets hung up on the bottom, as damage to the dredging cable can be the result. In order to avoid this, weak links are used on the dredge so that the dredge is lost before significant damage is done to the wire. These weak links can be set to breaking strengths that are defined to  $\pm 2\%$ . That is to say, for a 12t working strength of the cable, it is possible to predict within 0.24t the exact tension at which the weak link will break.

The usual technique, depending on ice conditions, is to break a 2km path free down slope, turn, set in the dredge, lay out 1-2km cable while driving forward at 1 kt, then after about 500m stop letting out wire and tow the dredge. After the end of the broken lead is reached, the dredge is hauled in.

The total time for a dredge haul is dependent on the water depth. For a nominal depth of 4000m, the payout time at 1.5 m/s is 45 minutes, the time on the bottom is about 1-2 hours and the haul up time at 2 m/s is 33 minutes, for a total of 3-4 hours. The setup time also has a great effect. Breaking a 2 km lead at 4 kt requires 15-20 minutes, but if it is necessary to turn and break the lead round trip again, this can take an hour or more. The remaining variable is steaming time. Stations in this kind of reconnaissance work are typically 5-10 miles apart, so 1-2 hours is required for transit between stations. Thus during intensive dredging operations it is possible to dredge 4 times in 24 hours, estimating approximately 6 hours total per station.

The most critical part of the dredging operation is the setup. Any interruption of the initial positioning and breaking free of the lead can result in the loss of the site due to ice movements. Therefore, non-petrology operations requiring the ship to position or heave to (setting out of ice crews, helicopter repair etc.) should be done at the end of transit, before significant time has been invested in positioning, and should be discussed with the dredge operations team in advance.

The dredging team consists of 1-2 people working 24h/7d.

## **Water Sampling/Sensors**

Water sampling and sensing is an important part of petrologic operations because of the desirability of localizing and characterizing hydrothermal activity on the ocean floor. This cruise will make piggyback use of hydrographic data gathered in Lena Trough by the Physical Oceanography group, as well as collecting its own hydrographic data using the PMEL MAPR device attached to the dredging cable.

Water samples taken by the main rosette will be studied for evidence of trace element contamination of the water column from hydrothermal activity.

### **Sample Curation**

The largest part of the work of the Petrology group is the orderly processing of the recovered rock samples for scientific work on shore. Each dredge haul must be documented and photographed, then the individual samples weighed, cut, described numbered and stored. 4 people in each of two 8-hour shifts are responsible for this work. Standard procedures for these tasks developed on ODP and other expeditions will be used.

Glass will be separated from basalt samples and made into disk mounts for onshore analysis. Plutonic rocks will be sectioned and described microscopically, so that mineral chemistry analyses can be performed as soon as possible upon returning to land.

### **Bathymetry**

Bathymetric mapping is one of the major priorities of the petrology group. This is because the morphology of the seafloor is of vital importance to the interpretation of the results from rock sampling. Secondly, rock sampling requires a detailed knowledge of the shape of the ocean floor in order to localize dredging targets with a high scientific interest and a high probability of success. For these reasons, the petrology planning group will take care when planning sampling stations that the transits maximize the bathymetric coverage of Lena Trough, particularly the rift valley. They will work together closely with the bathymetry group to plan an optimal bathymetric survey of Lena Trough, and to make mapping products that enable an efficient rock sampling strategy.

## **5. SEA ICE PHYSICS (CRYOSAT-VALEX): VALIDATION OF REMOTE SENSING DATA FOR POLAR REGIONS**

### **CRYOSAT-VALEX: VALIDATION OF REMOTE SENSING DATA FOR POLAR REGIONS**

Lieser, Busche, Flinspach, Martin, Pfaffling, von Saldern (AWI), Bishop (Uni TAS), Spreen (Uni HB)

Satellites can be used to gather high spatially- and temporally-resolved information about the state of the earth's surface. Particularly suitable for polar regions are radar, microwave and optical sensors, used for observing the roughness, concentration and surface temperature of sea-ice. The parameters are currently obtained routinely from various sensors. This suite of measurements will be complemented by systematic, large-scale monitoring of sea-ice thickness using a special radar altimeter carried by the satellite CryoSat, scheduled for launch later this year. Extensive ground truth measurements are required to validate these observations, coincident with satellite overpasses where

possible. The AWI is working intensively in the international calibration/validation initiative for CryoSat. Imaging radar data are scheduled for acquisition near real time onboard Polarstern in addition to the reception of data from NOAA-AVHRR. A diverse program including helicopter flights carrying various measurement instruments (EM-Bird, laser altimeter, video) and direct measurements on the ice surface is planned for expeditions of the R.V. Polarstern in the region north of the Fram Strait. These measurements will add to a series of observations from 1991, 1996, 1998 and 2001, which so far indicate a trend toward decreasing sea ice thickness. The northernmost point for ice measurements during this cruise is planned to match at least the southwesternmost point of the Polarstern cruise ARK XVII-2 (2001), in order to allow comparison with the earlier data. This work comprises part of the EU-funded projects SITHOS and IRIS and will make a substantial contribution toward achieving the aims of these projects: a large-scale synopsis of ice thickness and pressure ridges in the Arctic Ocean.

A further, important goal is a visit to a drift station which was set up north of Greenland in spring 2004 as part of the EU-funded project GreenICE, studying changes in sea-ice floes and the surrounding area. If possible, the camp equipment will be recovered.

An extensive ground truth study for the Helicopter EM ice thickness sensor (EM-Bird) is planned during a two day ice station. A suitable floe with a prominent pressure ridge surrounded by reasonable thin level ice will be chosen for groundwork. Intense drilling will be carried out along three or more profiles across the ridge accounting for the footprint of the EM-Bird. Additional to the drillings, multi electrode DC electric tomography is planned to assess the internal geoelectrical structure of the ridge.

Joint measurements of sea-ice thickness along a transect of several kilometres are planned in cooperation with the British research ship R.R.S. James Clark Ross. The EM-Bird will be flown from a helicopter from Polarstern, while an autonomous underwater vehicle (AUV) carrying an upward-looking sonar device will be deployed beneath the ice from the JCR.

Data of the microwave radiometer AMSR-E (Advanced Microwave Scanning Radiometer) on board the AQUA satellite is used to calculate sea ice concentrations. A sea ice concentration algorithm (ASI) developed at the University Bremen will be validated by use of a nadir-looking digital video camera.

**The details of these studies are:**

- Continual measurement of sea-ice thickness along the ship's track using the Sea Ice Monitoring System (SIMS) deployed from the ship's bow-crane;
- Regular flights of 1 to 2 hours' duration with the EM-Bird, laser altimeter and a nadir-looking digital video camera;

- Ice thickness profiles from a Geonics EM-31 and drilled ice-cores and geometrically corrected levelling of the ice surface (freeboard measurement) during 1 to 2 hour-long stations, with collection of ice-cores for determination of temperature and salinity profiles through the ice;
- Receipt and archiving of NOAA-AVHRR data using the ship's receiving station, as well as receipt and processing of satellite-borne radar data for route planning;
- Standardised hourly visual ice observations.

## 6. AIR CHEMISTRY

### Reactions mechanisms of mercury and selected persistent organic pollutants (POPs) in air, water, and snow

Ferrari, Fain, Gauchard (LGGE), Aspino (NIAR Kjeller), Lohman (Uni Bremen), Nizetto (Uni Varese)

Several leading European groups of Environmental Chemistry are joining the RV Polarstern on ARK-XX/1 and 2 in 2004. Their common interest is the detection of trace organic contaminants and mercury species in remote environments of the Northern Hemisphere, to investigate the environmental cycling and fate of key global pollutants. The Polarstern with her conditions has been found to be well suited to act as a 'clean ship' for the sampling of these trace compounds. The chemical research program during ARK-XX/1 and 2 is focused on two major topics:

1. Determination of mercury in different compartments and the calculation of the air/sea-exchange during Arctic summer,
2. Determination of selected POPs in air, water and snow.

### Mercury

In 1988 a phenomenon called "Atmospheric Mercury Depletion Events" (AMDEs) was published in "nature". It was discovered for the first time in the Canadian Arctic and has been discovered at several circumpolar stations in the Arctic and also in the Antarctic. During these events unexpected strong decreases of  $\text{Hg}^0$  concentrations in the atmosphere occur, often to concentrations below the detection limit of the most sensitive analyser. This phenomenon has only been found in the relatively short time after polar sunrise, at the beginning of the Arctic or Antarctic spring. Beside global distillation it can be seen as another process, which is extremely important for the pollution of polar regions.

Based on further investigations we can assume that gaseous elemental mercury is converted into different species by a chain of complex chemical reactions in the atmosphere. These species can be quickly removed from the atmosphere and are leading to an increased input of mercury into the polar ecosystem.  $\text{BrO}^\bullet$  concentrations in the lower troposphere seem to play a key role as a potential oxidant for  $\text{Hg}^0$  in the atmosphere.

Presently, the question if the polar regions are a final sink in the global mercury cycle can not be answered on the basis of the already published material. AMDEs were observed at five different stations (four in the Arctic, one in the Antarctic). All stations are coastal stations. However, the spatial distribution can be much wider, because GOME (GOME = Global Ozone Monitoring Experiment) satellite data have shown, that large areas in the Arctic and Antarctic are covered by high  $\text{BrO}^\bullet$  concentrations during polar spring. The potential correlation with large areas of sea ice, acting as a source for sea salt aerosols which can favour the release of halogen compounds by an autocatalytic reaction, is inadequately proven.

Also still unclear is how much mercury can be re-emitted into the atmosphere by reduction processes. Measurements in snow and flux experiments have shown that this process plays a key role before and after the snow melting in Arctic regions. Already deposited, ionic mercury is reduced to the elemental form by photochemical processes in the snow and can be released to the atmosphere because of its volatility. But the ratio of re-emitted mercury compared to the deposited mercury can neither be quantified, nor how much mercury can enter the ecosystem through melting water. In fact, the obtained concentrations of mercury in the snow melt are higher compared to sea water concentrations (up to 80 ng/l in the snow melt, 1 to 2 ng/l in sea water). The few measurement data do not allow to draw further conclusions.

The international process study on board of Polarstern with the transect from Germany to the North Atlantic should help to investigate the temporal end of AMDEs during Arctic summer and the spatial distribution of the relevant areas in the north Atlantic Ocean. The fate of mercury during polar summer in the Arctic should be analysed with several different methods for the detection of mercury species in air, water, snow, and ice.

### **Persistent organic pollutants**

For the 2004 cruises ARK XX/1 and 2, several groups share an interest in measuring selected organic compounds which can be divided in two main groups:

1. The "classical" POPs like combustion-derived polychlorinated dibenzo-p-dioxins and -furans (PCDD/Fs), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), polychlorinated biphenyls (PCBs), HCH isomers and other organochlorine pesticides.

2. New "emerging" organic chemicals such as polybrominated flame retardants (PBDEs), polyfluorinated octanyl acids and precursors (PFCs), and nonylphenols. Apart from this, a group of polar pollutants out of the lists of hazardous substances published by the marine protection conventions and the EU water framework directive will be analysed; for these compounds nearly no information are available referring to sea water concentrations in the sea area under investigation. These compounds represent insecticides (e.g. Chlorpyrinphos-methyl and -ethyl, Endosulfan), herbicides (e.g. Trifluralin, Atrazine, Simazine, Diuron, Isoproturon), and halogenated phenols (e.g. Pentachlorophenol).

For example polyfluorinated organic acids and their derivatives are produced by industry in very large quantities and are used for many purposes. Perfluoroalkyl sulfonates are used e.g. as surfactants and surface protectors in carpets, leather, paper, packaging and upholstery. In addition, some sulfonated and carboxylated PFCs have been used in or as fire fighting foams, alkaline cleaners, shampoos, and insecticide formulations. Due to the large production quantities and the persistence in the environment, polyfluorinated compounds are meanwhile globally distributed. Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) has been detected in blood of ringed seals, other long chain perfluorinated chemicals have been detected in polar bears, arctic foxes, ringed seals, mink, birds and fishes collected in the Arctic.

Because of the findings of polyfluorinated compounds in Arctic biota samples, it is of special interest to investigate their long range transport. Due to their high polarity, a transport by the water phase is likely, especially since some of the PFCs have been found in North Sea water. Some precursors of PFOS and PFOA are highly volatile and can lead to an increased input of PFCs from the atmosphere to remote areas. The investigation of the wide scale distribution of polyfluorinated acids in the sea water of the North Sea and Arctic Ocean is a perfect complement to the simultaneous measurements in the atmosphere. The cruise is quite optimal for these investigations as it ranges from the likely sources (European continent) to remote areas without direct inputs.

Different sampling procedures for organic pollutants in the water phase will be applied and compared. Glass ball sampler followed by solid phase extraction (SPE) on an adsorption column and in situ pumps are two of them.

Further answers are sought regarding the Air-Ocean-phytoplankton interaction by using a FerryBox system on board of Polarstern. This system is able to automatically measure biological and chemical parameters like nutrients, salinity, pH, algae fluorescence etc..

By combining short-term atmospheric samples with the collection of representative water samples across different region of the North Atlantic / Arctic circle, answers are sought as to whether atmospheric transport or the marine phytoplankton productivity are controlling the transport and settling flux of these organic pollutants.

Intensive air sampling will be carried out to better understand the long-range transport and hence delivery of organic pollutants to the Arctic region. The sampling of the atmospheric organic compounds will be accompanied by the collection of ancillary aerosols parameters, such as the weight of the total suspended particulate matter, their organic and elemental carbon fractions, and the presence of plant biomarkers.





## 7. BETEILIGTE INSTITUTE / PARTICIPATING INSTITUTES

	Adresse Address
AWI	Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft Postfach 12 01 61 27515 Bremerhaven
NIAR	Norwegian Institute for Air Research P.O. Box 100 NO-2027 Kjeller Norway
Uni Hannover	Institut für Mineralogie Universität Hannover Callinstr. 3 30167 Hannover
Uni Göttingen	Geochemie Institut Uni Göttingen Goldschmidt Str. 1 37077 Göttingen
LMU München	Department f. Geo- und Umweltwissenschaften LMU München Sektion Mineralogie, Petrologie und Geochemie Theresienstr. 41/III 80333 München
LDEO	Columbia University Lamont-Doherty Earth Observatory 61 Rt. 9W Palisades, NY 10964 USA
DWD	Deutscher Wetterdienst Bernhard-Nocht-Str. 76 20359 Hamburg

	Adresse Address
epo	epo-film Edelsinnstr. 58 1120 Wien Austria
FIELAX	FIELAX GmbH Schifferstr. 10-14 27568 Bremerhaven
FIMR	Finnish Institute of Marine Research P.O. Box 33 00931 Helsinki Finland
Heli Transair	Heli Transair GmbH Am Flugplatz 63329 Egelsbach
LGGE	Laboratoire de Glaciologie et Geophysique de L'environnement LGGE 54 rue Molière BP 96 38402 Saint Martin d'Herès France
MPI Mainz	Max-Planck-Institut für Chemie Johann-J. Becherweg 27 55128 Mainz
Optimare	Optimare Sensorsysteme AG Am Luneort 15 27572 Bremerhaven
RCOM	RCOM P.O. Box 330440 University of Bremen 28334 Bremen
Uni Bremen	Universität Bremen Fachbereich 1 (Physik) Postfach 330440 28334 Bremen
Uni TAS	Mitre Geophysics P/L University of Tasmania P.O. Box 974 Sandy Bay 700 b Australia

## 8. FAHRTTEILNEHMER / PARTICIPANTS

Fahrtleiter: Prof.Dr. P. Lemke

Longyearbyen - Tomsø vom 16.07. - 29.08.2004

<b>Name</b>	<b>Vorname/ First Name</b>	<b>Institut/ Institute</b>	<b>Beruf / Profession</b>
Aspmo	Katrine	NIAR Kjeller	Studentin
Beszczynska-Möller	Agnieszka	AWI	Ozeanografin
Biegler	Maik	MPI Mainz	Präparator
Bishop	John	Uni Tasmanien	Geophysiker
Busche	Thomas	AWI	Geograph
Doppler	Judith	epo-Film	Kamera-Assi.
Eckardt	Regina	Uni Mainz	Studentin
Fain	Xavier	LGGE, St. Martin	Student
Feig	Sandrin T.	Uni Hannover	Wissensch.
Feldmann	Heinrich	MPI Mainz	Techniker
Ferrari	Christophe	LGGE, St. Martin	Professor
Fieg	Kerstin	AWI	Wissensch.
Flechtenhar	Kurt	DWD	Meteorologe
Flinspach	David	AWI	Student
Gao	Yongjun	Uni Göttingen	Doktorand
Gauchard	Pierre-Alexis	LGGE, St. Martin	Student
Gauger	Steffen	Fielax	Ingenieur
Goldstein	Steven	Columbia Uni	Professor
Handt, v.d.	Anette	MPI Mainz	
Hayek	Wolfgang	AWI	Student
Hellebrand	Eric	MPI Mainz	Geologe
Kohls	Tanja	AWI	Studentin
Lahrman	Uwe	HeliTransair	Pilot
Lemke	Peter	AWI	Professor
Liesenfeld	Timo	Uni Mainz	Student

<b>Name</b>	<b>Vorname/ First Name</b>	<b>Institut/ Institute</b>	<b>Beruf / Profession</b>
Lieser	Jan	AWI	Meteorologe
Lohmann	Rainer	Uni Bremen	Wissensch.
Marnela	Marika	FIMR Helsinki	Wissensch.
Martin	Torge	AWI	Meteorologe
Mayer	Kurt	epo-Film	Regisseur
Monsees	Matthias	Optimare	Techniker
Mussil	Stephan	epo-Film	Kameramann
Nauret	Francois	MPI Mainz	
Nizzetto	Luca	Uni Varese	Student
Pfaffling	Andreas	AWI	Geophysiker
Röber	Sebastian	AWI	Student
Rohr	Harald	Optimare	Physiker
Rudolf	Anton	HeliTransair	Pilot
Saldern, von	Carola	AWI	Physikerin
Schmidt	Steffen	Uni Mainz	Student
Schmitt	Wolfgang	LMU München	Wissensch.
Schütt	Ekkehard	AWI	Techniker
Schwegler	Helmut	Uni Bremen	Professor
Snow	Jonathan	MPI Mainz	Wissensch.
Sonnabend	Hartmut	DWD	Meteorologe
Spreen	Gunnar	Uni Bremen	Wissensch.
Stimac	Mihael	HeliTransair	Techniker
Turini	Simona	Uni Mainz	Studentin
Will	Jan Martin	HeliTransair	Techniker
Wisotzki	Andreas	AWI	Ozeanograf
Zenk	Oliver	Optimare	Ingenieur

## 9. SCHIFFSBESATZUNG / SHIP'S CREW

Besatzungsliste                      Reise ARK XX / 2  
 Name of Ship :                      POLARSTERN      16.07.2004 - 29.08.2004  
 Nationality :                      GERMAN              Longyearbyen - Tromsø

No	NAME	RANK
01.	Domke, Udo	Master
02.	Grundmann, Uwe	1.Offc.
03.	Pluder, Andreas	Ch. Eng.
04.	Farysch, Bernd	Ch. Eng.
05.	Hartung, René	2.Offc.
06.	Peine, Lutz	2.Offc.
07.	Fallei, Holger	2.Offc.
08.	Krüger, Klaus-Jürgen	Doctor
09.	Koch, Georg	R.Offc.
10.	Delff, Wolfgang	1.Eng.
11.	Ziemann, Olaf	2.Eng.
12.	Kotnik, Herbert	2.Eng.
13.	Muhle, Heiko	Electr.
14.	Hoffmann, Mathias	FielaxElo
15.	Fröb, Martin	FielaxElo
16.	Muhle, Helmut	FielaxElo
17.	Feiertag, Thomas	FielaxElo
18.	Loidl, Reiner	Boatsw.
19.	Reise, Lutz	Carpenter
20.	NN	A.B.
21.	Pousada Martinez, Saturnio	A.B.
22.	Winkler, Michael	A.B.
23.	Guse, Hartmut	A.B.
24.	Hagemann, Manfred	A.B.
25.	Schmidt, Uwe	A.B.
26.	Vehlow, Ringo	A.B.
27.	Bäcker, Andreas	A.B.
28.	Preußner, Jörg	Storek.
29.	Ipsen, Michael	Mot-man
30.	Voy, Bernd	Mot-man
31.	Elsner, Klaus	Mot-man
32.	Hartmann,Ernst-Uwe	Mot-man
33.	Grafe, Jens	Mot-man
34.	Müller-Homburg, Ralf-Dieter	Cook
35.	Völske, Thomas	Cooksmate
36.	Silinski, Frank	Cooksmate
37.	Jürgens, Monika	1.Stwdess
38.	Schöndorfer, Ottilie	Stwdss/KS
39.	Czyborra, Bärbel	2.Stwdess
40.	Silinski, Carmen	2.Stwdess
41.	Gaude, Hans-Jürgen	2.Steward
42.	Möller, Wolfgang	2.Steward
43.	Huang, Wu-Mei	2.Steward
44.	Yu, Kwok, Yuen	Laundrym.



**Fahrtabschnitt / Leg ARK XX/3**

**31.08.2004 – 03.10.2004**

**Tromsø - Bremerhaven**





**ARK XX/3**

	<b>WISSENSCHAFTLICHES UNTERSUCHUNGS PROGRAMM</b>	<b>83</b>
1.	<b>GEOPHYSIK</b>	<b>85</b>
2.	<b>GEOLOGIE</b>	<b>86</b>
3.	<b>BATHYMETRIE</b>	<b>88</b>
4.	<b>DIE VERSCHOLLENE DEUTSCHE ARKTISCHE EXPEDITION 1912: EINE PILOTSTUDIE IM NORDOSTLAND SPITZBERGENS</b>	<b>89</b>
	<b>SCIENTIFIC RESEARCH PROGRAM</b>	<b>93</b>
1.	<b>GEOPHYSICS</b>	<b>93</b>
2.	<b>MARINE GEOLOGY</b>	<b>94</b>
3.	<b>BATHYMETRY</b>	<b>96</b>
4.	<b>THE LOST DEUTSCHE ARKTISCHE EXPEDITION 1912: A PILOT STUDY IN THE NORTH EAST LAND OF SPITSBERGEN</b>	<b>97</b>
5.	<b>BETEILIGTE INSTITUTE / PARTICIPATING INSTITUTES</b>	<b>99</b>
6.	<b>FAHRTTEILNEHMER / PARTICIPANTS</b>	<b>101</b>
7.	<b>SCHIFFSBESATZUNG / SHIP'S CREW</b>	<b>103</b>



---

## WISSENSCHAFTLICHES UNTERSUCHUNGS PROGRAMM

**ARK-XX/3 (Yermak-Plateau/Fram-Straße, 31. August – 03. Oktober 2004)**

Das wissenschaftliche Programm der Polarstern-Expedition ARK-XX/3 konzentriert sich auf (1) geophysikalische und (2) geologische Untersuchungen im Gebiet des Yermak-Plateaus und der Fram-Straße (Abb. 1). Als Teil des Geologie-Programms sind weiterhin (3) bathymetrische Untersuchungen geplant. Die geophysikalischen und geologischen Arbeiten sind als ein Beitrag („Site Survey“) für ein im „Integrated Ocean Drilling Program (IODP)“ eingereichtes Proposal für zukünftige wissenschaftliche Bohrungen im Arbeitsgebiet zu sehen. Neben den geophysikalischen und geologischen Arbeiten ist (4) eine Pilotstudie, die der verschollene Deutsche Arktische Expedition 1912 gewidmet ist, mit in das Expeditionsprogramm aufgenommen worden.

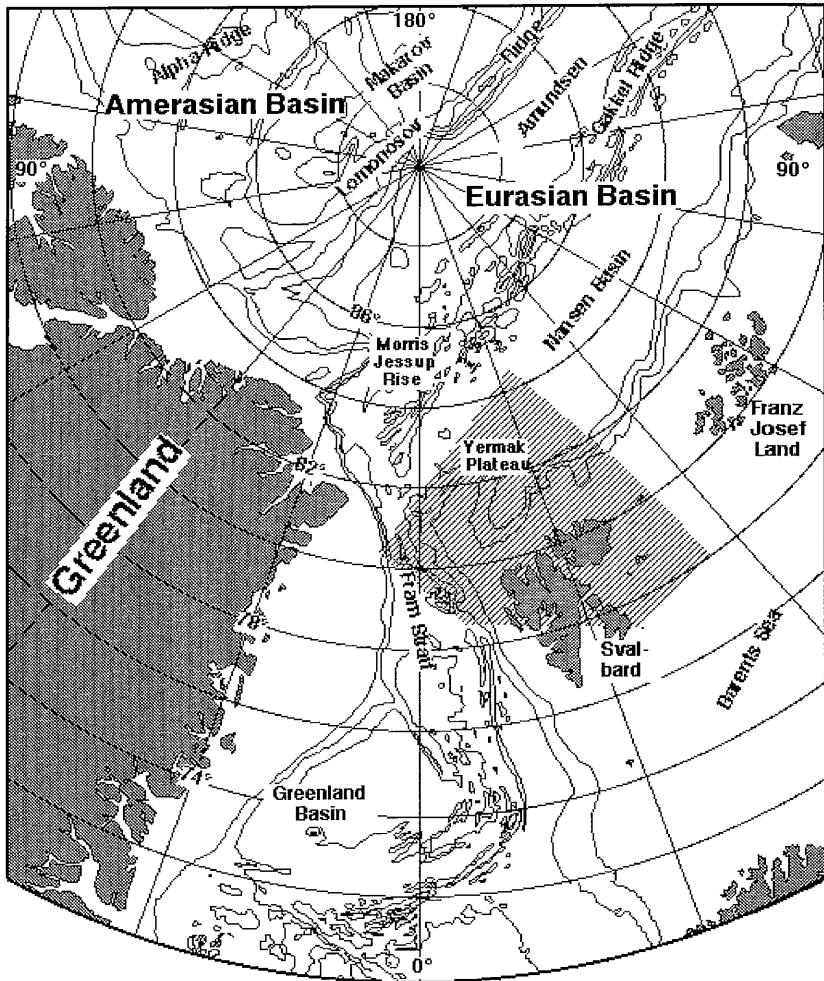


Abb. 1: Geplantes Arbeitsgebiet der Polarstern-Expedition ARK-XX/3  
Fig. 1: Planned working area of Polarstern Expedition ARK-XX/3

# 1. GEOPHYSIK

(AWI)

Die Fram-Straße ist heute die einzige Tiefenwasserverbindung der Arktis mit den Weltozeanen. Im Zentrum der Fram-Straße befindet sich ein aktiver, langsam spreizender mittelozeanischer Rücken, der auch heute noch dafür verantwortlich ist, dass sich Spitzbergen von Grönland entfernt. Nach heutigem Verständnis war das Vorhandensein einer Tiefenwasserverbindung in dieser Region für die häufigen Glazial/Interglazial Zyklen in den letzten 10 Millionen Jahren. Obwohl die Geometrie für die Öffnung dieser Meeresstraße relativ gut bekannt ist, sind Details des zeitlichen Ablaufs sehr spekulativ. Auch detaillierte magnetische Befliegungen dieses Seegebietes haben gezeigt, dass keine verwertbaren Spreizungsanomalien vorhanden sind.

Der Spreizungsrücken ist durch zwei markante Plateaus, der Morris-Jesup-Rise und das Yermak-Plateau, eingegrenzt. Diese Erhebungen wurden nach bisherigem Verständnis durch massiven Vulkanismus vor ca. 35 Millionen Jahren gebildet. Für den Morris-Jesup-rise wird diese Interpretation kaum angezweifelt. Das Yermak-Plateau hingegen besteht wahrscheinlich zum größten Teil aus gedehnter kontinentaler Kruste. Diese Interpretation wurde aufgrund von tiefenseismischen Untersuchungen im Jahre 1999 für den südlichen Teil bestätigt. In Verbindung mit den geophysikalischen Experimenten soll weiterhin versucht werden, Gesteinsproben des kristallinen Untergrundes zu dredgen, um das Alter des Plateaus erstmals zu bestimmen. Im einzelnen hat das Vorhaben folgenden Ziele:

- Untersuchung des nördlichen Yermak-Plateaus mit Reflexionsseismik, um den Übergang zwischen der kontinentalen und ozeanischen Kruste zu erfassen. Das seismische Netzwerk soll so angelegt werden, dass für den eingereichten IODP-Bohrvorschlag eine optimale Auswahl der Bohrlokationen möglich ist.
- Bestimmung der tieferen Struktur dieser geologischen Einheit. Mit Hilfe von refraktionsseismischen Untersuchungen soll aufgrund der Geschwindigkeitsinformation eine Abschätzung der vulkanischen Intensität während des Aufbrechens ermöglichen. Hierfür werden Stationen auf Eisschollen aufgestellt
- Detaillierte magnetische Befliegung des nordöstlichen Plateaus
- Gewinnung von Gesteinproben des kristallinen Basements, um das Plateau zuverlässig datieren zu können.

- Ergänzung der Site-Survey-Daten vor Nordspitzbergen, im Lena-Trog und vor Ostgrönland für den eingereichten IODP –Bohrvorschlag.

Die geplanten Experimente sollen weitere Randbedingungen für eine zuverlässige Modellierung der Öffnungsgeschichte der Fram-Straße liefern.

## 2. GEOLOGIE

(AWI, IORAS, KIGAM, MMBI)

Ein Schwerpunkt des Geologie-Programms beschäftigt sich mit multidisziplinären Untersuchungen zur Sedimentdynamik von großen Rutschmassen am nördlichen Kontinentalrand von Spitzbergen. Diese Untersuchungen sind Teil eines internationalen Forschungsprojekts (ESF-Programm „EUROMARGINS“). Von Interesse sind in diesem Zusammenhang:

- Bestimmung der Sedimentfazies von Rutschungs- und Turbiditsequenzen als auch ungestörter pelagischer Sequenzen,
- Alterseinstufung von „Events“ (Rutschungen, Turbidite, etc.),
- Berechnung von Sedimentbudgets, und
- Interpretation der Datensätze in Bezug auf Klimaänderungen im Spätquartär

Um diese Ziele zu erreichen, sollen PARASOUND-Profile, Multi-Sensor-Core-Logging-Daten sowie sedimentologische und geochemische Datensätze bearbeitet werden.

Weiterhin sollen an ausgewählten Sedimentkernen sedimentologische, mineralogische, mikro-paläontologische und organisch-geochemische Untersuchungen durchgeführt werden, um hochauflösende Rekonstruktionen der Variabilität von Klima, ozeanischen Strömungen, Meereisbedeckung und Oberflächenwasserproduktivität im Spätquartär zu ermöglichen.

### **Sedimentologische Untersuchungen**

Die sedimentologischen Arbeiten konzentrieren sich auf Untersuchungen der Sedimentstrukturen (Radiographien), Korngrößenverteilungen und die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Sedimente mittels Röntgendiffraktometrie und Grobfraktionsanalyse (Tonminerale, Schwerminerale,

etc.). Die Untersuchungen sollen an Sedimenten als auch Meereis- und Aerosol-Proben durchgeführt werden.

### **Organisch-geochemische Untersuchungen**

Um den organischen Kohlenstoff-Fluß im Gebiet des Yermak-Plateau/Framstraße zu quantifizieren, Bestandteile zu charakterisieren und die Mechanismen zu verstehen, die die Akkumulation des organischen Kohlenstoffs kontrollieren (d.h. Oberflächenwasser-produktivität vs. terrigener Eintrag), sollen detaillierte organisch-geochemische Untersuchungen erfolgen (Elementaranalyse, Rock-Eval-Pyrolyse, Gaschromatographie, Gaschromatographie/Massenspektrometrie).

### **Benthische Foraminiferen und Kohlenstoffisotopie**

Die Zusammensetzung benthischer Foraminiferen und deren Kohlenstoffisotopensignal soll in Oberflächensedimenten bestimmt und in Beziehung zu den rezenten Umweltbedingungen (Bathymetrie, Salinität, Temperatur, Meereisbedeckung, Nährstoffe etc.) gesetzt werden. Der so für die rezenten Verhältnisse aufgestellte Datensatz soll dann zu einem aktualistischen Modell führen, das Grundlage für die Rekonstruktion von Paläoumweltbedingungen aus entsprechenden Untersuchungen an Sedimentkernen sein soll.

### **Kern-Logging**

Alle Sedimentkerne sollen mittels „Multi-Sensor Core Logger“ geloggt werden, um die sedimentphysikalischen Eigenschaften zu bestimmen (Magnetische Suszeptibilität, Nassdichte, p-Wellengeschwindigkeit). Die Logging-Daten geben Informationen über die Sedimentzusammensetzung (terrigen vs. biogen) und erlauben die laterale Korrelation als auch relative stratigraphische Einstufungen der Sedimentkerne. Weiterhin soll ein Farbscanner eingesetzt werden.

### **PARASOUND**

Die Auswahl der Sedimentkernpositionen erfolgt nach PARASOUND-Profilfahrten, die kontinuierlich während der gesamten Expedition durchgeführt werden. Durch das Kartieren von Sedimentechotypen mit Hilfe von PARASOUND-Profilen sollen Sedimentkerne (unter Einbezug der Loggingdaten) miteinander korreliert, punktuelle Informationen aus Sedimentkerndaten in räumliche Faziesmuster extrapoliert und das Ausmaß von Rutschkörpern erfasst werden.

### **Beprobungsprogramm**

Das geologische Stationsprogramm umfaßt den Einsatz von Großkastengreifer und Multicorer zur Beprobung von ungestörten Oberflächensedimenten sowie Schwerelot und Kastenlot zur Gewinnung langer Sedimentkerne. Eine Beprobung des Meereises soll Untersuchungen zur Zusammensetzung der im Eis eingeschlossenen terrigenen und organogenen Sedimentkomponenten ermöglichen. Während Transitstrecken werden weiterhin Aerosolproben gesammelt.



### 3. BATHYMETRIE

(AWI)

Die Daten der Meeresbodentopographie im arktischen Ozean weisen noch große Lücken auf. Vorhandene Daten stammen zum großen Teil von Eisbrechern, U-Booten oder Driftstationen und sind vielfach ungenau. Um die vorhandenen Kartenwerke, wie zum Beispiel die „International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean (IBCAO)“ und andere nationale bathymetrische Karten vervollständigen und verbessern zu können, werden während des gesamten Fahrtverlaufs Tiefendaten aufgezeichnet.

Das Yermak-Plateau befindet sich östlich vom Lena-Trog. Es wurden bei früheren Arktis-Expeditionen in diesem Gebiet einige systematische Tiefenvermessungen mit Hydrosweep durchgeführt, an die auf Fahrtrabschnitt ARK XX/3 angeschlossen werden soll.

Seit dem letzten Update von Hydrosweep im Herbst 2003 kann bei einer Vermessung der HDBE-Modus (High Definition Bearing Estimation) zum Einsatz kommen. Durch eine erweiterte Analyse des empfangenen Sonarsignals wird eine Erhöhung der Messauflösung von bisher 59 „hard-beams“ auf 240 „soft-beams“ erreicht.

Häufig wechselnde Schiffsgeschwindigkeiten, unregelmäßiger Schiffskurs sowie zu erwartender Eisgang kann zu hydroakustischen Störungen führen. Daher ist mit einem hohen Anteil von systematischen und zufälligen Messfehlern bei den Fächerecholotdaten zu rechnen. Dies erfordert eine aufwändige Nachbearbeitung der Messdaten. Erste Prozessierungen der registrierten Daten erfolgen bereits während der Expedition, damit aktuelle Daten und Erkenntnisse sofort in die Fahrtverlaufsplanung einbezogen werden können. Die abgeleiteten Geländemodelle sind z.B. wesentlich für die Interpretation der geologischen und geophysikalischen Messungen.

Die Generierung bereinigter digitaler Geländemodelle sowie die Ergänzung der bathymetrischen Kartenwerke erfolgt nach der abschließenden Datenprozessierung im Institut.

Zusätzlich zu den bathymetrischen Daten generiert Hydrosweep auch Pseudo-Sidescan- und Amplituden-Daten (Backscatter). Mit den Pseudo-Sidescan-Daten können z.B. Feinstrukturen des Meeresbodens in hoher Auflösung optisch dargestellt werden. Aus den so gewonnenen Amplituden-Daten können z.B. physikalische Eigenschaften des Meeresbodens abgeschätzt werden.

#### **4. DIE VERSCHOLLENE DEUTSCHE ARKTISCHE EXPEDITION 1912: EINE PILOTSTUDIE IM NORDOSTLAND SPITZBERGENS**

(MPI)

Durch die historische Eroberung des Südpols durch Scott und Amundsen stand die Antarktis 1912 im Mittelpunkt des Weltinteresses. Das tragische Ende von Scott wurde zu einem unvergleichlichen englischen Heldenepos. Fast zeitgleich spielte sich in der Arktis im Norden Spitzbergens eine ebenso pathetische, heroische und tragische deutsche Polarkatastrophe ab, die durch ihr unrühmliches Ende in der Makulatur der deutschen Polargeschichte bis heute in Vergessenheit geriet. Leutnant Schroeder Stranz führte eine Vorexpedition der Deutschen Arktischen Expedition 1912 (DAE) in das Nordostland Spitzbergens. Durch Desorganisation und Unkenntnis kamen von 10 deutschen Teilnehmern 7 ums Leben. Bis heute ist das Schicksal der Schroeder Stranz Expedition nicht aufgeklärt. Trotz des Misserfolgs hatte diese Expedition jedoch grosse Auswirkungen auf die deutsche Wissenschaft. Forschungsprojekte wurden danach strikter durch Gutachter kontrolliert und die Finanzierung durch einen Fond geregelt, der zur Gründung der Deutschen Forschungsgemeinschaft führte.

1937 wurde im Duvefjord ein Depot mit Überbleibseln der DAE entdeckt. 1945 fand der Polarforscher Dege, 8 km von diesem Ort entfernt, drei Aluminiumteller, die erst 2004 durch Vergleich im Institut für Länderkunde in Leipzig als letzte bekannte Reste der DAE identifiziert werden konnten. Der Geograph Rüdiger, Überlebender der DAE, schrieb 1939, dass die Aufklärung der Schroeder Stranz Expedition ein Anliegen zukünftiger deutscher Polar-Expeditionen sein sollte. Für 2006 ist eine multidisziplinäre Tauchbootexploration des flachen Schelfs von Nordspitzbergen und einiger Fjorde geplant. Anlässlich dieser Reise sollen deutsche Polarhistoriker die Gelegenheit zu einer ersten intensiven Feldstudie über das Schicksal der DAE und ihrer Rettungsexpeditionen erhalten.

Auf der bevorstehenden POLARSTERN Fahrt ARK-XX/3 ist eine Vorstudie geplant. Sie soll zwei historisch interessante Fundorte der DAE, die seit 1912/13 nicht wieder besucht wurden, identifizieren und dokumentieren (Abb. 2):

- (a) den Landeplatz der DAE im Duvefjord bei 80.17 N, 24.10 E
- Die Koordinaten des Landeplatzes von 1937 müssen nach heutiger Kenntnis und nach Durchsicht älterer Luftbilder als ungenau eingeschätzt werden, so dass mehr Verlass auf die veröffentlichte Fundortbeschreibung gelegt werden sollte. Ein Anflug des Fundortes mit einem

Hubschrauber wäre der sicherste Weg, den Ort aus relativ geringer Flughöhe zu identifizieren. Während der Expedition 2006 steht kein Hubschrauber zur Verfügung, so dass ein Hubschrauberflug 2004 die Erfolgsaussichten der polarhistorischen Studie 2006 wesentlich verbessert.

- (b) den Landeplatz der Lernalerschen Hilfsexpedition 1913 am Beverlysund nahe Nordkap, wo das Expeditionsschiff LOEVENS-KIOELD im Packeis einfror und sank.

Der Untergangsort soll mit Hilfe historischer Stereobilder und Feldvermessungen eingegrenzt werden. Das Schiff ist das nördlichst gelegene Wrack der Welt und wird 2006 mit dem deutschen Tauchboot JAGO eingehend untersucht.

Die POLARSTERN Dokumentation 2004 soll kürzlich in Nachlässen aufgetauchtes historisches Bild- und Filmmaterial ungewöhnlicher Qualität und Vollständigkeit ergänzen. Eine Ausstellung ist geplant, die über das Schicksal der DAE 1912 und ihre Bedeutung für die deutsche Wissenschaft berichtet.

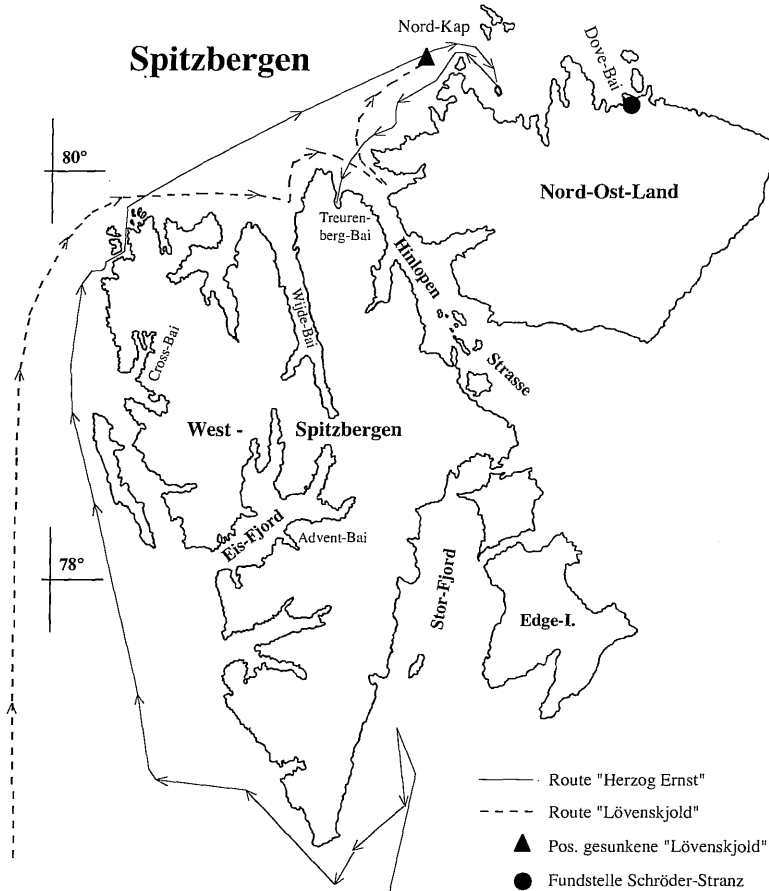


Abb. 2. Lokationen der verschollenen „Deutsche Arktis Expedition 1912“

Fig. 2. Locations of lost „Deutsche Arktis Expedition 1912“



## SCIENTIFIC RESEARCH PROGRAM

**ARK-XX/3 (Yermak Plateau/Fram Strait, August 31 to October 03, 2004)**

The scientific program of the Polarstern ARK-XX/3 expedition (Yermak Plateau/Fram Strait area; Fig. 1) is concentrating on (1) geophysical and (2) geological aspects. As part of the geology program, (3) a bathymetry program will be carried out. These studies have to be seen in context with a drilling proposal submitted to the Integrated Ocean Drilling Program (IODP). In addition, (4) a pilot study devoted to the lost „Deutsche Arktische Expedition 1912“ has been included in the expedition program.

### 1. GEOPHYSICS

(AWI)

Today the Fram Strait is the only deep water connection of the Arctic Ocean with the global oceans. In the center of the Fram Strait an active mid-ocean ridge system, the Lena Trough, is present, which is also responsible for the final separation of Northern Greenland and Svalbard. Geological interpretation claim that the final installation of a deep water connection between the Arctic and the North Atlantic was responsible more frequent glacial/interglacial cycles during the last 10 Mio. years. Although the geometry of the open process is quite well constrained, this is not true for the timing. Conflicting age models exist for this area. Detailed aeromagnetic investigations across the Fram Strait did not identify any continuous sea floor spreading anomalies, which would constrain an age interpretation.

The mid-ocean ridge system in the Fram Strait is bordered by two pronounced plateaus, the Morris Jesup Rise and the Yermak Plateau. These submarine elevations were created through massive volcanism during their separation some 35 Ma. For the Morris Jesup Rise there is little doubts on this interpretation, mainly due to the lack of data. Recent seismic data across the Yermak Plateau showed that the southern part represents extended continental crust. The deep seismic data, however, show that the lower und middle crust is not significantly modified by large intrusions, and no underplated material exist close to the North Svalbard coast. The interpretation of the northern and north-eastern part of the plateau is less clear and its investigation is subject of this project. In conjunction with the geophysical investigations accessible basement highs should be dredged in order to obtain direct evidences on the fabric of the basement. The project has the following objectives:

- Seismic investigation of the northern Yermak Plateau to determine the transition between continental and oceanic crust, if this zone exists. The new seismic network is designed to provide valuable information for the submitted IODP proposal in order to allow the selection of further drilling locations on the plateau.
- Determine the deeper crustal fabric of the northern and north-eastern plateau. Seismic recording stations will be placed on ice floes to allow large offsets to better image the greater depths of the crust.
- Detailed magnetic investigations with helicopter across the plateau, where strong magnetic anomalies are observed.
- Dredging of basement high on the plateau to get direct evidence on the composition of the basement.
- Supplementary seismic profiles will be acquired for the IODP proposal off the northern coast of Svalbard, the Lena Trough and East Greenland.

The overall data set should provide further constraints for a better modelling of the geodynamic history of the Fram Strait.

## **2. MARINE GEOLOGY**

(AWI, IORAS, KIGAM, MMBI)

One of the key marine-geology objectives is the study of sediment dynamics of megaslides along the Svalbard continental margin (as part of the ESF Program „EUROMARGINS“), using Parasound profiles, multi-sensor-core-logging data, and long sediment cores. In this context, the characterization of sediment facies within debris flow and turbidites sequences as well as undisturbed pelagic sequences, the dating of sediment mass flows, and estimates of sedimentary budgets are of interest. Furthermore, detailed multidisciplinary (i.e., sedimentological, mineralogical, micropaleontological, and geochemical) studies will be performed on the sediment cores for high-resolution reconstructions of paleoclimate, paleoceanic circulation patterns, paleosea-ice cover, and paleoproductivity and their variability during late Quaternary times. In order to reach these goals, an intensive sampling program will be performed using large-volume box corer, gravity corer, kastenlot corer, and piston corer. Coring locations will be carefully selected based on Parasound profiling. In addition, a sea-ice and aerosol sampling and study program will be performed.

### **Sedimentological investigations**

Sedimentological investigations will include analyses of sedimentary structures (X-ray radiographs), grain size distribution, qualitative and quantitative sediment composition (e.g., X-ray diffractometry, light microscopy, coarse fraction analysis). Systematic studies on the mineralogical composition (e.g., heavy minerals, clay minerals) of the ocean floor and sea ice sediments may provide evidence for active entrainment of terrigenous material into the Arctic sea ice cover, its transport (oceanic currents, gravity flow, sea ice transport), and release. In addition, aerosol particles will be investigated for its mineralogical, organogenic, and geochemical composition.

### **Organic-geochemical investigations**

One of the major goals is to quantify the flux of organic carbon in the Yermak-Plateau area and to characterize the mechanisms controlling organic carbon deposition (i.e., surface-water productivity vs. terrigenous input). Methods to be applied are elemental (CHN) analysis, Rock Eval pyrolysis, carbon stable isotopes of organic matter, kerogen/coal petrography, gas chromatography (GC) and gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS).

### **Benthic foraminifers and stable carbon isotopes**

The modern distribution of benthic foraminifera and their stable carbon isotope signal will be characterized in relation to the modern Arctic environment (bathymetry, watermass properties, sea-ice distribution, availability of nutrients, etc.). Based on the precise description of the modern environments, an actualistic model can be derived which then can be applied to the fossil record and allow reconstructions changes in paleoenvironment (such as watermass properties, surface-water productivity etc.) through time.

### **Core Logging**

Continuous down-core logs of magnetic susceptibility, wet-bulk density and p-wave velocity of whole gravity cores as well as box-subsamples from the Kastenlot will be measured routinely onboard of Polarstern, using the "Multi-Sensor Core Logger" manufactured by GEO-TEK, UK. Magnetic susceptibility is a measure of the amount of magnetizable compounds in the sediments. Generally, the downcore variation of amplitudes is used as an indicator for shifts of biogenic versus terrigenous compounds. Logs from sediment cores taken in arctic marine environments have shown that the magnetic susceptibility provides an excellent tool for lateral core correlation and can also be used for stratigraphic interpretations. As an additional logging tool, the colour scanner will be used.

### **PARASOUND survey**

The ship-mounted Parasound sediment echosounder will be in operation along all working cruise tracks for the selection of sediment sampling sites. Additionally, the sub-bottom reflector pattern will



allow to correlate sediment cores in combination with specific physical properties such as magnetic susceptibility and to map the extension of sediment slides.

#### **Sediment sampling procedure**

In order to reach the major objectives of the marine geology program, undisturbed sediment surface and subsurface samples as well as long, undisturbed sediment cores will be taken. In addition, a sea-ice sampling program will be carried out to study the composition of terrigenous sediments and organic matter incorporated in the sea ice. Particles transported by wind will be collected on top of the Polarstern bridge, using a specific aerosol sampling device.

### **3. BATHYMETRY**

(AWI)

Our knowledge of the sea floor topography of the Arctic Ocean is still sparse and patchy. Available data mainly originates from research icebreakers, submarines and from scientific drift stations. In order to improve the bathymetric data coverage, Hydrosweep-DS2 multibeam data will be collected during the whole ARK XX/3 cruise. After processing, the data will be used for updates of the existing bathymetric data sets of the Arctic Ocean, e.g. the "International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean" (IBCAO).

The Yermak-Plateau is located northwesterly off the Svalbard archipelago. It builds the eastern border of the northern entrance of the Fram Strait, i.e. the only deep water connection between the Arctic Ocean and the rest of the world oceans. A high resolution bathymetry is a key data set for the understanding of the geology and oceanography of the region. The ocean-ice-atmosphere interactions in the area influence the climate on regional and even global scales, e.g. through routing of the deep water formation in the Greenland Sea.

During the last decades R/V Polarstern systematically mapped several patches in the Fram Strait vicinity by means of its multibeam sonar systems. The multibeam track plannings for ARK XX/3 aspire to expand the areas already ensonified.

Since the last sensor update in autumn 2003, Hydrosweep can be operated in HDBE mode (High Definition Bearing Estimation). By means of a sophisticated acoustic signal processing, HDBE allows the generation of 240 soft beams per ping compared to 59 hard beams in standard mode, thus greatly enhancing the spatial resolution of the system. The HDBE mode will be further checked and evaluated during the expedition.

Frequently varying ship speeds, unsteady course and ice drift typical in ice covered regions lead to strong disturbances of the hydro acoustic signal. Hence, a laborious data postprocessing and cleaning is necessary in order to derive high quality data products. A preliminary data processing will be carried out on board in order to support the scientific program. The final DTM generation and compilation of bathymetric charts will be carried out at the AWI following the cruise.

In addition to the run time information, Hydrosweep provides pseudo-sidescan and signal amplitude (so called backscatter) information. Sidescan-data can resolve morphological structures even smaller than the multibeam resolution. Amplitude information can be used to extract information on the physical properties of the sea bottom (roughness, water content, sediment type, etc.).

#### **4. THE LOST DEUTSCHE ARKTISCHE EXPEDITION 1912: A PILOT STUDY IN THE NORTH EAST LAND OF SPITSBERGEN**

(MPI)

In 1912, the world's attention focussed around events in the Antarctic: Scott and Amundsen's race to the South Pole. Almost simultaneously similar heroic, pathetic and tragic events unfolded on Spitsbergen – the lost Deutsche Arktische Expedition (DAE) 1912, also known as Schroeder Stranz expedition: a trial expedition to the North East Land of Spitsbergen thought to be a forerunner of the ambitious plan to cross the North East passage. The ill-prepared expedition ended in chaos and disintegration. Of the 10 German members, 7 including lieutenant Schroeder Stranz died. It became Germany's most tragic polar expedition.

Although nowadays the catastrophic event is largely forgotten, nevertheless it had a paramount influence on the organisation of German research followed by a more stringent peer reviewing of research projects and new organisational forms of research funding which finally led to the foundation of the Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Until today the destiny of the DAE is still unknown. In 1937, unexpectedly, a depot with disposables of the DAE was found in the remote Duvefjord near 80.17 N, 24.10 E. Dege, in 1945, discovered close to this spot 3 plates which were in 2004 – by comparison – identified as belongings of the Schroeder Stranz expedition. Although in the past adjacent areas in particular the Rijpsfjord and Wahlenbergfjord were visited by researchers, other traces of the DAE expedition were not found.

In 1939, one survivor of the expedition wrote that in future other German polar expedition should assist to unravel the history of this tragic German polar undertaking. A reinvestigation of the 1937 landing spot could give hints for the unfortunate end of the DAE. In 2006 a multidisciplinary submersible expedition of the shallow shelf and fjords of North Spitsbergen is planned. At the same time polar historians will initiate a first thorough field study to search for traces of the DAE 1912.

During POLARSTERN cruise ARK-XX/3 two reported spots of historical interest are planned to locate and to document (Fig. 2):

(a) the landing place of the DAE in the Duvefjord

According to some older aerial photographs the coordinates of the 1937 location are very likely unreliable. However the location is precisely described and should be easy to identify via a low latitude helicopter flight.

(b) the landing place of the Lerner relief expedition 1913 in search for Schroeder Stranz

The expedition vessel of Lerner got entrapped in the pack ice and sunk off the Beverlysund near the North Cape. With the help of historical stereo photographs and field measurements, the wreck site can be identified. The wreck is the most northern wreck of the world and will be investigated for various research purposes during the submersible expedition in 2006.

The field documentation of the POLARSTERN cruise 2004 should complement recently discovered historical photo- and film materials of exceptional quality which will be implemented in an exhibition to document the whereabouts and importance of the largely forgotten Schroeder Stranz expedition – Germany's most tragic polar catastrophe.

## 5. BETEILIGTE INSTITUTE / PARTICIPATING INSTITUTES

### Adresse Address

	Adresse Address
AWI	Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft Postfach 12 01 61 27515 Bremerhaven
DWD	Deutscher Wetterdienst Bernhard-Nocht Straße 76 20359 Hamburg
HeliTransair	HeliTransair GmbH Flugplatz 63329 Egelsbach
IORAS	P.P. Shirshov Institute of Oceanology The Russian Academy of Sciences RAS 36, Nakhimovsky Prospekt 117997 Moscow Russia
KIGAM	Korean Institute of Geoscience and Mineral Resources 30 Gajeong-dong, Yuseong-Gu 305-350 Daejeon Korea
MMBI	Murmansk Marine Biological Institute Vladimirskaia Str. 17 Murmansk, 183010 Russia
MPI	Max Planck Institute Seewiesen 82319 Seewiesen



## 6. FAHRTTEILNEHMER / PARTICIPANTS

Fahrtleiter: Prof. Dr. Ruediger Stein

Tromsø - Bremerhaven vom 31.08.2004 – 03.10.2004

<b>Name</b>	<b>Vorname/ First Name</b>	<b>Institut/ Institute</b>	<b>Beruf / Profession</b>
Bahr	Barbara	AWI	Techn. Assistentin
Behr	Yannik	AWI	Student
Birnstiel	Hendrik	AWI	Student
Büchner	Jürgen	HeliTransair	Pilot
Buldt	Klaus	DWD	WFT
Feldt	Oliver	HeliTransair	Techn./Prüfer
Fricke	Hans	MPI	Biologe
Fricke	Niko	MPI	Student
Gebauer	Andre	AWI	Student
Gebauer	Manfred	DWD	Meteorologe
Gebhardt	Catalina	AWI	Geologe
Goeßling	Karsten	AWI	Student
Guenther	Daniel	AWI	Student
Jokat	Wilfried	AWI	Geophysiker
Kukina	Natalia	MMBI	Geologin
Lange	Carl Dietrich	AWI	Geophysiker
Lensch	Norbert	AWI	Techn. Assistent
Martens	Hartmut	AWI	Techn. Assistent
Nam	Seung-il	KIGAM	Geologe
Niessen	Frank	AWI	Geologe
Noffke	Hannah	AWI	Studentin
Platten	Bettina	AWI	Studentin
Puhr	Andreas	AWI	Student
Raabe	Wolfgang	AWI	Student
Rathlau	Rike	AWI	Student
Schäfer	Christian	AWI	Student
Schneider	Julia	AWI	Studentin

---

<b>Name</b>	<b>Vorname/ First Name</b>	<b>Institut/ Institute</b>	<b>Beruf / Profession</b>
Schoster	Frank	AWI	Chemiker
Schroeder	Max	AWI	Geophysiker
Shevchenko	Vladimir	IORAS	Geologe
Spengler	Thomas	AWI	Student
Stein	Rüdiger	AWI	Chief Scientist
Thiele	Julia	AWI	Geologin
Winkelmann	Daniel	AWI	Geologe
Winkler	Andreas	AWI	Student
Winter	Stefan	HeliTransair	Pilot
Yaroslava	Yanina	MMBI	Geologin
Yousif	Khalaf	HeliTransair	Techniker
NN		AWI	Techn. Assistent

## 7. SCHIFFSBESATZUNG / SHIP'S CREW

Besatzungsliste Reise ARK XX / 3

Name of Ship : POLARSTERN31.08.2004 - 03.10.2004

Nationality : GERMAN Tromsø - Bremerhaven

No.	Name	Rank
01.	Domke, Udo	Master
02.	Grundmann, Uwe	1.Offc.
03.	Farysch, Bernd	Ch. Eng.
04.	Hartung, René	2.Offc.
05.	Peine, Lutz	2.Offc.
06.	Fallei, Holger	2.Offc.
07.	Grigoleit, Urte	Doctor
08.	Koch, Georg	R.Offc.
09.	Delff, Wolfgang	1.Eng.
10.	Ziemann, Olaf	2.Eng.
11.	Kotnik, Herbert	2.Eng.
12.	Muhle, Heiko	Electr.
13.	Nasis, Ilias	FielaxElo
14.	Verhoeven, Roger	FielaxElo
15.	Muhle, Helmut	FielaxElo
16.	Kahrs, Thomas	FielaxElo
17.	Loidl, Reiner	Boatsw.
18.	Reise, Lutz	Carpenter
19.	NN	A.B.
20.	NN	A.B.
21.	Winkler, Michael	A.B.
22.	Guse, Hartmut	A.B.
23.	Hagemann, Manfred	A.B.
24.	Schmidt, Uwe	A.B.
25.	Vehlow, Ringo	A.B.
26.	Bäcker, Andreas	A.B.
27.	Preußner, Jörg	Storek.
28.	Ipsen, Michael	Mot-man
29.	Voy, Bernd	Mot-man
30.	Elsner, Klaus	Mot-man
31.	Hartmann,Ernst-Uwe	Mot-man
32.	Grafe, Jens	Mot-man
33.	Müller-Homburg, Ralf-Dieter	Cook
34.	Völske, Thomas	Cooksmate
35.	Silinski, Frank	Cooksmate
36.	Jürgens, Monika	1.Stwdess
37.	Wöckener, Martina	Stwdss/KS
38.	Czyborra, Bärbel	2.Stwdess
39.	Silinski, Carmen	2.Stwdess
40.	Gaude, Hans-Jürgen	2.Steward
41.	Möller, Wolfgang	2.Steward
42.	Huang, Wu-Mei	2.Steward
43.	Yu, Chung Leung	Laundrym.



1