



Expeditionsprogramm Nr. 45



## FS "Polarstern"

### ARKTIS XIII/1-3

Koordinator: Prof. Dr. G. Krause

ARK XIII/1	14.05. - 24.06.1997	Bremerhaven - Longyearbyen - Tromsø
ARK XIII/2	26.06. - 11.08.1997	Tromsø - Tromsø
ARK XIII/3	13.08. - 01.10.1997	Tromsø - Bremerhaven

Fahrtleiter/Chief Scientists:

ARK XIII/1	- Prof. Dr. Michael Spindler
ARK XIII/2	- Dr. Rüdiger Stein
ARK XIII/3	- Prof. Dr. Gunther Krause

**Z 432**

**45  
1997**

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG  
Bremerhaven, April 1997

**X 1894**

Expeditionsprogramm Nr. 45

## **ARKTIS XIII/1-3**

### **FS "Polarstern"**

ARK XIII/1	14.05. - 24.06.1997	Bremerhaven - Longyearbyen - Tromsø
ARK XIII/2	26.06. - 11.08.1997	Tromsø - Tromsø
ARK XIII/3	13.08. - 01.10.1997	Tromsø - Bremerhaven

#### Fahrleiter/Chief Scientists:

ARK XIII/1	- Prof. Dr. Michael Spindler
ARK XIII/2	- Dr. Rüdiger Stein
ARK XIII/3	- Prof. Dr. Gunther Krause

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG  
Bremerhaven, April 1997



## Inhaltsverzeichnis/ Contents - ARK XIII/1a+b

	<u>Seite/page</u>
1. Zusammenfassung	5
2. Forschungsprogramme	6
2.1 Kryo-pelago-benthische Kopplung unter Frühjahrsbedingungen in der Eisrandzone des zentralen Barentsmeers	6
2.2 Multidisziplinäre Untersuchungen am arktischen Packeis	7
2.3 Zooplanktonökologie	9
2.4 Benthosbiologie	13
2.5 Satellitenfernerkundung	15
2.6 Biooptik	15
2.7 Biogene Produktion neutraler und ionischer Methylschwermetall Species in den Ozeanen und deren Verteilung in der Atmosphäre	16
2.8 Paläontologie pelagischer Organismen - Veränderungen im Jungquartär	16
2.9 Geochemische Untersuchungen zum Abbau von organischem Material im Oberflächensediment	17
Beteiligte Institutionen/ Participating Institutions	18
Fahrtteilnehmer/Cruise Participants	19
<u>ENGLISH TEXT</u>	
1. Summary	20
2. Scientific programmes	20
2.1 Kryo-pelago-benthic coupling during early spring conditions in the marginal ice zone of the central Barents Sea	20
2.2 Multi-disciplinary sea ice investigations	22
2.3 Zooplankton ecology	23
2.4 Benthos biology	26
2.5 Remote Sensing	28
2.6 Biooptics	28
2.7 Biogenic production of neutral and ionic methylated heavy metal species in oceans and their distribution in the atmosphere	29
2.8 Paleontology of the pelagial - variations during Quarternary	29
2.9 Geochemistry of degradation of organic matter within surface sediments	30

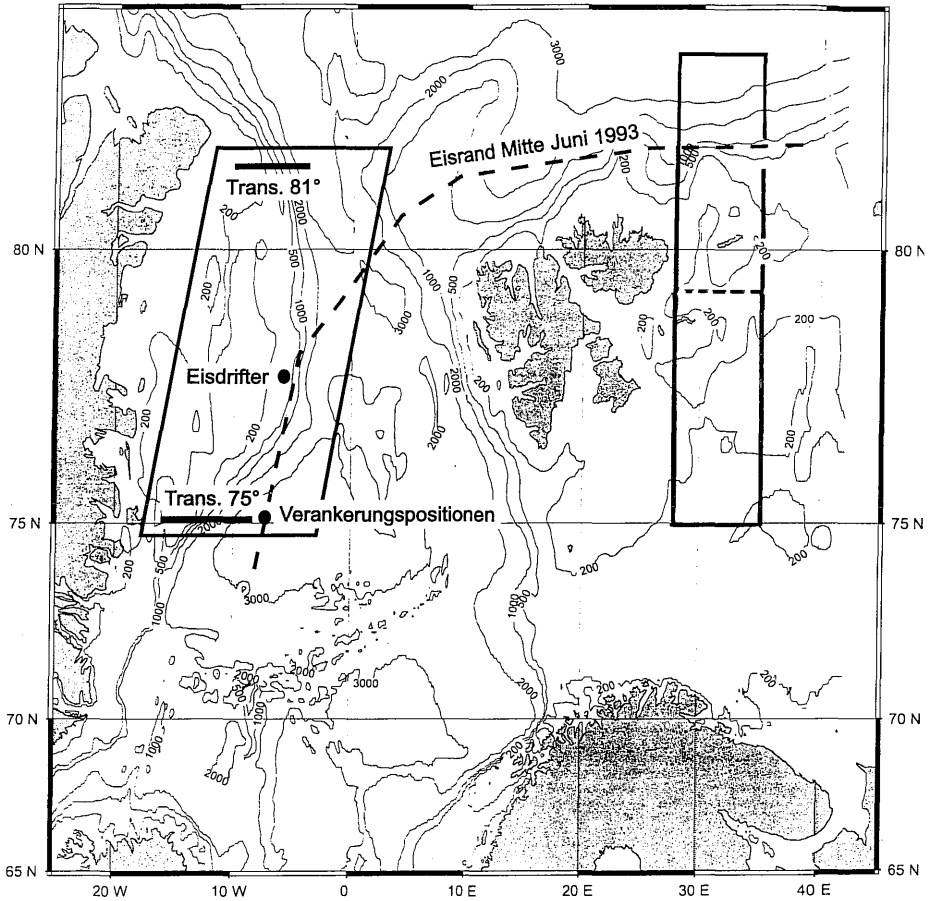
## Inhaltsverzeichnis/ Contents - ARK XIII/2

	<u>Seite/ page</u>
1. Zusammenfassung	31
2. Forschungsprogramm	34
2.1 Physikalische Ozeanographie	34
2.2 Biologie	34
2.3 Meereis-Sedimentologie	39
2.4 Marine Geologie	40
2.5 Geochemie	42
Teilnehmer/ Participants	44
Beteiligte Institutionen/ Participating Institutions	45
 <u>ENGLISH TEXT</u>	
1. Summary	47
2. Research Programmes	48
2.1 Physical Oceanography	48
2.2 Biology	49
2.3 Sea-Ice Sedimentology	53
2.4 Marine Geology	54
2.5 Geochemistry	55

**Inhaltsverzeichnis/ Contents - ARK XIII/3**

	<u>Seite/ Page</u>
1. Zusammenfassung	58
2. Forschungsprogramme	58
2.1 Meteorologie/ Bordwetterwarte	58
2.2 Erfassung der hydrographischen Verhältnisse in der Grönlandsee und nördlich von Grönland	59
2.3 Meereschemische Untersuchungen	60
2.4. Bathymetrie	62
2.5 Marine Geologie	63
2.6 Marine Geophysik	65
Teilnehmer / Participants	66
Beteiligte Institutionen / Participating Institutions	67
 <u>ENGLISH TEXT</u>	
1. Summary	68
2. Research Programmes	68
2.1 Meteorology/ Ship's Meteorological Station	68
2.2 Investigations of the hydrographic conditions in the Greenland Sea and in the North of Greenland	69
2.3 Chemistry	70
2.4 Bathymetry	72
2.5 Marine Geology	73
2.6 Marine Geophysics	74
 <b>Schiffspersonal / Ship's crew ARK XIII/1-3</b>	 <b>76</b>

### Reiseroute/Ship's track



Arbeitsgebiete während der Expedition ARK XIII/1.  
Eingetragen sind die zwei Untersuchungsgebiete östlich Spitzbergens (ARK XIII/1a)  
und östlich Grönlands (ARK XIII/1b)

**ARKTIS XIII/1a+b**  
**FS "Polarstern"**

14.05. - 24.06.1997/Bremerhaven - Longyearbyen - Tromsø

Fahrleiter:  
Prof. Dr. Michael Spindler

**1. Zusammenfassung**

Die "Polarstern"-Reise ARK XIII/1 wird durch einen kurzen Zwischenstopp in Longyearbyen (Spitzbergen) mit dem Austausch einiger Fahrtteilnehmer in zwei Unterabschnitte gegliedert, ARK XIII/1a und ARK XIII/1b. Die Reise beginnt am 14. Mai 1997 in Bremerhaven. Von hier wird direkt das Arbeitsgebiet im Osten Spitzbergens, die Eisrandzone des zentralen Barentsmeeres angelaufen. Dabei werden hauptsächlich Untersuchungen zur Kopplung der verschiedenen Systeme Meereis, Wassersäule und Meeresboden in einem interdisziplinärem Ansatz durchgeführt. Ein wichtiger Aspekt liegt während dieser Reise auf der Erfassung der Situation im auslaufenden Winter und des beginnenden Frühjahres sowohl in Gebieten mit offenem Wasser, der aktuellen Eisrandzone und in dem noch von Meereis bedeckten Bereich. Damit stellt dieses Vorhaben einen wesentlichen Beitrag im Rahmen einer Pilotphase zum europäischen Projekt "The Artic Ocean System in the Global Environment" (AOSGE) dar, das durch Mittel sowohl von norwegischer Seite als auch durch das deutsche Forschungsministerium (BMBF) maßgeblich unterstützt wird.

"Polarstern" wird am 26. Mai Spitzbergen anlaufen und noch am selben Tag den Hafen von Longyearbyen nach dem Austausch eines Teils der Wissenschaftler in Richtung seines neuen Arbeitsgebiets im Osten Grönlands wieder verlassen. Die Untersuchungen des zweiten Teilabschnitts werden im wesentlichen im Rahmen des Kieler Sonderforschungsbereiches 313 "Veränderungen der Umwelt: der nördliche Nordatlantik" durchgeführt. Schwerpunkte werden dabei auf vier Bereiche gelegt:

- 1) Untersuchungen zur Partikelproduktion im Meereis und der oberen Wasserschichten, zur Modifikation dieser Partikel auf dem Weg zum Meeresboden und zur abschließenden Sedimentation. Dazu werden unter anderem automatische Sinkstofffallen eingesetzt.
- 2) Bestimmung der Besiedlungs- und Aktivitätsmuster der Organismen am und im Meeresboden sowie der Kohlenstoffdynamik und Wechselwirkungen zwischen Sediment und Wassersäule;
- 3) Messungen der Nährstoffe in der Wassersäule und im Sediment sowie der Transporte von Sauerstoff und Kohlenstoff in den Meeresboden;
- 4) Untersuchungen zur Verbreitung, Sedimentation und geologischen Überlieferung von fossil erhaltungsfähigen Planktongruppen in einem aktuopaleontologischen Ansatz.

Die Arbeiten sollen überwiegend auf zwei Schnitten (auf 75°N und 81°N) durchgeführt werden, wobei es auch zur Aufnahme einer Langzeitverankerung bei 75°N und 7°W kommen wird. Nach Beendigung der Arbeiten wird der erste Fahrtabschnitt am 24. Juni 1997 in Tromsø beendet.



## 2. Forschungsprogramme

### 2.1 Kryo-pelago-benthische Kopplung unter Frühjahrsbedingungen in der Eisrandzone des zentralen Barentsmeers (AWI, IPO)

#### Hintergrund

Zum Verständnis der Ökologie arktischer Schelfmeere sind Forschungsarbeiten über die zeitliche Regelung, die räumliche Verteilung, die Intensität und Dauer der Primärproduktion (insbesondere von Phytoplanktonblüten) und die nachfolgende Nutzung, Umwandlung und Sedimentation des produzierten organischen Materials im System erforderlich.

Ziel des Vorhabens sind prozeßorientierte Arbeiten, um Kopplungsmechanismen zwischen Meeres, Wasser und Meeresboden in der Eisrandzone des Barentsmeers unter Frühjahrsbedingungen zu identifizieren und zu quantifizieren. Dabei sind auch strukturelle Eigenschaften und die Diversität der Teilsysteme ebenso wie die den Prozessen zugrundeliegenden physiologischen Anpassungen zu untersuchen.

Unsere Forschungen werden sich auf Schnitte durch die hoch-produktive Eisrandzone (MIZ) konzentrieren, wodurch spätwinterliche bis zeitige Frühlingsverhältnisse erfaßt werden. Gerade für diese Übergangsjahreszeit sind die Kenntnisse über die bestimmenden Umweltbedingungen und die ökologischen Prozesse äußerst dürftig. Wir nehmen an, daß zu dieser Zeit eine hohe Primärproduktion durchaus schon eine starke Sekundärproduktion des Zooplankton und/oder des Benthos nach sich ziehen kann (starke Kopplung). Die Stärke der jeweiligen Kopplung hängt ab von den Interaktionen im Wasser, von advektiven Transporten (etwa durch Zufuhr von Grazern, Im- und Export von organischem Material) und vom Sedimentationsgeschehen.

Dieses Vorhaben stellt einen Beitrag zum europäischen Projekt "The Arctic Ocean System in the Global Environment" (AOSGE) dar, das zur Zeit bei der EU-Kommission im Rahmen von MAST III begutachtet wird, z.T. auch schon durch Mittel der norwegischen und deutschen Forschungsministerien finanziert wird.

#### Ziele

Es sollen die Struktur der Phytoplanktongemeinschaften und der vertikale Partikelfluß im freien Wasser, in der Eisrandzone sowie im Packeis des zentralen bis nördlichen Barentsmeers untersucht werden. Schwerpunkt dieser Arbeiten ist es, zum Verständnis der Kopplung zwischen Phytoplankton und Zooplankton sowie des Partikelflußgeschehens während des Spätwinters beizutragen. Der Partikelfluß verbindet das pelagische mit dem benthischen Teilsystem und versorgt letzteres mit Nahrung.

#### Geplante Aktivitäten:

- Untersuchungen der Phytoplanktonzusammensetzung und -biomasse, sowie Verteilung und Veränderung von Summenparametern wie partikulärem organischen Kohlenstoff und Stickstoff, biogenem Silikat und Chlorophyll-a.
- Beprobung des Zooplanktons zur Erfassung des Fraßdrucks (grazing) und zur Bestimmung des Anteils des Larvenplankton innerhalb der Sukzession vom offenen Wasser über die Eisrandzone ins winterliche Packeis.
- Erfassung der Zusammensetzung und Menge der sedimentierenden organischen Substanz mit einer verankerten Sedimentfalle, die nach ein bis zwei Monaten wieder geborgen werden soll. Im aufgefangenen Material werden die gleichen Parameter untersucht wie in der Wassersäule; zusätzlich werden Kotballen von Zooplanktern erfaßt.

In den von spätwinterlichen bis frühlinghaften Bedingungen reichenden Gradienten der Schnitte über die Eisrandzone sollen Gemeinschafts- und Populationsstrukturen, Reproduktionsstatus und Aktivitätsmuster vor allem des Zoobenthos untersucht werden.

- Dazu gehören quantitative Benthosproben, Untersuchungen zur Respiration benthischer Gemeinschaften, zu Populationsdynamik, Lebenszyklus und Ernährungsweise ausgewählter "Schlüsselarten" sowie Arbeiten zum Energiefluß (Wege, Umwandlung und Schicksal organischen Kohlenstoffs).
- Darüber hinaus werden Untersuchungen zur Biomasseverteilung, zur Diversität und über Gemeinschaftsstrukturen durchgeführt, um Datensätze zu ergänzen, die z.B. während "Arctic EPOS" mit FS "Polarstern" im Jahr 1991 und im Rahmen norwegischer Programme (z.B. "PROMARE") gewonnen wurden.

Physiologische Experimente an benthischen Organismen auf molekularem und zellulärem Niveau werden sich auf die Koordination und adaptive Modulation energieverbrauchender und -produzierender Prozesse konzentrieren. Hierbei soll insbesondere die Bedeutung der konstant niedrigen Temperatur und der extrem saisonalen Nahrungsverfügbarkeit erarbeitet werden. Von vorrangigem Interesse sind die physiologischen Prozesse, die das zelluläre Energieniveau aufrechterhalten sowie solche, die zur Regulation des Säure-Basen- und Ionenhaushaltes beitragen. Hier liegt das Augenmerk auf der Bestimmung des intrazellulären pH-Wertes oder der Gibb'schen freien Energie der ATP-Hydrolyse. Diesen Parametern wird eine Rolle in der Drosselung oder Aktivierung des Stoffwechsels zugesprochen, wie sie in Reaktion auf Umgebungseinflüsse zu erwarten sind.

Erste Untersuchungen sind an Bord geplant, aber schwerpunktmäßig sollen benthische Tiere gesammelt und zur weiteren Untersuchung an das AWI transportiert werden.

Falls möglich, sollen auch Gewebe- und Körperflüssigkeitsproben von Cephalopoden gesammelt werden, um vergleichende Untersuchungen zur Leistungsphysiologie von Kaltwassercephalopoden (vor allem Kalmaren) fortzusetzen.

Die Ergebnisse zu Produktivität, Partikelfluß und Energietransfer innerhalb bzw. zwischen den Ökosystem-Kompartimenten sollen zur Weiterentwicklung von ersten Modellen über den Energiefluß im Barentsmeer genutzt werden, z.B. des nach der EPOS-Expedition 1991 entwickelten Sommer-Modells. Diese Modelle sollen auch für das Teilprogramm über Kohlenstoffflüsse des AOSGE genutzt werden.

## **2.2 Multidisziplinäre Untersuchungen am arktischen Packeis (IPÖ, SFB, SIO)**

### **Hintergrund**

Das Meereis bedeckt zwischen 7 (Sommer) und 14 (Winter) Millionen km<sup>2</sup> des arktischen Ozeans. Die Grönländische See bildet die Hauptaustauschregion des mehrjährigen Packeises des Arktischen Mittelmeeres mit den angrenzenden Meeresregionen. Frühere physikalische, chemische und biologische Untersuchungen hatten im Laufe des Frühlings, Sommers und Herbstes stattgefunden. Deshalb werden die von uns geplanten Studien sich schwerpunktmäßig mit saisonalen Aspekten des Winter-Frühjahr Übergangs befassen.

### **Ziele**

Das arktische Meereis ist von einer diversen Gemeinschaft unterschiedlichster Organismengruppen besiedelt. Unser wissenschaftliches Hauptinteresse liegt in der gemeinschaftlichen Erfassung von mikrophysikalischen Parametern in Relation zum Vorkommen und der Verteilung der Meereislebensgemeinschaften. Hierzu sollen Eisproben auf Eischollen entweder direkt von "Polarstern" aus oder unabhängig unter Einsatz von Hubschraubern gewonnen werden.

Die physikalischen Untersuchungen werden die Bestimmung von Eistemperatur und -salzgehalt beinhalten. Detaillierte Studien sollen sich mit der feinskaligen Verteilung von gelöstem und partikulärem Silikat in Eisschollen befassen, wobei insbesondere die Frage der Lösung von Diatomeenschalen im Eismilieu auch experimentell bearbeitet werden soll.

Die biologischen Untersuchungen sollen sich auf die qualitative und quantitative Erfassung der gesamten Meereislebensgemeinschaft (Viren bis Metazoen) konzentrieren. Besonderes Augenmerk soll auf spezielle Anpassungen der Eisorganismen zur Überbrückung des polaren Winters, wie z.B. der Bildung von Ruhesporen oder Lipid-Vorräten, gelegt werden. Taxonomische Untersuchungen werden sich speziell mit den bisher wenig Beachtung findenden Eisflagellaten auseinandersetzen. Hierzu soll Lebendvideomikroskopie an Eisproben an Bord "Polarstern"s durchgeführt werden. Weiterhin sollen Wachstums- und Wegfräbexperimente Einblicke in die Dynamik des Nahrungsnetzes der sympagischen Lebensgemeinschaft vermitteln.

Nach der langen Dunkelperiode des arktischen Winters nutzen die Eisalgen die kurzweilige Einstrahlung im Frühjahr, um Photosynthesepigmente zu synthetisieren, Biomasse aufzubauen und sich zu vermehren. Dieser Prozess endet, wenn ein oder mehrere wachstumsbegrenzende Faktoren auftreten. Der Einfluß der Herbivoren und die sich erschöpfenden Nährsalze sind hauptverantwortlich für die Begrenzung des Algenwachstums. Während der Wachstumsphase produzieren die Algen Assimilate, die durch unterschiedliche Stoffwechselwege in Lipide, Proteine, Polysaccharide und kleinmolekulare Verbindungen wie Aminosäuren umgebaut werden. Die Mengenverhältnisse zwischen diesen photosynthetischen Endprodukten bleiben während der Wachstumsphase nicht konstant, sondern variieren mit dem physiologischen Zustand der Algen. Bei polaren Algen wird oft zum Ende der Wachstumsphase ein Anstieg der Lipidfraktion beobachtet. Eine mögliche Ursache könnte in der Erschöpfung anorganischer Nährstoffe liegen, die die Algen veranlaßt, Triglyceride als Reservestoffe zu bilden. Diese Hypothese soll durch Kulturexperimente mit der Eisalgengemeinschaft während der Expedition ARK XIII/1 überprüft werden. Hierfür wird der Einbau von  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$  in die Proteine, Polysaccharide, kleinmolekulare Metabolite und Lipide in einem Langzeitexperiment verfolgt. Um den prozentualen Anteil der produzierten Triglyceride an den Gesamtlipiden zu erfassen, wird die Lipidfraktion durch die Säulenchromatographie in Phospholipide, Glykolipide und Triglyceride aufgetrennt. Durch Bestimmung der Chlorophyllkonzentration und Algenabundanz werden die sich ändernden Biomassen der Algen erfaßt. Weiterhin werden die gelösten Nährsalze, genauso wie partikulärer Stickstoff und Kohlenstoff, kontinuierlich über den Untersuchungszeitraum bestimmt. Der Einsatz von speziellem Fluoreszenzfarbstoff (Nil-Rot) für Triglyceride ermöglicht eine optische Kontrolle der biochemisch gemessenen Produktionsraten.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Untersuchung der sympagischen (eis-assoziierten) Meiofauna. Im Packeis umfaßt diese Gruppe hauptsächlich Nematoden, Copepoden, Turbellarien, Rotorien und Ciliaten. Die Abhängigkeit der Vertikalverteilung einzelner Gruppen der sympagischen Meiofauna von anderen Parametern wie z.B. der Temperatur, der Salinität geschmolzener Eiskernsegmente, des Volumens des Solekanalsystems, des Chlorophyll-a-Gehaltes und der bakteriellen Biomasse wird bestimmt.

Zur Ermittlung der Abundanz und Biomassen einzelner taxonomischer Gruppen werden Eiskernsegmente geschmolzen und über Gaze filtriert, so daß die Organismen angereichert werden. Diese werden dann mit einem Binokular und mit Hilfe der Licht- und Epifluoreszenzmikroskopie untersucht und mit einem Videosystem gefilmt. Genauere taxonomische Untersuchungen und die Bestimmung der Zellgrößen werden nach Abschluss der Expedition durchgeführt. Innerhalb dieser Untersuchungen wird die Gruppe der Ciliaten besonders berücksichtigt. Diese Gruppe wird speziell in Bezug auf unterschiedliche Ernährungstypen (Auto-, Mixo- und Heterotrophie) untersucht. Über Produktionsabschätzungen und in Kulturen ermittelten Bruttowachstumseffizienzen wird der Fraßdruck heterotropher Formen indirekt errechnet. Diese Ergebnisse werden mit direkten Methoden überprüft. Hierzu dienen Grazingversuche mit FLB's (fluorescently labeled bacteria) und FLA's (fluorescently labeled algae). Hierzu werden

abgetötete Bakterien und Algen mit einem Epifluoreszenzfarbstoff gefärbt und anschließend in Tracerkonzentrationen Ciliatenkulturen und aufgetauten Eisproben zugefügt. Über epifluoreszenzmikroskopisch ermittelte Ingestionsraten läßt sich dann der Fraßdruck ermitteln.

Zusätzlich wird die Primärproduktion (14C-Methode) und die bakterielle Sekundärproduktion (3H-Methyl-Thymidin-Methode) für spezielle Horizonte des Meerereises gemessen. Diese Ergebnisse ermöglichen eine Aussage über den Einfluss heterotropher Ciliaten nicht nur auf die ermittelte Bakterien- und Algenbiomasse, sondern auch auf die Primär- und Sekundärproduktion. Die neu gewonnenen Daten stellen eine Ergänzung zu Ergebnissen früherer Expeditionen dar. Sie beinhalten erstmals Angaben für direkt gemessene Ingestionsraten sympagischer Ciliaten und Daten zur bakteriellen Sekundärproduktion in verschiedenen Eishorizonten. Zusätzlich können die Ergebnisse zur Verteilung der Meiofauna in einem frühen Zeitpunkt im Jahr für einen interessanten Vergleich mit schon vorliegenden Daten aus anderen Jahreszeiten genutzt werden.

Die Grenzschicht zwischen der Eisunterseite und der Wassersäule ist ein ganz besonderer Lebensraum mit speziellen abiotischen (z.B. Temperatur und Salzgehalt) und biotischen (z.B. Algenmatten) Bedingungen. Die Fauna, die diesen Lebensraum besiedelt, besteht aus drei Gruppen: 1. den Unterreis-Amphipoden, die an der Unterseite des Eises leben, 2. der pelagischen Sub-Eis-Fauna, Planktonorganismen, die in der Wasserschicht direkt unter dem Eis leben, und 3. der sympagischen Sub-Eis-Fauna, Vertretern der Eisfauna, die in diese Grenzschicht einwandern.

Während früherer Expeditionen konnte dieser Lebensraum im Sommer und Herbst untersucht werden. Die jetzige Fahrt bietet eine Gelegenheit, die Besiedlung und Prozesse unter dem Eis im Frühling/Frühsummer zu studieren. Diese Jahreszeit ist von besonderem Interesse, weil unter der Annahme, daß die Eisalgenproduktion vor der Phytoplanktonproduktion einsetzt, eine Vielzahl von Organismen unter dem Eis erwartet wird, die diese Nahrungsquelle nutzt.

Zur Beschreibung der morphologischen Strukturen und zur Aufnahme der Amphipoden-abundanzen wird ein Unterreis-Videosystem zum Einsatz kommen, die quantitative Beprobung der Sub-Eis-Fauna erfolgt mit einer Pumpe, und verschiedene abiotische Parameter zur Charakterisierung des Habitats sollen ebenfalls erfaßt werden. Außerdem sollen Experimente zur Nahrungsökologie, zur Fettspeicherung und zur Partikelproduktion an Bord "Polarstern" durchgeführt werden. Dem Partikelfluß vom Eis in die Wassersäule wollen wir mit Sedimentfallen unter dem Eis auf die Spur kommen (s. Partikelflußgruppe SFB 313).

## **2.3 Zooplanktonökologie**

### **2.3.1 Pelagische Produktionsbedingungen während der Frühjahrs-situation im Epipelagial und der Wasser-Eis-Grenzschicht (SFB, IPÖ)**

#### **Hintergrund**

Die planktologischen Untersuchungen umfassen die pelagischen Prozesse, die zur Bildung, Modifikation und Sedimentation von biogenen Partikel in der Eisrandzone (MIZ) der östlichen Grönlandsee führen. Mit den Untersuchungen der Ökosysteme im biologischen Frühjahr, der bedeutendsten Zeit für die biogene Partikelproduktion, sollen Erkenntnisse über die unterschiedlichen Partikelquellen im Pelagial und im Eis gewonnen und bestehende Datenlücken geschlossen werden.

#### **Ziele**

Pelagische und eisassoziierte Prozesse in den oberflächennahen Wasserschichten stehen daher im Vordergrund der Untersuchungen. Sie sollen auf Schnitten innerhalb der MIZ und des festen Packeises auf 75°N und 81°N untersucht werden und zur Charakterisierung der unterschiedlichen Produktionsregime beitragen. Hierfür sind Bestimmungen von Biomasse und

Zusammensetzung des Phytoplanktons (Mikroskopie), biochemischer Summenvariablen (C, N, P, Si) und Phytoplanktonpigmente (Fluorometrie, HPLC-Technik) sowie die hydrographische Vermessung der Wassermassenverteilungen (CTD) vorgesehen. Zusammen mit den vertikalen und horizontalen Verteilungen der Nährstoffe können Aussagen über die potentiell primär produzierte Biomasse und den aktuellen Zustand des Systems gemacht werden. Für die Beprobung sind Wassers schöpfer und Planktonnetze vorgesehen.

Untersuchungen der durchmischten Schicht in der Eisrandzone zeigen eine große Heterogenität in der Verteilung der verschiedenen Ökosystemvariablen, die bei den herkömmlichen Beprobungen mit CTD und Wassers schöpferrossette mit dem Grad der Eisbedeckung nicht konform sind. Daher ist eine hochaufgelöste Beprobung der oberen 10 m der Wassersäule mit Wassers schöpfern vom Bugausleger geplant, an die sich die Bestimmung biochemischer Variablen anschließt. Die hochaufgelösten Beprobungen der oberen Meter der Wassersäule sollen durch Messungen der Planktonverteilung und biochemischer Variablen unter dem Eis mit Hilfe von Planktonnetzen und Wassers schöpfern ergänzt werden. Weiterhin sollen mit der HPLC-Technik Algenpigmente aus Eiskernen untersucht werden, die im Vergleich mit Ergebnissen aus der Wassersäule Aufschluß über die Modifikationsprozesse während des Freisetzens und Absinkens eisassoziiertes Algen und Phytoplankter liefern können.

In Untersuchungen in der Wasser-Eis Grenzschicht werden zum einen die Lebensgemeinschaften dieses speziellen Habitats beschrieben und zum anderen experimentelle Studien zur Partikelproduktion durch Organismen durchgeführt. Weiterhin werden Untersuchungen zur vertikalen Verteilung des Silikats im Eis durchgeführt (s. Beitrag Meeresgruppe).

Die seit 1988 im SFB 313 durchgeführten Langzeitmessungen zum vertikalen Partikelfluß sollen während ARK XIII-1 mit dem Bergen einer Jahresverankerung auf 75°N abgeschlossen werden. Darüber hinaus ist der Einsatz einer Kurzzeitverankerung in der MIZ auf 75°N geplant, die hochaufgelöste Informationen über die kurzfristigen Veränderungen des Partikelflusses während Zeiten hoher Produktion sowie dessen Zusammenhang mit dem Grad der Eisbedeckung (in Zusammenarbeit mit der Satellitenfernerkundung) liefern soll. Weiterhin ist der Einsatz einer automatischen Sinkstofffalle vorgesehen, die 20m unter einer Eisscholle hängend über mehrere Tage die direkt aus dem Eis emittierten Partikel sammeln soll. Diese Arbeiten werden durch Tageseinsätze kleinerer Sinkstofffallen ergänzt, die die Freisetzung von Partikeln an den Rändern der Eisschollen dokumentieren sollen.

In Laborexperimenten sollen Algengruppen der speziellen Prymnesiophyceen-Population der Barents-See isoliert, in Kultur genommen und anschließend ihre Pigmentsignatur mittels HPLC-Technik untersucht werden. Weiterhin werden Kulturen natürlicher Phytoplanktonpopulationen angelegt und an Zooplankton verfüttert. Diese Experimente dienen der Untersuchung der Pigmentmodifikation durch unterschiedliche Zooplanktongruppen, die maßgeblich das pelagische Pigmentmuster der Partikel auf dem Weg zum Meeresboden verändern können.

### **2.3.2 Zooplankton Abundanz und Produktion (AWI)**

#### **Hintergrund**

Meeresgebiete, in denen verschiedene Wassermassen aufeinandertreffen wie Schelfränder und Eisrandgebiete, sind in der Regel sehr dynamisch und gehören deshalb zu den produktivsten Regionen. Das Verständnis ihrer Produktivität erfordert Untersuchungen der mesoskaligen biologischen Prozesse. Dazu ist ein relativ feinmaschiges Probennahmegitter erforderlich. In Anbetracht des Fahrttermins erwarten wir unterschiedliche biologische Szenarien in den ein-

zelen Wassermassen des Arbeitsgebietes: Im Atlantikwasser dürfte das Futter in der Wassersäule aufgebraucht sein und die Wachstums- und Fortpflanzungsperiode des dominanten Copepoden *Calanus finmarchicus* ihrem Ende zugehen. In der Eisrandzone dagegen erwarten wir aufgrund der Fronten- und Eisranddynamik eine Frühjahrsblüte mit entsprechender Aktivität im Zooplankton. Unter dem Packeis kann wegen Lichtmangels kein Phytoplankton wachsen, und das Zooplankton findet dort noch Winterbedingungen vor.

### **Ziele**

Zur Beschreibung der einzelnen Gebiete werden auf Schnitten senkrecht zum Eisrand Abundanz und Vertikalverteilung des Mesozooplanktons sowie seine Biomasse aus Multinetz- bzw. Bongonetzfängen bestimmt. Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt werden an ausgesuchten Arten gemessen. Zur Abschätzung der mesoskaligen Variabilität der Sekundärproduktion in Fronten- und Eisrandgebieten hat sich die Messung der Eiproduktion dominanter *Calanus*-Arten als geeignetes Werkzeug erwiesen. Die Eier und Nauplien in der Wassersäule werden in den Proben des Kranzwasserschöpfers (30 L Volumen) gezählt, die Eiproduktion einzelner Weibchen von *Calanus finmarchicus* und *C. glacialis* werden im Labor direkt nach dem Fang bestimmt.

Grazing und Kotballenproduktion des Zooplankton tragen erheblich zum Fluß von partikulärer organischer Substanz (POM) aus dem Epipelagial zum Boden teil. Einerseits kommt es durch die Nahrungsaufnahme, Freisetzung von Nährstoffen und gelöster organischer Substanz und das Aufbrechen schnell sinkender Kotballen und Aggregate zum Recycling von POM in der euphotischen Zone. Andererseits wird das Absinken von POM aus den produktiven Wasserschichten durch die Bildung von Kotballen und Kadavern gefördert. Außerdem modifiziert das Zooplankton die Qualität des sedimentierenden Materials durch selektive Nahrungsaufnahme, selektive Assimilation des aufgenommenen Materials und durch die Bildung von Mikrohabitaten auf Kotballen, die einzigartige physiko-chemische Eigenschaften besitzen. Aus Untersuchungen des Grazing und der Kotballenbildung an wichtigen Vertretern verschiedener Trophiestufen im Epipelagial und des Schicksals ihrer Kotballen erwarten wir ein besseres Verständnis des Beitrages des Zooplanktons zum Flux von POM und seiner Umformung in der Wassersäule.

Die Nahrungsaufnahme soll durch Darmuntersuchungen und die Kotballenproduktion durch direkte Messung an dominanten Arten im Labor bestimmt werden. Die Verteilung der Kotballen in der Wassersäule wird in den Proben des Kranzwasserschöpfers bestimmt. Auch ein Vergleich mit dem Sedimentfallenmaterial ist geplant.

## **2.2.3 Lipidbiochemie des Zooplanktons (IPÖ, SFB)**

### **Hintergrund**

Die Zooplankton-Untersuchungen des IPÖ werden im Rahmen des Kieler SFB 313 und des AOSGE in enger Zusammenarbeit mit dem AWI (AG Dr. Kattner, Dr. Hirche) durchgeführt. Die Analysen der chemischen Zusammensetzung des Zooplanktons (Schwerpunkt Lipide) im Mai/Juni 1997 sollen unsere während ARK IX/1 (Februar/März 1993), ARK VIII/1 (Juni 1991), ARK VII/2 (Juli/August 1990), ARK XI/2 (Oktober 1995) durchgeführten Untersuchungen zur saisonalen Energiespeicherung des Zooplanktons in hochpolaren Ökosystemen vervollständigen. Außerdem soll das Potential spezifischer Lipidkomponenten als Biomarker in der Nahrungskette sowie für Energieflußbetrachtungen genutzt werden.

### **Ziele**

An Stationen, an denen es die Eissituation erlaubt, soll zur Beprobung fluchtfähiger Makroplankton-Arten das "Rectangular Midwater Trawl" RMT 1+8 horizontal geschleppt, im übrigen aber das Multinetz eingesetzt werden (Vertikalstufenfänge, 1000 - 0 m). Die Netzfänge dienen

der Ermittlung der Horizontal- und Vertikalverteilung des Zooplanktons (Abundanz, Biomasse) sowie der Erfassung populationsdynamischer Parameter (Größe, Altersstruktur, Stadienverteilung etc.). Zur Beschaffung von Planktonmaterial für experimentelle und biochemische Untersuchungen kommt außerdem das Bongonetz zum Einsatz.

Im Rahmen des interdisziplinären AOSGE-Projektes werden während der Expedition ARK XIII/1 die Ernährungsweise und der Energiehaushalt ausgewählter Zooplanktonarten untersucht. Im Mittelpunkt der Arbeit stehen omni- und carnivore, meso- bis bathypelagisch verbreitete Arten, deren Lebensweise, physiologische Anpassungen und ökologische Bedeutung bisher nur ansatzweise erforscht sind. Ergänzt werden die Untersuchungen durch ein umfangreiches experimentelles Programm, zu dem Fütterungs- und Hungereperimente sowie Respirationenmessungen gehören.

Diese Untersuchungen während einer kritischen Übergangsphase (Frühling/ Sommer) sollen unser Verständnis für die unterschiedlichen Lebenszyklen im Plankton vertiefen, den Grad ihrer Abhängigkeit von saisonalen und hydrographischen Faktoren (Licht, Eisbedeckung, Nahrungszufuhr, Wassermassen) verdeutlichen und damit zu einer differenzierten Analyse dieses hochpolaren Ökosystems beitragen.

#### 2.3.4 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ Verteilung in Lipiden arktischer Copepoden (AWI)

##### Hintergrund

Das Interesse bei den Untersuchungen der stabilen Kohlenstoffisotopenverteilung, liegt in der Untersuchung des Kohlenstoffkreislaufes, der Quantifizierung und Charakterisierung des Kohlenstoffflusses zwischen verschiedenen trophischen Stufen sowie bei der Identifikation der Futterquellen von Tieren. Im Meer findet die größte biogene Fraktionierung von Kohlenstoffisotopen bei der Kohlenstoffassimilation während der Photosynthese statt. Dies bewirkt, daß ein Großteil der marinen Biomasse relativ zum DIC an  $^{13}\text{C}$  verarmt ist. In der Nahrungskette findet ein cumulativer Anstieg von  $^{13}\text{C}$  mit jeder trophischen Stufe statt, da bevorzugt  $^{12}\text{C}$  über die Atmung ausgeschieden wird. Weitere Fraktionierungen finden bei der Biosynthese von biochemischen Fraktionen, wie Lipiden, Proteinen und Kohlenhydraten statt.

##### Ziele

Polare Copepoden bilden umfangreiche Lipiddepots, um sich an die ausgeprägte Saisonalität des Nahrungsangebotes sowie den konstant tiefen Temperaturen anzupassen. Die Gattung *Calanus* und nahe Verwandte stellen den größten Teil der Biomasse der Zooplankter dar. In der Nahrungskette sind sie das Bindeglied zwischen den Primärproduzenten (Phytoplankton) und den Fischen. Ihre, in Form von Neutralfetten gespeicherte Energie, können sie höheren trophischen Ebenen zur Verfügung stellen.

Neutralfette (Lipide), die im Zooplankton *de novo* synthetisiert werden, müßten einen höheren Anteil an  $^{13}\text{C}$  haben, als Fettsäuren, die aus der Nahrung direkt eingebaut werden, da sie aus  $^{13}\text{C}$  angereichertem, körpereigenem Material aufgebaut werden. Das bedeutet, daß man aus dem Unterschied des  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnisses die Herkunft der Fettsäuren bestimmen kann und somit neue Erkenntnisse über die Lipidbiosynthese erhält.

## 2.4 Benthosbiologie

### 2.4.1 Besiedlungs- und Aktivitätsmuster der Benthosgemeinschaften am ostgrönländischen Kontinentalhang (SFB, IPÖ)

#### Hintergrund

Schwerpunkt der Arbeiten der Benthosgruppe ist die Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen der Bodennepheloidschicht (BNL) und der obersten Sedimentschicht. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß physikalische Resuspension von marinen Sedimenten sowie Bioentrainment zu erhöhten Partikelkonzentration im bodennahen Wasserkörper führen kann. Selbst bei geringen bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten kann der laterale advective Partikelfluß für eine Benthosgemeinschaft wichtiger sein, als die Menge vertikal sedimentierender Partikel. Dadurch sind für die endgültige Ablagerung von Partikeln nicht nur die am Meeresboden eintreffende Partikelmenge sondern neben groß- und kleinräumiger Topographie besonders die Biodepositionsleistungen der vorherrschenden Benthosgemeinschaften wichtig. Die Biodeposition wird durch die Dichte und Zusammensetzung der Benthosgemeinschaft sowie der Fähigkeit der Benthosorganismen, vorbeidriftende Partikel aktiv zu fangen, gesteuert.

#### Ziele

Die zentrale Fragestellung der Benthosarbeitsgruppe besteht in der Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen der Menge und der Zusammensetzung des Partikelflusses in der BNL und den Verteilungsmuster und Aktivität der Benthosgemeinschaften.

Das Arbeitsprogramm umfaßt die Untersuchung

- der benthopelagischen Kopplung am nordostgrönländischen Kontinentalhang im "biologischen" Frühjahr
- der Verteilungsmuster und der Struktur von Makrobenthosgemeinschaften am Meeresboden und in der BNL,
- mikro- und mesoskaliger Verteilungsmuster der Benthosgemeinschaften,
- der quantitativen und qualitativen Zusammensetzung des Partikelflusses in der BNL,
- metabolischer Aktivitäten der Gesamtsedimentgemeinschaft sowie einzelner ausgewählter Makrobenthosorganismen.

Diese Ziele sollen durch den Einsatz verschiedenster Probennahmegeräte auf zwei hangnormalen Stationstransekten auf dem nordostgrönländischen Kontinentalhang erreicht werden. Beide Transekte sollen einerseits Aufschluß über die Tiefenverteilung von benthischen Besiedlungs- und Aktivitätsmustern vom Kontinentalfuß bis zum Schelf geben. Andererseits soll benthopelagische Kopplung unter dem Einfluß variabler pelagischer Produktionsverhältnisse an der Eiskante, in lockerer Eisbedeckung und im eisfreien Wasser bearbeitet werden. Ein Transekt auf 75°N soll auf dieser Reise zum dritten Mal beprobt werden. Ein zweites nördlicheres Transekt, soweit nördlich, wie es die vorherrschenden Eissituation erlaubt, bietet die Möglichkeit, die Fragestellungen im Bereich permanenter Eisbedeckung zu beproben. Ein weiterer Schwerpunkt wird die mehrfache Beprobung der benthischen Aktivitätsmuster an der Position der SFB-Jahresverankerung auf 75°N sein.

Zur Beprobung der epibenthischen Megafauna wird ein Epibenthoschlitten (EBS) sowie Bodenfotografie eingesetzt. Die Besiedlungsmuster der epibenthischen und endobenthischen Makrofaunagemeinschaften erfolgt mit Hilfe eines Großkastengreifers (GKG). Biogeochemische Parameter werden an Sedimentproben aus dem Multiple Corer erfaßt. Der Bodenwasserschöpfer liefert Proben zur Bearbeitung der Zusammensetzung sowie der mikrobiologische Modifikation von Partikeln im bodennahen Wasserkörper.



#### 2.4.2      **Trophische Stellung ausgewählter Benthosorganismen** (IPO)

##### **Hintergrund**

Benthische Gemeinschaften sind abhängig vom Import organischen Materials aus der euphotischen Zone. Beim Umsatz diesen Materials spielen vor allem Echinodermen eine wesentliche Rolle.

##### **Ziele**

Um verschiedene Aspekte der Reaktion epibenthischer Organismen, insbesondere Echinodermen, auf einen stark saisonal geprägten organischen Eintrag zu verstehen, sollen Fütterungsexperimente an Bord durchgeführt werden. Dazu werden lebende Individuen in Absprache mit den anderen Arbeitsgruppen aus Epibenthoschlitten- und Agassiztrawl-Fängen gesammelt und in Aquarien gehältert. Dort sollen sie unter kontrollierten Bedingungen einem in Qualität und Quantität unterschiedlichen Nahrungsangebot ausgesetzt werden. Zusätzlich zu Mageninhaltsanalysen können so Informationen über Ernährungsweisen und Nahrungspräferenzen gewonnen werden. Diese Arbeiten sollen auf dem folgenden Fahrtabschnitt (ARK XIII/2) fortgesetzt werden.

Die Analysen der Lipidzusammensetzung ausgewählter Benthosorganismen im Mai/Juni 1997 sollen die während ARK VII/2 (Juli/August 1990) in enger Zusammenarbeit mit dem AWI (Dr. Kattner, Dr. Graeve) durchgeführten Untersuchungen zur Energiespeicherung und trophischen Einordnung des Zoobenthos in hochpolaren Ökosystemen fortführen. Dabei soll das Potential spezifischer Lipidkomponenten als Biomarker in der Nahrungskette sowie für Energieflußbetrachtungen genutzt werden. Aufbauend auf den Arbeiten von 1990 soll vor allem die vermutete intraspezifische größenabhängige Variabilität der Lipidzusammensetzung näher untersucht und die Interpretation der Lipidanalysen mit "traditionellen" Magen-Darm-Inhaltsuntersuchungen unterfüttert werden. Die Arbeiten sollen sich deshalb auf die gleichen abundanten Arten wie 1990, vor allem Crustaceen und Ophiuriden, konzentrieren. Dazu werden Tiere in Absprache mit den anderen Arbeitsgruppen aus Epibenthoschlitten- und Agassiztrawl-Fängen gesammelt, Gewebeproben entnommen und für spätere Laboranalysen durch Tiefrostung bei -80 °C konserviert. Referenzexemplare zur Artbestimmung und Magen-Darm-Untersuchung werden in Formalin fixiert.

#### 2.4.3      **Arktische Fauna der Asselspinnen und deren Phylogenie** (ZIG)

##### **Hintergrund**

Im Göttinger Zoologischen Institut besteht ein Forschungsschwerpunkt zur Phylogenie der Arthropoden. Dabei nehmen die Asselspinnen (Pantopoden) eine Schlüsselstellung ein. Die Pantopoden sind eine faszinierende aber artenarme Gruppe maritimer Gliedertiere, die schon im Erdaltertum in fast derselben Form vorkamen. Ihren wissenschaftlichen Namen haben sie aufgrund ihres eigenartigen Körperbaues erhalten, der aus einem winzigen Rumpf und überdimensionierten Beinen besteht. Die Spannweite ihrer Beine kann bis zu 70 cm betragen (die kleinsten Formen sind nur wenige Millimeter groß). Die Pantopoden ernähren sich von verschiedenen Arten der Cnidaria.

##### **Ziele**

Anhand von morphologischen Arbeiten, die durch molekularbiologische Untersuchungen ergänzt werden können, sollen zunächst die Verwandtschaftsbeziehungen innerhalb der Pantopoda geklärt werden. Darüber hinaus gilt es, die Schwestergruppe der Pantopoda zu ermitteln. Diese letztere Zielsetzung ist insofern erneut reizvoll geworden, als in letzter Zeit völlig neue Verwandtschaftshypothesen über die ursprünglichen Arthropoden entwickelt worden sind. Zugleich erhoffen wir neue Erkenntnisse über die Pantopodenfauna der Arktis.

Innere Strukturen sollen in besonderem Maße berücksichtigt werden. Daher ist auch möglichst frisches Material wichtig. Auf der Expedition sollen Pantopoden aus Agassiz-Trawls und anderen Fängen entnommen und sie, soweit möglich, auch gehältert werden, um durch Beobachtungen an lebenden Tieren unsere Kenntnisse zu erweitern. Schließlich sollen möglichst viele Tiere in geeigneter Weise konserviert werden, um sie für morphologische Untersuchungen zu verwenden.

## **2.5 Satellitenfernerkundung (MGO)**

### **Ziele**

Das Programm der Remote Sensing Gruppe beinhaltet drei Schwerpunkte. Der erste Punkt umfaßt die Bereitstellung von Meereis-Informationen zur Unterstützung des wissenschaftlichen Programms, wodurch die Bereitstellung von Eisinformationen für die Navigation eine effektive Durchführung der geplanten wissenschaftlichen Arbeiten, besonders in den schwer zugänglichen Gegenden bei 81°N und auf 75°N bis auf den Schelf gewährleistet wird. Mit Hilfe der TeraScan Empfangsstation an Bord von "Polarstern", mit der die NOAA AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) und DMSP SSM/I (Special Sensor Microwave Imager) empfangen werden können, soll dies ermöglicht werden. Sobald die SSM/I Daten der nördlichen Hemisphäre entschlüsselt worden sind, stellt ihre Bearbeitung kein Problem mehr dar, wie sich im erfolgreichen Empfang und der Bearbeitung der SSM/I Daten auf "Polarstern" während ANT XIV/2 gezeigt hat. Speziell die Nutzung des SSM/I 85 Ghz Algorithmus mit seiner 12.5 km Auflösung stellt einen großen Fortschritt dar, da er für verschiedene Wetterverhältnisse sowie für Messungen am Tag und in der Nacht entwickelt worden ist. Der zweite Schwerpunkt ist die Dokumentation der Eisbedingungen für das biologische Programm durch die Nutzung mehrerer täglicher Satellitenumläufe des SSM/I und des AVHRR Sensors (soweit es die Wolkenbedeckung zuläßt) für das gesamte Untersuchungsgebiet. Der dritte Schwerpunkt ist die Bestimmung des Beginns der Eisschmelze, angezeigt durch den starken Anstieg der SSM/I-Helligkeitstemperatur sowie durch die Messung des Gehaltes an freiem Wasser in der Schneeschicht auf dem Meereis. Die Wassergehaltsmessungen sollen als Bestandteil des Helikopterprogrammes der biologischen Arbeitsgruppen durchgeführt werden.

## **2.6 Biooptik (AWI)**

### **Hintergrund**

Das Vorkommen von Photosystem II Einheiten mit extrem langsamen Elektronentransferraten (sogenannte inaktive Zentren) ist gut sowohl in höheren Pflanzen als auch für Phytoplankter dokumentiert. Die funktionelle Rolle dieser inaktiven Zentren jedoch ist bisher unbekannt. Eisalngemeinschaften in der Arktis sind relativ gleichförmigen Lichtbedingungen ausgesetzt. Unter solchen Bedingungen ist es unwahrscheinlich, daß die Menge der inaktiven Zentren die Überlebensstrategien der Algen beeinflußt. Mit Beginn der Eisschmelze im Frühjahr gelangt die Phytoplanktongemeinschaft plötzlich unter ein völlig anderes Lichtregime. Unter diesen Bedingungen würde die Aktivierung der inaktiven Zentren die Primärproduktionsrate um bis zu 30% erhöhen können.

### **Ziele**

Die genaue quantitative Bestimmung der inaktiven Zentren in natürlichen Gemeinschaften ist durch den Einsatz eines neu entwickelten Hochfrequenz-Aktivfluorometers möglich geworden. Unser Hauptinteresse liegt auf den physiologischen Einfluß und auf dem Vorkommen der inaktiven Zentren bei Eisalgen. Zusätzlich werden wichtige Erkenntnisse im Zusammenhang von Mikroumweltparametern der Eisalgen und ihren in-situ physiologischen Aktivitäten erwartet.

## **2.7 Biogene Produktion neutraler und ionischer Methylschwermetall Species in den Ozeanen und deren Verteilung in der Atmosphäre (IAAC)**

### **Hintergrund**

Schwermetallorganische Verbindungen können sowohl durch anthropogene als auch durch biogene Quellen in die Umwelt gelangen. Anthropogene Quellen sind z.B. die Verwendung von Tetramethylblei als Benzinzusatz bzw. Methylquecksilberchlorid als Fungizid. Aber nicht alle Methylschwermetallverbindungen, die man in der Umwelt findet, sind auf anthropogene Einflüsse zurückzuführen. Methylierte Schwermetallspecies können in der Umwelt auch aus anorganischen Schwermetallsalzen mittels "Biomethylierung" gebildet werden. Die entstandenen Verbindungen und deren Verhalten in der Umwelt sind von großer Bedeutung für die globalen biogeochemischen Stoffkreisläufe.

### **Ziele**

Die biogene Produktion von Methylschwermetallspecies soll durch eine Analyse von arktischen Wasser-, Luft- und Aerosolproben untersucht werden. Dabei sollen diese Ergebnisse mit den Resultaten vorheriger Expeditionen auf der südlichen Halbkugel verglichen werden, da in der nördlichen Hemisphäre anthropogene Belastungen bestehen, während auf der südlichen Halbkugel dieser Einfluß gering ist. Wegen der vermuteten biologischen Genese dieser Verbindungen wird bei den Untersuchungen auch eine Korrelation zu biologischer Aktivität und atmosphärenchemischen Parametern angestrebt.

Für die Bestimmung und Spezifikation von neutralen und ionischen Methylschwermetallverbindungen kommen allgemein die Elemente Hg, Pb, Cd und Tl in Frage. Quecksilberspecies werden hierbei mit CVAFS (Cold Vapour Atomic Fluorescence Spectrometry) bestimmt. Mit Hilfe der DPASV (Differential Pulse Anodic Stripping Voltametry) sollen Blei- und Cadmium-Species untersucht werden. Diese beiden Methoden werden direkt auf "Polarstern" angewendet. Der Nachweis entsprechender Thalliumspecies soll mit MS-IVA (massenspektrometrische Isotopenverdünnungsanalyse) im Heimatlabor erfolgen.

## **2.8 Paläontologie pelagischer Organismen - Veränderungen im Jungquartär (SFB)**

### **Hintergrund**

Seit 1991 werden mit Hilfe eines aktuopaläontologischen Ansatzes die heutige Verbreitung, die Veränderungen während der Sedimentation sowie die geologische Überlieferung von fossil erhaltungsfähigen Planktongruppen untersucht, um so die Entwicklung der ehemaligen Gemeinschaften im Jungquartär zu rekonstruieren. Bei den ausgewählten Gruppen handelt es sich um Coccolithophoriden, Diatomeen, Dinoflagellaten-Cysten, planktische Foraminiferen und Radiolarien. Durch den aktuopaläontologischen Ansatz kann geklärt werden, inwieweit die Fossilgemeinschaften die tatsächlichen Lebendgemeinschaften widerspiegeln und dadurch Rückschlüsse auf den Lebensraum und die ihn kennzeichnenden ökologischen Faktoren erlauben.

### **Ziele**

Das Arbeitsprogramm umfaßt die Beprobung der Wassersäule mit Planktonnetz, Multinetz und Kranzwasserschöpfer sowie der Sedimentoberflächen und kurzer Sedimentkerne (GKG und MUC). In dem Probenmaterial von früheren Expeditionen fehlte bisher das frühe Frühjahr. Diese Lücke soll mit den Proben von ARK XIII geschlossen werden. Die Untersuchungen an Probenmaterial aus der Wassersäule haben das Ziel, die Einflußsphäre der polaren Wassermassen auf Vorkommen und Verbreitung der Planktongruppen in der oberen Wassersäule zu unter-

suchen. Die Beprobung der Sedimente dient dazu, das vorhandene Probennetz im Bereich der polaren Wassermassen weiter zu verdichten, um die Grenze der Erhaltungsfähigkeit von kaligen und kieseligen Mikrofossilien detailliert auskartieren zu können.

## **2.9 Geochemische Untersuchungen zum Abbau von organischem Material im Oberflächensediment (SFB)**

### **Hintergrund**

Im Vordergrund der geochemischen Arbeiten während ARK XIII/1 stehen Poren- und Bodenwasseruntersuchungen zur Quantifizierung des geochemischen Stoffaustausches an der Wasser/Sediment-Grenzschicht. Dazu werden Nährstoff- und Sauerstoffkonzentrationen im Sedimentporenwasser sowie  $C_{org}$ -Gehalt und Porosität im Oberflächensediment bestimmt. Über die hochauflösenden  $O_2$ -Profile kann auf den Eintrag an organischem Kohlenstoff auf die Sedimentoberfläche bzw. dessen Abbauraten und Überlieferung im Sediment geschlossen werden.

### **Ziele**

Die Untersuchungen knüpfen an die im Rahmen der Expeditionen ARK X/1 und ARK XI/2 im Sommer 1994 bzw. Herbst 1995 auf dem Ostgrönlandshelf durchgeführten Arbeiten zum geochemischen Stoffaustausch zwischen Bodenwasser und Oberflächensediment an. Nun sollen diese Prozesse vor bzw. zu Beginn der Sedimentation der Frühjahrsblüte untersucht werden. Bisher für die Ostgrönlandregion durchgeführte Bilanzierungen von Stoffflüssen durch die Wasser/Sediment-Grenzschicht basieren nur auf Daten, die während der durch Licht beeinflussten Jahreshälfte erhoben wurden. Diese Forschungsreise soll helfen, die Kenntnisse saisonaler Muster im Nährstoff- und Kohlenstoffhaushalt am Meeresboden zu erweitern. Der das Arbeitsgebiet beherrschende Einfluß der Eisrandzone wirkt sich auch sehr deutlich auf das Sediment aus. Viele diagenetische Prozesse an der Sedimentoberfläche werden hierdurch gesteuert. Damit werden jedoch paläoklimatische Signale überprägt bzw. verzerrt. Die auf dieser Expedition gewonnenen Daten sollen das Verständnis frühdiagenetischer Prozesse in einer saisonal eisbedeckten Region und damit die Basis für paläoklimatische Interpretationen verbessern.

<b>Beteiligte Institute/Participating Institutions</b>		Teilnehmer Participant	Teilnehmer Participant
Adresse Address		ARK XIII/1a	ARK XIII/1b
<u>Bundesrepublik Deutschland / Germany</u>			
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung 27515 Bremerhaven	15	5
BRF	Bayrischer Rundfunk - Fernsehen Floriansmühlstr. 60 80939 München	3	-
DWD	Deutscher Wetterdienst Seewetteramt Postfach 301190 20304 Hamburg	2	2
HSW	Helikopter Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 22393 Hamburg	3	3
IAAC	Institut für Anorganische und Analytische Chemie Universität Mainz, Becherweg 24, 55095 Mainz	1	1
IPÖ	Institut für Polarökologie Wischhofstr. 1-3, Geb. 12 24148 Kiel	6	8
SFB	SFB 313, Universität Kiel H.-Hecht-Platz 10, 24118 Kiel	11	20
ZIG	Zoologisches Institut Universität Göttingen Berliner Str. 28 37073 Göttingen	-	1
<u>China / China</u>			
SIO	Second Institute of Oceanography SOA, P.O. Box 1207 Hangzhou, 310012	1	1
<u>Kanada / Canada</u>			
MGO	Microwave Goup-Ottawa River Inc 3954 Armitage Ave, Dunrobin, Ontario K0A 1T0	1	1
<u>Norwegen / Norway</u>			
IMR	Institute of Marine Research Nordnes Parken 2 5024 Bergen	1	-
<u>Vereinigte Staaten von Amerika / USA</u>			
SIO	Scripps Institution University of California La Jolla, Ca. 92093	1	1

**Fahrtteilnehmer/Cruise Participants - ARK XIII/1**

<u>Name</u>		<u>Institut/Institute</u>
Albers	Carola	AWI
Auel	Holger	IPÖ
Barwich	Elke	AWI
Beese	Helmut	SFB
Bluhm	Bodil	IPÖ
Böhm	Joachim	HSW
Büchner	Jürgen	HSW
Buder	Manfred	DWD
Dijkman	Nicole Antonia	AWI
Donner	Gabriele	SFB
Garrity	Caren	MGO
Gradinger	Rolf	SFB
Graeve	Martin	AWI
Guthann	Franziska	SFB
Haass	Friederike	IPÖ
Hagen	Wilhelm	SFB
Hass	Christian	SFB
Haupt	Olaf	SFB
Hirche	Hans-Jürgen	AWI
Hirse	Timo	AWI
Janßen	Felix	SFB
Jensen	Stefan	SFB
Klages	Michael	AWI
Klein	Boris	AWI
Kroon	Bernd	AWI
Krumbholz	Marita	SFB
Lorenzen	Christiane	AWI
Lunau	Angela	SFB
Marquardt	Lucie	AWI
Meiners	Klaus	IPÖ
Mock	Thomas	IPÖ
Obermüller	Birgit	IPÖ
Østvedt	Ole Johan	IMR
Peeken	Ilka	SFB
Pörtner	Hans-Otto	AWI
Queisser	Wolfgang	SFB
Rachor	Eike	AWI
Ritzrau	Will	SFB
Sauter	Eberhard	SFB
Schedlbauer	Oliver	IAAC
Scheltz	Annette	SFB
Schlüter	Maja	AWI
Seiler	Dan	SFB
Spindler	Michael (Fahrtleiter)	IPÖ
Stromberg	Dorothee	BRF
Strohscher	Birgit	AWI
Stübing	Dorothea	IPÖ
Suck	Inken	ZIG
Thordsen	Ingo	SFB
Treude	Tina	SFB
Wahl	Klaus Jürgen	BRF
Werner	Iris	IPÖ
Whritner	Robert	SIO
Zepick	Burkhard	HSW
Zhang	Qing	SIO
Zipperlen	Ralph	BRF

**ARK XIII/1a+b  
FS "Polarstern"**

14.05. - 26.06.1997/ Bremerhaven - Longyearbyen - Tromsø

Chief Scientist:  
Prof. Dr. Michael Spindler

## **1. Summary**

The "Polarstern"-cruise ARK XIII/1 is divided into two subunits ARK XIII/1a and ARK XIII/1b by a short visit of port in Longyearbyen (Svalbard). Here some of the scientific personnel will be exchanged. The cruise will start on 14 May 1997 in Bremerhaven. From here we will directly advance to our first research area, the marginal ice zone of the central Barents Sea east of Svalbard. Here, our main effort will lie on the coupling of the different compartments sea ice, water column and sea floor in an interdisciplinary approach. The main goal will be the elucidation of the situation during late winter and beginning of spring in areas without and with sea ice cover. This investigation will play an essential part for the pilot phase of the European project "The Arctic Ocean System in the Global Environment" (AOSGE), which is supported jointly by Norwegian and German funding (German Science Ministry, BMBF).

On 26 May "Polarstern" will exchange some of the scientists in Longyearbyen and sail towards the eastern coast of Greenland the same day. The programme there will be mainly carried out in the framework of the Special Research Program (SFB 313): "Environmental changes, the northern North Atlantic". Focus will be on four areas:

- 1) Investigations on particle production in sea ice and upper water column, their modification on the way to the seafloor, and their final sedimentation. Among other methods also automated sediment traps will be deployed.
- 2) Determination of distribution and activity patterns of organisms on and within the seafloor as well as of carbon dynamics and interactions between sediment and water column.
- 3) Measurements of nutrients within the water column and sediment and of transport mechanisms of oxygen and carbon into the seafloor.
- 4) Investigations on distribution, sedimentation and geological evidence of plankton organisms with fossilisation potential.

Most of the research will take place on two transects (on 75°N and 81°N). In addition one long term sediment trap deployment will be recovered from 75°N and 7°W. The first leg will end in Tromsø (Norway) on 24 June 1997.

## **2. Scientific programmes**

### **2.1 Kryo-pelago-benthic coupling during early spring conditions in the marginal ice zone of the central Barents Sea (AWI, IPO)**

#### **Objectives**

Studies of the timing, location, intensity and duration of primary production (especially phytoplankton blooms) and the subsequent use, transformation and sedimentation of the organic matter within the system are prerequisite for our understanding of the pelagic and benthic ecology of the Arctic shelf seas.

The aim of the proposed project is to investigate processes coupling the three subsystems sea ice, water column and sea floor in the Barents Sea marginal ice zone in spring, including struc-

tural and diversity features within the subsystems as well as underlying physiological adaptations.

Our investigations will concentrate on transects in the highly productive marginal ice zone (MIZ) area, thus covering late winter to early spring conditions, since knowledge about the prevailing conditions and processes during this period of the year is meagre. We assume that high primary production may be strongly coupled with secondary production of either zooplankton or benthos, depending on the intensity of interactions in the water column, advective transportation (e.g. importation of grazers, im- and export of matter) and the sedimentation regime.

This research will contribute to the European project "The Arctic Ocean System in the Global Environment" (AOSGE), actually under revision by the EU-commission within MAST III, and partly financed already by the Norwegian and German research ministries.

### **Work at sea**

The phytoplankton community structure as well as the vertical particle flux will be investigated in open water, in the marginal ice zone, and in the pack-ice zone of the central Barents Sea. The main aim of these investigations is to understand the coupling between phyto- and zooplankton as well as the particle flux, coupling the pelagic and the benthic sub-systems and providing food for the benthos during late winter to spring conditions.

#### Planned activities:

- to take samples for phytoplankton species composition and biomass; and for measuring particulate organic carbon and nitrogen, biogenic silica and chlorophyll a;
- to collect zooplankton to analyse the role of actual grazing and to determine the relative proportion of larval plankton within the zooplankton succession across the MIZ;
- to deploy a sediment trap (with 20 sampling cups) over a period of about one or two month at the northernmost station. In the sampling cups the same parameters as for the phytoplankton studies as well as zooplankton faeces will be investigated.

Structures, reproductive state and activity patterns especially of zoobenthos will be studied along the gradients of the transects across the MIZ to cover as different conditions as from late winter to spring.

- This includes quantitative benthos sampling as well as benthic respiration measurements, studies of the populations dynamics of selected target species, their life cycle strategies and trophodynamics including pathways, fluxes and transformations of organic carbon.
- Investigations on infaunal biomass, diversity and community patterns will be carried out in order to complete the existing data sets obtained during e.g. the Arctic EPOS with RV "Polarstern" in 1991 and by Norwegian work (e.g. PROMARE).
- Physiological studies at the molecular and cellular levels will concentrate on the coordination and adaptive modulation of energy producing and energy consuming processes in benthic organisms, and their adaptations to constantly low temperatures and the strongly seasonal food supply. Of main interest are those physiological processes regulating and maintaining cellular energy levels and those maintaining ionic and acid-base balances. Those parameters (e.g. intracellular pH and the Gibbs free energy charge of ATP hydrolysis) will be studied, which reflect and contribute to metabolic depression and activation in response to environmental stimuli.

For this purpose first experiments will be carried out on board, but, mostly, benthic animals will be collected and transported to the Alfred Wegener Institute for further studies. If available, tissue and body fluid samples will also be collected and transferred to the AWI for further comparative investigations on the physiological characters of performance levels in cold ocean cephalopods (squid).



The results of the studies on productivity and particle fluxes as well as on energy transfer will be used to build up additional models of energy flow between the subsystems (ice - water - seafloor, as developed after the 1991 EPOS cruise) and to contribute to the carbon cycle sub-programme of the AOSGE.

## **2.2 Multi-disciplinary sea ice investigations (IPÖ, SFB, SIO)**

### **Objectives**

The sea ice covers 7 (summer) to 14 (winter) Mio km<sup>2</sup> of the Arctic Ocean. The Greenland Sea area marks the major outflow of mostly multi-year sea ice out of the central Arctic basin. Physical and biological investigations have so far concentrated on the spring/summer/autumn characteristics of the sea ice. Therefore our planned investigations will focus on the winter/spring conditions of Arctic sea ice. The multi-disciplinary work will include physical, chemical and biological measurements conducted on material from the same sampling locations.

### **Work at sea**

The Arctic sea ice is inhabited by a diverse community of organisms of different levels of the marine food web. Our main scientific concern lies with the joint study of the microphysics of the sea ice fabric in order to determine the physical properties of the ice cover which correspond to the observed distribution of biota within the ice column. This requires sampling on ice floes either from the ship or using a helicopter. Our investigations will characterize the physical properties within and directly below the ice floes in respect to salinity and temperature. Chemical analysis will focus on the dissolution process of diatom frustules within the ice. For that purpose, high resolution analysis of the vertical distribution of dissolved and particulate silicate will be performed together with experimental studies on the dissolution behaviour of diatoms frustules.

Biological investigations will include measurements of organism biomass and abundance in different size classes. We will look for special adaptations of species to survive the dark polar winter, including the formation of resting cells and/or energy storages like lipid droplets within the cells. Special attention will be given to the taxonomy and ecology of ice-flagellates. Light microscopy including video documentation will be done directly after sampling. In addition, growth and feeding rate experiments are planned to identify trophic interactions within the sea ice food web.

After the Arctic winter, ice algae use the increasing irradiance for growth processes and for reproduction. The development of ice algal communities is strongly affected by sufficient supply of nutrients and grazing activity of herbivorous organisms. Changes in physiological state during the spring bloom will cause different assimilation rates of organic carbon into proteins, polysaccharides, low-molecular weight metabolites and lipids. At the end of a spring bloom there is often an increasing production of triglycerides. This enhanced assimilation of carbon into triglycerides is indicative of nutrient-limited algal populations. This hypothesis will be tested with an experiment during the expedition ARK XIII/1. To examine the change in physiological state during the growth of ice algae, the assimilation of NaH<sup>14</sup>CO<sup>3</sup> into protein, polysaccharides, low-molecular weight metabolites and lipids will be determined. To get some information about the produced triglycerides, the lipid fraction will be divided by chromatography into phospholipides, glycolipides and triglycerides. The biomass of algae will be determined by measurements of chlorophyll a and algal cell abundances. Dissolved nutrients and particulate nitrate and carbon will be measured in regular time intervals during the investigation period. A special epifluorescence dye (nile red) for triglycerides will be used for optical identification of the stored lipid droplets.

Another emphasis is on the examination of the sympagic (ice-associated) meiofauna. In the Arctic pack ice this group consists of Nematoda, Copepoda, Turbellaria, Rotatoria and Ciliata. We examine the vertical distribution of special groups of the sympagic meiofauna in relation to other parameters like temperature, salinity of melted ice core segments, volume of the brine channel system, chlorophyll a content, and total bacterial biomass.

For the investigation of abundance and biomass of special taxonomic groups we melt ice core segments and strain these on gauze to enrich the organisms. Further investigation is carried out by using light- and epifluorescence microscope techniques. Detailed taxonomic classification and the measurement of cell sizes will be made in the home laboratories. During the cruise there is a special focus on the ciliates. One emphasis is on the nutrition of this group ( autotrophic, mixotrophic and heterotrophic forms). We get indirect values of the potential ingestion rates of selected heterotrophic forms by estimating the production of the ciliates and by measuring the gross growth efficiency of ciliates in cultures. We control these estimates by using direct methods. We determine the ingestion rates of ciliates via uptake of fluorescently labeled prey by adding FLB's (fluorescently labeled bacteria) and FLA's (fluorescently labeled algae) to cultures of sympagic ciliates and to melted ice core segments.

Additionally we measure primary production (<sup>14</sup>C-Method) and bacterial secondary production (<sup>3</sup>H-Methyl-Thymidin-Method) for selected horizons of the pack ice. These results enable us to estimate the grazing impact of ciliates on algae and bacteria not only on a standing stock level but also on the production level. These new data are supplementary to results which have been collected on former expeditions. Our new data include the first direct measurements of ingestion rates of sympagic ciliates and data for bacterial production in distinct horizons of the pack ice. Moreover, these data collected in a special time of the year will be compared with data sets collected during other seasons.

The boundary layer between the underside of the Arctic sea ice and the water column is a particular habitat with special abiotic (e.g. temperature and salinity) and biotic conditions (e.g. algal mats). The fauna which inhabits this interface comprises three major compartments: 1. Under-ice amphipods, that live at the underside of the ice. 2. pelagic sub-ice fauna, plankton organisms living in the water layer directly below the ice, and 3. sympagic sub-ice fauna, representatives of the ice fauna that migrate into the boundary layer.

During previous expeditions, this habitat and its fauna have been studied during summer and autumn. The present cruise provides the opportunity to investigate the colonization and the processes under the ice in spring/early summer. This season is of particular interest, because it is assumed that the ice-algal production starts earlier than the phytoplankton growth and that hence many organisms will use this food source and gather at the ice underside.

Our studies will include video observations on the morphological features and the occurrence of under-ice amphipods, quantitative sampling of the sub-ice fauna by a pumping system, and the determination of abiotic parameters that structure the habitat. Experiments on the feeding ecology, including lipid storage, and particle production will be carried out onboard "Polarstern" as well. The particle flux from the ice into the water column will be assessed by means of sediment traps deployed under the ice (see Particle Flux Group, SFB 313).

## **2.3 Zooplankton ecology**

### **2.3.1 Pelagic production conditions in the epipelagial and the water-ice-interface during spring (SFB, IPÖ)**

#### **Objectives**

The planktological investigations include pelagic processes of biogenic particle production, modification and sedimentation within the marginal ice zone (MIZ) of the eastern Greenland Sea. During the biological spring, the most important season for biogenic particle production,

our investigations will improve the understanding of different particle sources in the MIZ (pelagic and ice dependend) and will complete our existing dataset.

### **Work at sea**

Pelagic and ice associated processes within the near surface layer of the water column will be the major focus of our program. On transects within the MIZ and the dense pack ice at 75°N and 81°N we will attempt to characterize the different production regimes based on plankton biomass and species composition (microscopy), suspended biochemical elements (C, N, P, Si) and phytoplankton pigments (fluorometry, HPLC-Technique) as well as the hydrographic watermass distribution (CTD). Additionally the vertical and horizontal distribution of nutrients will support predictions about the potentially primary produced biomass as well as succession of the system.

Investigations of the mixed layer system within the MIZ show great heterogeneity in the distribution of all ecosystem variables. By sampling these variables with CTD and water sampler rosettes below 10m we did not find any agreement with the extend of ice cover. For better understanding of the ice-pelagial interactions we will sample the upper most 10 m of the water column with high resolution by using the bow boom, assuming that here the water has not been disturbed by the ship. In addition to the high resolution sampling of the surface watermass, measurements of the distribution of plankton species and biochemical variables under the ice, using water samplers and net tows through ice holes, will bind the water column work to ice related processes.

The composition of pigments from phytoplankton in the water column will be compared to that of ice algae to elucidate the modification processes during release and sinking of particles. Samples of ice cores of different ages will provide information on modification processes in the ice.

Studies of organisms living at the ice-water interface will be carried out with the aim of getting a better insight in the biotic interactions within this special habitat. This topic will also include experiments for particle production by selected organisms. Another aspect of our ice work will be the vertical distribution of silicate within the ice (see contribution of sea ice group).

Recovering the last long term mooring at 75°N we will finish the mooring activities of the SFB 313 which was carried out since 1988. For the time span of leg ARK XIII/1b we plan to deploy a short term mooring with sediment traps at three different depths. The deployment of this mooring will provide a better temporal resolution of vertical particle flux during the high production season. The correlation between particle flux and the extend of ice cover is an other aim of this investigation (in cooperation with the remote sensing group). Another sediment trap will be deployed 20 m below an ice floe. For about one week this ice drifter will sample particles which are directly released from the ice by melting and heterotrophic grazing. This investigation will be supplied by using smaller traps which will be deployed at the floe margins each for about one day.

Species of the Prymnesiophyceae population in the Barents Sea will be isolated and cultured in laboratory experiments for investigations of their pigment signature by HPLC-technique. Cultures of natural phytoplankton populations will be feed to different zooplankton species. This experiment will advance the knowledge of pigment modifications by different zooplankton species which modify the pigment pattern during the long way of particles to the sea floor.

### **2.3.2 Zooplankton distribution and production (AWI)**

#### **Objectives**

Regions where water masses meet such as shelf breaks and marginal ice zones, are usually very dynamic and among the most productive. Understanding of their productivity needs meso-scale studies of biological activities. In order to cope with the large and mesoscale variability, a

relatively narrow sampling grid is required to study the pelagic communities and their productivity. According to the date of the cruise we expect different biological scenarios in the working area: in the Atlantic water the growth and reproductive cycle of the dominant copepod *Calanus finmarchicus* approaches its end, while in the MIZ a biological spring is expected with a phytoplankton bloom driven by frontal and MIZ dynamics. In contrast, under the pack ice no significant phytoplankton growth should take place and biological activities should reflect winter conditions.

#### **Work at sea**

Abundance of vertical distribution of copepods together with total mesozooplankton biomass will be determined from multinet or bongonet samples. Carbon and nitrogen content will be measured in selected species. The measurement of egg production has been proven a useful tool to assess mesoscale variability of secondary production in frontal areas and marginal ice zones. We will collect the copepod eggs and nauplii in the water column with a large volume bottle sampler (30 L) and study female egg production of dominant species in the laboratory.

Feeding and faecal pellet production of zooplankton contribute to and effect the flux of particulate organic matter (POM) from the epipelagic to the bottom. Zooplankton can enhance pelagic recycling in the euphotic zone via the direct utilization of POM, release of nutrients and dissolved organic matter and destruction of fast-sinking faeces and aggregates. However, it can promote sinking of material out of the productive layers by the production of faecal pellets and carcasses. In addition, zooplankton can modify the quality of the sedimenting material via discriminant feeding, selective assimilation of ingested material and through the production of micro-environments such as faeces which possess unique physicochemical properties.

From investigations of the feeding and faecal production on various trophic levels in the epipelagic realm and the fate of faecal pellets a better understanding of the contribution of zooplankton to the flux of POM and its transformation in the water column is expected. In addition to gut analysis and feeding experiments with key species it is planned to study the faecal pellets of dominant species. The results of this study will be compared with sediment trap work.

### **2.3.3 Lipid biochemistry of zooplankton (IPÖ, SFB)**

#### **Objectives**

The zooplankton investigations of the IPÖ are carried out in the framework of the SFB 313 in Kiel and the AOSGE in close cooperation with the AWI (WG Dr. Kattner, Dr. Hirche). The analyses of the biochemical composition of the zooplankton (focus on lipids) in May/June 1997 will continue our work from ARK IX/1 (February/March 1993), ARK VIII/1 (June 1991), ARK VII/2 (July/August 1990) and ARK XI/2 (October 1995) on the seasonal energy storage of plankton in high polar ecosystems. In addition, the potential of specific lipid components as biomarkers in the food web as well as in energy flux studies will be utilized.

#### **Work at sea**

Macroplankton, which may avoid smaller nets, will be collected by the horizontally trawled rectangular midwater trawl RMT 1+8, ice conditions allowing. In addition, the multinet (stratified vertical hauls, 1000 - 0 m) will be used. Net catches will supply data on horizontal and vertical distribution (abundance, biomass) and population dynamics (size, age structure, stage distribution etc.). Plankton material for biochemical and experimental work will also be collected by vertical bongo hauls.

As part of the interdisciplinary AOSGE project, studies during the cruise ARK XIII/1 will focus on trophodynamics and energetics of selected zooplankton species, especially omnivorous meso- and bathypelagic forms. The major objective is to identify key zooplankton species and examine their life cycle strategies. These investigations will be supplemented by feeding/starvation experiments on board and respiration measurements.

These investigations during a critical transition period (spring/summer) should improve our understanding of the different planktic life cycles, elucidate their dependency on seasonal and hydrographic factors (light, ice cover, food supply, water masses) and hence contribute to a differentiated analysis of this high polar ecosystem.

#### 2.3.4 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio in lipids of arctic copepods (AWI)

##### Objectives

The aim of our investigations are measurements of stable carbon isotope ratios ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) in order to quantify and characterize the carbon flux between different trophic levels. An other goal is to identify food sources of animals and to study the carbon cycle on a global scale.

In the marine environment the biggest fractionation of carbon isotopes occur during photosynthetic carbon assimilation. These process results in a  $^{13}\text{C}$  depletion in marine biomass relativ to DIC. Within marine food web an increase of  $^{13}\text{C}$  with every trophic level occurs because  $^{12}\text{C}$  disappears favourable during respiration. Further fractionations occur during biosynthesis of biochemical fractions,

##### Work at sea

Polar copepods develop large lipid depots to adapt to the pronounced seasonality of food availability as well as constant deep temperatures. The genus *Calanus* and relatives represent the biggest part of the biomass of zooplankton. In the food web they are the link between the primary producers (phytoplankton) and fish. Copepods store lipids and transfer via this pathway energy available to higher trophic levels.

Lipids synthesized *de novo* show an increase of  $^{13}\text{C}$  compared to fatty acids from diet because they are built from metabolic substances. The goal is to get information about the origin of fatty acids by the  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -ratio. Furthermore  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -ratio provide new informations about lipid biosynthesis.

#### 2.4 Benthos biology

##### 2.4.1 Structure and activity pattern of the benthic communities at the continental margin of Northeast Greenland (SFB, IPÖ)

##### Objectives

The benthos work will focus on interactions between the bottom nepheloid layer (BNL) and the upper sediment layer. Recent investigations indicate that biological and physical resuspension results in elevated particle concentrations in the BNL. Even at low flow velocities the lateral advective particle flux exceeds the vertical flux arriving at the seafloor. For this reason, the final sedimentation of particles depends not only on the arriving particle flux, but also on bottom topography as well as the density and composition of the benthic community, which actively intercept particles and incorporate them into the sediment by biodeposition.

##### Work at sea

Focus of our work will be on the interaction of the amount, the composition and the flux of particles in the BNL and the dispersion patterns and activity of benthic communities. The programme comprises:

- evaluation of the degree of benthic-pelagic coupling along the Northeast Greenland continental margin early in the biological season

- investigations on the distribution and structure of macrobenthic communities, related to the seafloor proper and the BNL
- the assessment of micro- and mesoscale dispersion patterns of benthic populations
- the analyses of BNL characteristics in terms of the amount and composition of particles in relation to near bed current velocities and direction
- measurements of the metabolic performance of the sediment community as well as of individual macrobenthos organisms

These goals are planned to be accomplished by completing two transects normal to the Northeast Greenland continental slope at 75 °N and for comparison the other one as far north as the ice conditions allow. Due to variable surface production in areas of permanent ice cover, the ice edge situation and open waters, the two transects will cover different conditions of particle supply to the benthos. These slope normal transects will provide information on the depth distribution, dispersion and activity patterns of benthic communities and characteristics of the BNL. Additional focus is set towards the benthic-pelagic coupling by revisiting stations of a SFB annual mooring at 75° N.

For the inventory of mega epibenthos a remodeled epibenthic sled will be deployed, additionally supported by bottom photography. In addition the macrobenthic epi- and endofauna will be collected using a box corer. The vertical distribution of chemical and biogeochemical parameters will be assessed by deploying a multiple corer. For the characterization of the BNL a bottom water sampler will retrieve water samples and will give information on current velocity and direction within the last meter of the BNL, i.e. just above the sediment water interface.

#### **2.4.2 Trophic relationships of selected benthic organisms (IPO)**

##### **Objectives**

Benthic communities are dependent on the input of organic matter produced within the euphotic water column. One of the major groups involved in material uptake, modification and sequestering are echinoderms.

##### **Work at sea**

To understand different aspects of the reaction of abundant epibenthic organisms, especially echinoderms, to seasonal food supply, feeding experiments shall be performed onboard. Live individuals collected from epibenthic sled and Agassiz trawl catches will be kept in aquaria and exposed to different kinds and quantities of food. The results will improve the existing information about food preferences and feeding modes based on stomach analyses. These investigations will be continued during the following leg (ARK XIII/2).

The analyses of the lipid composition of the benthic organisms in May/June 1997 will continue the work from ARK VII/2 (July/August 1990) on the seasonal energy storage and trophic positioning of zoobenthos in high polar ecosystems. The potential of specific lipid components as biomarkers in the food web as well as in energy flux studies will be utilized. Based on the results from 1990, the investigations will focus now on possible intraspecific size-dependent variabilities in the lipid composition. Furthermore, the lipid analyses shall be underpinned with traditional gut content investigations. Therefore, the same set of abundant species, mostly crustaceans and ophiuroids, will be collected from epibenthic sled and Agassiz trawl catches in agreement with other working groups. Tissue samples will be taken and preserved by deep-freezing at -80 °C for later lipid analyses. In addition, some specimens will be preserved in formalin for species identification and gut content investigations.

### 2.4.3 Phylogeny of pycnogonids (ZIG)

#### Objectives

At the Göttingen Institute of Zoology a research group is concerned with arthropod phylogeny. Pantopoda, or pycnogonids, represent a key taxon within the arthropods. The Pantopoda are a fascinating group of marine invertebrates, however low in species numbers. They have been found in sediments of the Palaeozoic exhibiting forms nearly identical to recent species. Their scientific name is derived from their strange body: a tiny trunk with enormously long legs. The span of their legs may reach as much as 70 cm (the smallest measure a few millimeters). Pantopoda live on several species of Cnidaria.

#### Work at sea

Using histological techniques, which may be completed by molecular investigations, the phylogenetic relations are to be cleared. The next step would be to identify the sister group of the Pantopoda, which is even more interesting now that completely new hypotheses on arthropod relationships have been developed. Furthermore we hope to gain more insight into the Arctic pantopod fauna.

Interior structures are to be looked at, which makes fresh material extremely important. During this expedition we would like to gain Pantopoda from Agassiz-trawls and other sampling gear. Several specimens are supposed to be kept alive to be watched for extended studies. Finally as many individuals as possible are to be conserved to use them for morphological studies.

### 2.5 Remote Sensing (MGO)

#### Objectives

Three objectives make up this program. The first objective is to provide sustenance in form of sea ice information for the scientific program. This will entail the generation of sea ice information in support of navigation to reach the stated locations of the scientific plan, the most difficult one being the penetration to 81°N and along 75°N to the 200 m isobath contour. This objective is to be obtained with the use of the TeraScan receiving station on board the RV "Polarstern" which is capable of receiving NOAA AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) as well as DMSP SSM/I (Special Sensor Microwave Imager) data. The processing of the SSM/I data is currently being explored since the data is encrypted in the Northern Hemisphere. However, SSM/I data was successfully received and processed in the Antarctic during the ANT XIV/2 "Polarstern" cruise. In particular the use of the SSM/I 85 GHz sea ice algorithm with its 12.5 km grid resolution shows great promise since it is an all weather, day and night product. The second objective is to document sea ice conditions in support of the biological program using a number of daily orbits for both the SSM/I and the AVHRR (cloud cover permitting) for the entire experimental area. The third objective is to determine the on-set of melt as observed by the sharp increase in SSM/I brightness temperature, to almost a black body temperature, and by measuring the free water within the snow cover overlying the sea ice. The measurement of the free water within the snow cover can be accomplished as part of the helicopter program in support of ice biology.

### 2.6 Biooptics (AWI)

#### Objectives

The existence of photosystem II units with extremely slow electron transfer rates (so called inactive centers) is well documented in higher plants and phytoplankton. However, a functional

role for these inactive centers is not known. Ice algal communities in the Arctic environment are exposed to rather constant light conditions. Under these conditions, the amount of inactive centers does probably not influence the overall survival strategy. However, with the advent of springtime and concomitant melting of ice edges, the phytoplankton community is now suddenly transferred to an environment best characterized by ongoing dynamic changes in irradiance. Under these conditions, the activation of inactive centers would potentially increase rates of primary production by around 30 %.

### **Work at sea**

Accurate quantification of inactive reaction centers on natural communities is recently possible using a newly developed high frequency active fluorometer. The main focus of our research effort will address the physiological impact, and the occurrence of inactive centers in ice algae. In addition, valuable information will be derived enabling to relate the micro-environment of ice algae with their in situ physiological state.

## **2.7 Biogenic production of neutral and ionic methylated heavy metal species in oceans and their distribution in the atmosphere (IAAC)**

### **Objectives**

Organic compounds of heavy metals can be released to the environment by either anthropogenic or biogenic sources. Anthropogenic sources are among others the use of tetramethyllead as additive to gasoline or methylmercurychloride as fungicide. However, methylated compounds of heavy metals are not solely attributed to mens activities. "Biomethylirisation" can produce these also from anorganic salts of heavy metals. These endproducts and their role within the environment are of great relevance for global biogeochemical cycles.

### **Work at sea**

The biogenic production of methylated heavy metal species will be investigated by analysing water, air, and aerosol samples. These results then will be compared to data from the southern hemisphere. While anthropogenic sources exist in the northern hemisphere, they are rare in the South. It is therefore considered that biogenic genesis of these compounds is more likely there. Of interest are comparisons of biologic activities and atmospheric parameters. Generally the elements Hg, Pb, Cd, and Tl are of interest in determining and specifying neutral ionic methylated heavy metal species. Mercury compounds will be analysed by CVAFS (Cold Vapour Atomic Fluorescence Spectrometry), while DPASV (Differential Pulse Anodic Stipping Voltametry) is used for lead and cadmium species. Both methods will be employed during the cruise. The detection of relevant thallium compounds will be performed by MS-IVA (Mass Spectrometric Isotope Dilution Analysis) back home.

## **2.8 Paleontology of the pelagial - variations during Quarternary (SFB)**

### **Objectives**

Since 1991, Subproject B3 of the SFB is involved in researching recent distribution, changes during sedimentation processes, as well as the the geological record of fossil preservable plankton groups in order to reconstruct plankton assemblages throughout the late Quaternary. Using an actuo-paleontological approach, it is investigated to what extend fossil assemblages mirror the former living assemblages and, thus, the ecological factors that characterize their environment. The investigated plankton groups include coccolithophores, diatoms, dinoflagellate cysts, planktonic foraminifers and radiolarians.



### **Work at sea**

The working program includes the sampling of the water column using plankton net, multinet and Niskin bottles, as well as taking sediment surface samples and short sediment cores by means of box and multi-corers. The ARK XIII Expedition is of major importance regarding water samples as earlier expeditions were not able to obtain early spring samples. It is planned to close this gap during ARK XIII. Investigation of the water column samples aim at studying the effects that polar water masses have on the occurrence and distribution of plankton groups within the upper part of the water column. Sediment surface samples and sediment cores will be taken in order to increase the density of samples from the area that is influenced by Polar water masses; down core investigations will be carried out in order to evaluate the preservation potential of calcareous and siliceous microfossils.

## **2.9 Geochemistry of degradation of organic matter within surface sediments (SFB)**

### **Objectives**

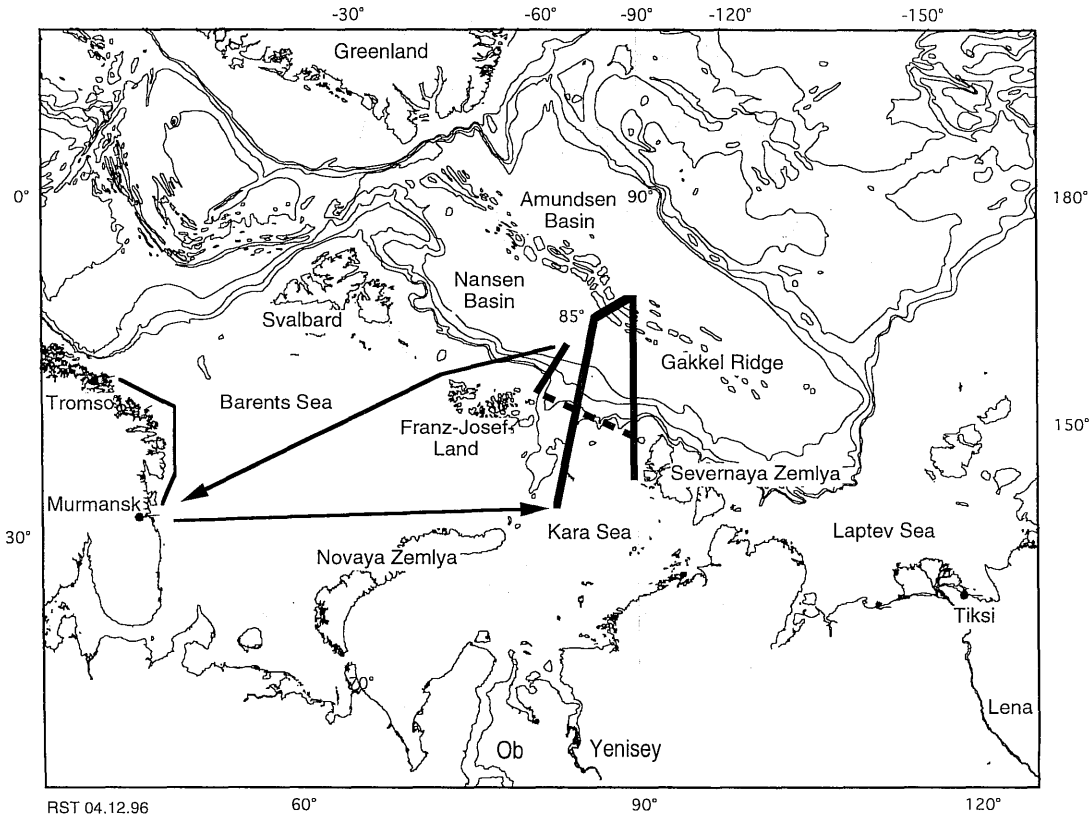
Main objective of the field work on ARK XIII/1 are porewater investigations to quantify geochemical exchange processes at the water/sediment interface. Therefore pore water nutrient and oxygen concentrations will be measured and  $C_{org}$ -content and porosity of the upper sediment layers will be determined. Via high-resolution  $O_2$ -profiles the organic matter input on the sediment surface and the degradation rate and conservation in the sediment can be calculated.

### **Work at sea**

The investigations continue to the field work on geochemical exchange processes between bottom and pore water, performed at the East Greenland Shelf during ARK X/1 and ARK XI/2 in summer 1994 and fall 1995 respectively. Now these processes shall be investigated before and at the beginning of the spring bloom sedimentation. Existing flux calculations of this region base only on data collected during the "light" season. With this expedition we expect to expand the knowledge about seasonal patterns in the nutrient and carbon budget at the sea-floor.

The influence of the marginal ice-zone controlling the working area also strongly effects the sediment. Many of the diagenetic processes at the sediment surface are driven by it. Thus paleoclimatic signals get altered or distorted. The data taken on that cruise are hoped to improve the understanding of early diagenetic processes in a seasonal ice covered area and therewith the base of paleoclimatic interpretation.

# "Polarstern" Cruise ARK-XIII/2 (1997): Transit route and study area



**ARKTIS-XIII/2**

**FS "Polarstern"**

26. Juni - 11. August 1997 - Tromsø - Tromsø

Fahrleiter:

Dr. Rüdiger Stein

**Kara-See - Kontinentalhang - Nansen-Becken -  
Gakkel-Rücken**

**1. Zusammenfassung**

Die Eurasischen Kontinentalrandgebiete (und ganz speziell die Laptev- und Kara-See) sind Schlüsselregionen für den Eintrag von gelöster und partikulärer Substanz, die Meereisbildung und die ozeanographischen Verhältnisse im Arktischen Ozean und haben einen großen Einfluß auf die Lebensbedingungen und das Sedimentationsregime in der Arktischen Tiefseeregion. Nach den erfolgreichen "Polarstern"-Expeditionen in die Laptev-See und die angrenzende Tiefsee (ARK IX/4 und ARK XI/1) und in die nördliche Kara-See (ARK XII), die zusammen mit russischen Kooperationsinstituten in den Jahren 1993, 1995 und 1996 durchgeführt wurden, ist eine hier eine weitere russisch-deutsche multidisziplinäre Expedition in die nördliche Kara-See mit angrenzenden Kontinentalhang- und Tiefseeregionen geplant (Abb. 1, 2).

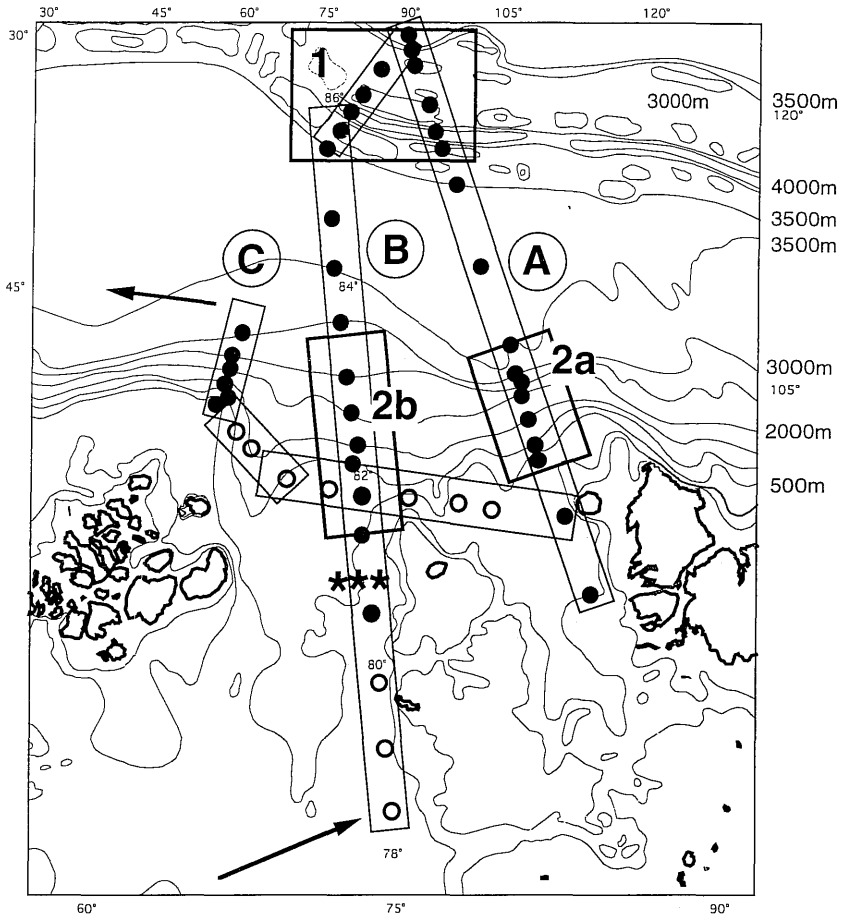
Das Hauptziel ist es, die Beziehung der Kara-See mit der angrenzenden Tiefsee zu untersuchen. Schwerpunkte bilden

- (1) ozeanographische Untersuchungen zum Verständnis der Zirkulation und Wassermassenbildung des Arktischen Ozeans,
- (2) biologische Untersuchungen (pelago-benthische Kopplung, Biogeographie, Meereisbiologie),
- (3) geologische Untersuchungen zum Sedimenteintrag durch Meereis, Flußwassereintrag, terrigenen Sedimenteintrag und organischen Kohlenstofffluß und
- (4) geochemische Untersuchungen zur Frühdiagenese und zum Partikeltransport und Stoffumsatz in der Nepheloidschicht.

Die "Polarstern"-Expedition ARK XIII/2 steht in Beziehung zu mehreren bilateralen multidisziplinären Forschungsprogrammen wie z.B. das russisch-deutsche Verbundvorhaben "System Laptev-See" und das geplante russisch-deutsche Verbundvorhaben "The nature of continental run-off from the Siberian rivers and its behavior in the adjacent Arctic Basin". Die Expedition ARK XIII/2 wird bereits als Pilotstudie für dieses geplante Forschungsprogramm gesehen.

Zur Durchführung des kooperativen multidisziplinären Programms wird "Polarstern" Tromsø am 26. Juni verlassen und nach Murmansk dampfen. In Murmansk werden die russischen Fahrtteilnehmer mit ihren Arbeitsgeräten an Bord kommen. Von Murmansk wird "Polarstern" direkt Kurs in die nördliche Kara-See nehmen. Im Hauptarbeitsgebiet ist vorgesehen, zwei Schnitte vom Kara-See-Schelf über den Kontinentalrand durch das Nansen-Becken bis hin zum Gakkel-Rücken abzuarbeiten. Die beiden Profile liegen ca. auf den Längengraden 75°E bzw. 90°E und beginnen an der Ostflanke des St. Anna-Trogs bzw. des Voronin-Trogs (Abb. 2). Ein dritter, kürzerer Schnitt ist im Gebiet nördlich von Franz-Josef-Land geplant. Etwa am 05. August wird "Polarstern" das Arbeitsgebiet verlassen und zurück nach Murmansk dampfen. Dort gehen die russischen Teilnehmer von Bord. Am 11. August wird "Polarstern" dann wieder in Tromsø einlaufen, um dort das wissenschaftliche Personal auszutauschen.

Abb. 2



"Polarstern" Cruise ARK-XIII/2 (1997)

- Main Stations
- Additional Stations
- Working areas of OFOS
  - 1: Gakkel Ridge (Main working area)
  - 2a, 2b: Continental Margin > 500m water depth (Additional working areas)
- \* Oceanographic mooring systems (Supplementary proposal)

## **2. Forschungsprogramm**

### **2.1 Physikalische Ozeanographie** (AWI, AARI, IfM-HH, FIMR)

Die ozeanographischen Arbeiten während ARK XIII/2 in der nördlichen Kara-See und dem Nansen-Becken/Gakkel-Rücken sind eine Fortsetzung zum Verständnis der Zirkulation und der Wassermassenbildung des Arktischen Ozeans und ihren Einfluß auf das Klima. Die geplanten Arbeiten sind ein integraler Bestandteil des laufenden ACSYS-Programms und auch Teil des im Rahmen von MAST III AOSGE beantragten Meßprogramms.

Das primäre Ziel dieser Messungen ist es, die Eigenschaften und den Transport der zwei Einströme, von der Framstraße und über die Barents-See, und die Vermischungsprozesse, die aus ihrem Zusammentreffen nördlich des Kara-See-Kontinentalabhangs auftreten, zu studieren.

Weiteres Ziel ist die Untersuchung des Rezirkulationsstroms entlang des Gakkel-Rückens in Richtung Framstraße und seine Wechselwirkung mit dem Einstrom durch die Framstraße. Von Interesse sind hier die Inversionen von Salzgehalt und Temperatur, die über weite Bereiche des Arktischen Ozeans auftreten. Messungen im Nansen-Becken und in der Kara-See während ARK XII (1996) werden hier wiederholt. Durch den Vergleich der beiden Jahre können Veränderungen in den Inversionsstrukturen abgeschätzt werden.

Jüngste Expeditionen haben anormal warmes Wasser in der Atlantik-Schicht gefunden. Beobachtungen des letzten Jahres zeigten eine außergewöhnlich tiefe und salzreiche Deckschicht im Nansen-Becken, wo die Halokline und Thermokline praktisch zusammenfallen. Diese Situation wäre ein Hinweis auf vergleichsweise große vertikale Wärmeflüsse aus der Atlantik-Schicht in das Eis und die Atmosphäre.

Ein Jahr ist zu kurz, um hier einen Trend festzustellen. Die neuen Messungen werden aber, neben ihrer Bedeutung für Prozeßstudien, Gelegenheit bieten, die zwischenjährlichen Änderungen der Eigenschaften der einströmenden und der transformierten Wassermassen und die Variation der Deckschicht und der Halokline zu bestimmen.

An allen geplanten Stationen werden hydrographische Messungen mit der CTD-Sonde (conductivity, temperature, depth) - verbunden mit einem Kranzwasserschöpfer - durchgeführt. Wasserproben werden weiterhin zur Unterstützung anderer Arbeitsgruppen an Bord genommen.

Zur Beobachtung der Entwicklung der Deckschicht und ihrer Wechselwirkung mit der Atmosphäre und dem Eis wird eine meteorologische Boje, ausgerüstet mit Leitfähigkeitssensoren, Thermistoren und Strömungsmessern, im Eis verankert. Die Daten werden über das ARGOS-System übertragen.

Zur Quantifizierung der saisonalen Variabilität des Transports des Einstroms über die Barents- und Kara-See in das Nansen-Becken ist geplant, am östlichen Abhang des St. Anna-Trogs Verankerungen auszulegen. Diese Verankerungen werden mit Strömungsmessern, Thermistorketten und Seacats ausgerüstet. Die Auslegung dieser Verankerungen ist Teil des ACSYS-Programms.

## **2.2 Biologie**

### **2.2.1 Pelago-Benthische Kopplung unter sommerlichen Bedingungen in angrenzenden Nansen-Becken** (AWI, IORAS, KBI, MMBI)

Es wird allgemein angenommen, daß die Arktis außerordentlich empfindlich auf Umweltveränderungen reagiert. Grundsätzlich lassen sich derartige Veränderungen an den dort vorkommenden Organismen feststellen, da diese sich im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte an vorhersagbare Bedingungen der Polargebiete angepaßt haben (konstant niedrige Temperaturen,

lange Winter im Vergleich zu den kurzen Sommern mit einem kurzen, intensiven Nahrungseintrag).

Die Kara-See zählt zu den hocharktischen, epikontinentalen Meeresgebieten entlang der sibirischen Küste. Besondere hydrographische Verhältnisse (Einstrom von relativ warmen und salzreichen Wasser aus der Barents-See und dem atlantischen Zwischenwasser aus dem zentralen arktischen Ozean) begünstigen vergleichsweise reiche und vielfältige Organismen-gemeinschaften. Allerdings sind die biologischen Prozesse, die in der Eisrandzone der Kara-See ablaufen, nahezu unbekannt.

Im Rahmen der geplanten Arbeiten soll die "Outwelling"-Hypothese überprüft werden. Diese Hypothese wird durch die Ergebnisse einer Expedition des russischen Forschungsschiffes "Dmitrij Mendeleev" im Jahre 1993 unterstützt und besagt, daß ein Großteil des im weiteren Ästuarbereich der großen, in die Kara-See einmündenden sibirischen Ströme (bes. Ob und Jenissei) produzierten organischen Materials nicht im Nahrungsnetz der Ästuarien genutzt, sondern advektiv in die angrenzenden Schelfgebiete der Kara-See transportiert wird und dort die (Sekundär-) Produktivität erhöht.

Drei größere Themenkomplexe werden bearbeitet:

- (1) Biomassebestände des Phytoplankton und inwieweit sie durch herbivores Zooplankton genutzt werden; welcher Teil des primär produzierten Materials aus der Wassersäule den Meeresboden erreicht und das Benthos versorgt. Mesozooplankton wird aus allen Wassertiefen gesammelt, um Lücken in bereits vorliegenden Datensätzen zu schließen. Untersuchungen zur Ernährungsökologie, Reproduktionsbiologie und Biodiversität von Copepoden stehen dabei im Vordergrund.
- (2) Das Zoobenthos wird als integrierender Indikator für direkten (vertikalen) bzw. advektiven (horizontalen) Nahrungseintrag zum Meeresboden untersucht; Populationsstrukturen und Aktivitätsmuster ausgewählter Arten werden im Detail analysiert.
- (3) Aus biogeographischer Sicht hat die Kara-See eine Zwischenstellung zwischen der stark atlantisch beeinflussten Barents-See und der kontinental geprägten Laptev-See. Das gesammelte biologische Material wird deshalb auch nach biogeographischen Gesichtspunkten analysiert, um die vor allem im Norden der Kara-See bestehenden Wissenslücken zu schließen und zu ermöglichen, daß Szenarien über mögliche Verschiebungen der Verbreitungsgebiete von Populationen und Lebensgemeinschaften im Zuge von Klimaänderungen entwickelt werden können.

#### *Untersuchungen zur Produktivität und zum Partikelfluß, Gemeinschaftsanalyse und Lebensstrategien:*

- Identifizierung wichtiger Primärproduzenten, Abschätzung ihrer Biomasse (Chlorophyll und seine Umwandlungsprodukte) und des vertikalen Stofftransports; Bestimmung von Pflanzennährstoffen (N, P, Si) sowie von partikulärem organischen Kohlenstoff, Stickstoff und biogenem Silikat.
- Beschreibung der Gemeinschaftsstrukturen und ihrer Zusammensetzung (Biodiversität, Abundanz, Biomasse, Dominanzverhältnisse) nördlich von 75° bzw. 78°N und östlich des St. Anna-Trogs unter besonderer Berücksichtigung biogeographischer Aspekte.
- Respirationmessungen an Sedimentkernen (zur Bestimmung der Remineralisierungsraten von organischem Kohlenstoff durch das Benthos). Untersuchungen zur Abhängigkeit benthischer Organismen (vor allem im Tiefseebereich) von allochthonem Material und dessen Herkunft.
- Klärung der Frage, in welcher Weise Sekundärproduzenten (v.a. Copepoden) die Phytoplanktonentwicklung und damit das Sedimentationsgeschehen und die Nahrungsverfügbarkeit für das Benthos beeinflussen ?

- Untersuchungen zu Lebenszyklen, Wachstumsverlauf und Lebenserwartung ausgewählter Arten.

#### *Autökologie und Ökophysiologie von Schlüsselarten*

- Wie reagieren ausgewählte benthische Arten auf extreme Unterschiede in der Nahrungsverfügbarkeit (Reproduktionsbiologie, Physiologie und Lipidgehalt) ?
- Welche Substrate werden von den ausgewählten Arten genutzt und wie beeinflusst Nahrungsverfügbarkeit den physiologischen Zustand bzw. die Stoffwechselaktivität und -kapazität von Organismen, die über den größten Teil des Jahres unter oligotrophen Bedingungen leben. Um die aerobe Stoffwechsel-aktivität zu bestimmen, werden entsprechende Schlüsselenzyme gemessen (Hexokinase, Cytochromoxidase, -Hydroxyacyl-CoA-dehydrogenase und Citratsynthase).
- Zusammen mit den Untersuchungen zum Lipidstoffwechsel wird an ausgewählten Arten geprüft, welche Substrate sie bevorzugt nutzen, und inwieweit sich diese Bevorzugung in Abhängigkeit von saisonalen Faktoren und der Nahrungsverfügbarkeit verändert (z.B. von Proteinen/Aminosäuren zu Lipiden).
- Welche Reproduktionsstrategien verfolgen epi- und mesopelagische Copepoden ?

### **2.2.2 Aktivität und Biomasse benthischer Organismen (AWI, IORAS)**

Das Ökosystem der Tiefsee wird durch den vertikalen und horizontalen Eintrag organischen Materials angetrieben. Für den Arktischen Ozean mit seiner permanenten Eisbedeckung wird angenommen, dass der laterale Eintrag von Nahrungsenergie in die Tiefsee gegenüber dem vertikalen Eintrag aus der (stark limitierten) Planktonblüte eine weitaus größere Rolle spielt. Untersuchungen zu den Transportwegen organischer Substanz und benthischer Prozesse sowie ein Vergleich mit Forschungsergebnissen aus anderen (nicht-eisbedeckten) Tiefsee-Regionen, werden zum Verständnis der Funktionsweise des Ökosystems der Arktischen Tiefsee beitragen.

Ziele des vorliegenden wissenschaftlichen Programms sind:

- die quantitative Erfassung der benthischen Megafauna
- die quantitative Erfassung der benthischen Meiofauna und Bakterien
- die quantitative Erfassung von biogenen Sedimentkomponenten zur Ermittlung benthischer Aktivitäten und Biomassen sowie frühdiaagenetischer Prozesse

Die großskalige (Kilometer) Erfassung der benthischen Megafauna wird mit Hilfe eines ‚Ocean Floor Observation Systems‘ (OFOS) durchgeführt. Das System besteht aus einem kabelgebundenen Metall-Rahmen (1,6 x 1,2 x 1,4 m; 520 kg), der mit einer Restlicht-Video-Kamera, einer Einzelbild-Kamera (max. 800 Aufnahmen), Scheinwerfern, Blitzlichtern sowie einem Boden-Sonar, einer CTD-Sonde und der benötigten Energieversorgung für das Gesamtsystem ausgestattet ist. Fotos und Video-Aufnahmen werden normalerweise in 3 - 5 m Abstand zum Meeresboden aufgenommen.

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 (DNA, Gesamtadenylat, partikuläre Proteine, Phospho-Lipide), werden wertvolle Informationen über die ökologischen Verhältnisse im Benthal der Arktischen Tiefsee liefern.

Die Gewinnung weitgehend ungestörter Sedimentproben (speziell zur Analyse biochemischer Parameter an der Sediment-Wasser-Grenzschicht) erfolgt mit dem Multicorer (MC). Um eine

gezielte Probennahme zu ermöglichen, wird der MC über eine Video-Kamera verfügen. 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 tiefgefroren.

Die vorgesehenen Observationen und Probennahmen werden sich nahtlos in die Expeditionsplanung einfügen. Die Untersuchungen werden sich auf den Kontinentalhang vor der Karasee (eine Reihe von Stationen auf 2 - 3 Transekten; 500 - 3000 m Wassertiefe) und den Gakkel-Rücken bei 85°N/95°O konzentrieren. Die Zahl der OFOS- und Multicorer-Einsätze erfolgt in Absprache mit den anderen Expeditionsteilnehmern, um Schiffzeiten und gewonnene Sedimentproben (unter Berücksichtigung der Eisverhältnisse) optimal zu nutzen. Der Einsatz des OFOS-Systems ist zunächst geplant für 6 Stationen in 500 m und 2000 m Wassertiefe sowie der erreichbaren Maximaltiefe auf den Transekten.

### **2.2.3 Mikrobielle Prozesse (AWI)**

Das Weddellmeer als Entstehungsort des Bodenwassers stand bei unseren Tiefseeuntersuchungen bisher im Mittelpunkt des Interesses. Vergleichsuntersuchungen beschränkten sich auf Gebiete des Pazifiks und Atlantiks mit warmem Oberflächenwasser. Das Nordpolarmeer, wiederum mit kaltem Oberflächenwasser und Bildungsstätte des Tiefenwassers, soll nun in unser Untersuchungsprogramm mit einbezogen werden. Über die mikrobielle Besiedlung des Nordpolarmeeres sowie über die dort ablaufenden mikrobiellen Prozesse liegt nur sehr wenig Datenmaterial vor. Dieses gilt sowohl für den Oberflächenbereich, einschließlich Meereis, als auch für das tiefe Pelagial und Benthos. Die mikrobiellen Prozesse in diesem außergewöhnlichen Tiefseebereich mit hohem lateralen Zustrom von terrigenem Material aber geringem vertikalen Eintrag aus der euphotischen Zone sollen abgeschätzt werden. Dafür sind Daten zur mikrobiellen Biomasse, zur Sekundärproduktion und zu verschiedenen bakteriellen Umsetzungen notwendig. Über Rolle und Bedeutung autochthoner sowie allochthoner Bakterienformen soll Auskunft mit Hilfe spezifischer MPN-Verfahren erhalten werden.

Da bei den Untersuchungen im Nordpolarmeer die gleichen Methoden wie bisher eingesetzt werden, wird ein unmittelbarer Vergleich von sehr unterschiedlichen Tiefseeregionen möglich, der Aufschluß über Gesetzmäßigkeiten und Regelmechanismen im Tiefseebereich erwarten läßt.

### **2.2.4 Zooplankton-Ökologie (IPÖ)**

Im Rahmen des interdisziplinären AOSGE-Projektes werden während der Expedition ARK XIII/2 die Ernährungsweise und der Energiehaushalt ausgewählter Zooplanktonarten untersucht. Im Mittelpunkt der Arbeit stehen omni- und carnivore, meso- bis bathypelagisch verbreitete Arten, deren Lebensweise, physiologische Anpassungen und ökologische Bedeutung bisher nur ansatzweise erforscht sind. Durch den Einsatz eines Mehrfachschlieβnetzes (Multinetz) soll die Vertikalverteilung der Arten untersucht werden. Individuen für Experimente und biochemische Untersuchungen werden außerdem mit dem Bongonetz gesammelt. Die Messung von Biomasse, Lipidgehalt und Lipidzusammensetzung liefert Erkenntnisse über den Ernährungszustand. Ergänzt werden die Untersuchungen durch ein umfangreiches experimentelles Programm, zu dem Fütterungs- und Hungerexperimente sowie Respirationmessungen gehören. Nahrungsbeziehungen zwischen verschiedenen trophischen Stufen sollen mit Marker-Lipiden untersucht werden.



Während ARK XIII/2 werden die Untersuchungen der AOSGE-Pilotstudie 1996 (ARK XII) ergänzt und fortgesetzt. Die Ergebnisse liefern sowohl neue Erkenntnisse zur Autökologie der untersuchten Arten als auch zur Bedeutung der bathypelagischen Gemeinschaften für den Energiefluß zwischen Meereis, Pelagial und Benthos im Nordpolarmeer.

### **2.2.5 Untersuchungen an Epibenthos-Organismen (IPÖ)**

Benthische Gemeinschaften sind abhängig vom Eintrag in der euphotischen Zone produzierten organischen Materials, das jedoch über weite Strecken lateral transportiert werden kann, bevor es den Meeresboden erreicht. Wachstum und Produktion sowie Aktivitätsmuster zoobenthischer Organismen werden maßgeblich von Konzentration und Verfügbarkeit der Nahrung beeinflusst.

Im Rahmen des interdisziplinären AOSGE - Projektes wird der Schwerpunkt benthischer Studien des IPÖ während der Reise ARK XIII/2 auf abundanten epibenthischen Arten liegen, unter denen besonders die Ophiuroiden als abundante Faunenelemente arktischer Schelf- und Kontinentalhanggebiete berücksichtigt werden sollen. Ihre Reaktion auf den Eintrag organischen Materials wird anhand verschiedener Methoden der Populationsdynamik, ihrer Nahrungszusammensetzung sowie Messungen des Routinestoffwechsels (Respiration) untersucht. Diese Arbeiten setzen eine im Sommer 1996 in der Eisrandzone der Barents-See durchgeführte Grundlagstudie thematisch fort.

Um Informationen über die Populationsdynamik ausgewählter Arten zu gewinnen, soll sowohl das Alter einzelner Individuen als auch saisonale Wachstumsunterschiede durch Größenhäufigkeitsverteilungen und Analyse von Wachstumsstrukturen bestimmt werden. Diese Untersuchungen werden durch Bestimmung des Nahrungsspektrums ergänzt. Zur Erfassung der kleinskaligen Verteilung dient der Einsatz eines Kamerasystems (Fotoschaukel), dessen hochauflösende Bilder ebenfalls Informationen über Aktivitätsmuster verschiedener Arten liefern können. Für experimentelle Arbeiten an Bord und Respirationmessungen im Heimatlabor werden lebende Tiere gehältert. Um die anhand von Probenmaterial gewonnenen Informationen über die Nahrungszusammensetzung verschiedener Arten im Hinblick auf Nahrungspräferenzen und mögliche Ernährungsweisen zu ergänzen, werden Fütterungsexperimente durchgeführt.

### **2.2.6 Meereis-Biologie (IPÖ)**

Das Meereis ist ein besonderes Habitat für eine Reihe von Organismen wie Bakterien, Algen, Proto- und Metazoen mit einer Größe von wenigen  $\mu\text{m}$  bis zu wenigen mm. Die Eisorganismen leben in den soleerfüllten Poren und Kanälen im Inneren des Eises. Eisalgen, die in so hohen Konzentrationen auftreten können, daß die Unterseite des Eises rotbraun gefärbt ist, tragen bis zu 30 % zur jährlichen Primärproduktion des arktischen Ozeans bei. Obwohl die Gemeinschaftsstruktur der Eisorganismen untersucht wurde, besteht ein Mangel an Information über die dynamischen Interaktionen der Organismen, besonders über den Fraßdruck der größeren Metazoen ist wenig bekannt. Während der "Polarstern"-Expedition ARK XII wurde eine Serie von Experimenten mit natürlichen Kulturen von Eisorganismen durchgeführt, um die Wachstumsraten der Beuteorganismen sowie die Wegfraßraten der Räuberorganismen zu bestimmen. Vergleichbare Experimente sollen während der Expedition ARK XIII/2 mit Kulturen von ausgewählten Organismen durchgeführt werden, um den Fraßdruck der einzelnen Meiofaunaorganismen zu ermitteln. Ferner sollen auch andere Methoden, wie die Verwendung fluoreszenzmarkierter Bakterien zur Erfassung von Fraßraten, eingesetzt werden, um ein bes-

seres Verständnis der Nahrungsökologie der Eisorganismen zu erhalten. Daneben soll die Abundanz der Eisorganismen im Packeis der nördlichen Kara-See und der zentralen arktischen Becken durch mikroskopische Zählungen erfaßt werden, um die Gemeinschaftsstruktur in diesen Regionen zu untersuchen und mit Daten aus anderen Bereichen der Transpolardrift zu vergleichen. Videoaufnahmen der lebenden Organismen sollen zur Beobachtung der Nahrungsaufnahme verschiedener Eisorganismen sowie für taxonomische Zwecke und Biomassebestimmungen angefertigt werden. Salzgehalt, Temperatur und Chlorophyllgehalt der Eiskerne sollen routinemäßig auf jeder Station gemessen werden, um Information über die biotischen und abiotischen Parameter am Probenahmeort zu erhalten.

### 2.3 Meereis-Sedimentologie (GEOMAR)

Arktisches Meereis enthält z. T. grosse Mengen an feinkörnigen Sedimenteinschlüssen in Form von Anreicherungen auf der Eisoberfläche bzw. lagig oder diffus verteilten Inkorporationen. Die geologische Bedeutung derartiger Meereiseinschlüsse wurde in einer Vielzahl von Studien über die Nordamerikanische Arktis und insbesondere die Sibirische Laptev-See hervorgehoben. Demzufolge wird ein Grossteil der Sedimente durch turbulente Prozesse während der Eiskristallbildung in Suspension (suspension freezing) in das auf den flachen Schelfgebieten entstehende Meereis eingetragen. Das inkorporierte Material wird aus den Schelfmeeren exportiert und trägt somit bedeutend zum Sedimentbudget des Arktischen und Nordatlantischen Ozeans bei.

Es gibt nur wenig Erkenntnisse über die Bildung von schmutzigem Meereis in der Kara-See und dessen Export in die angrenzenden Schelfgebiete und das Zentralarktische Becken. Neuere Driftbojendaten und Modellierungen zeigen jedoch, daß der Eisexport aus der südwestlichen Kara-See in die Barents-See und das Arktische Mittelmeer hinein möglich ist.

Während der Geländearbeit steht die Beprobung von Meereissedimenten in der nördlichen Kara-See im Vordergrund. An den Einschlüssen werden die qualitative und quantitative Probenzusammensetzung, die Grob- und Feinfraktionsverteilung, die Tonmineralvergesellschaftung, die Menge und Zusammensetzung von organischer Substanz sowie Sr-Isotopenverhältnisse bestimmt. Diese sedimentologischen Signalträger werden mit Charakteristika von Ablagerungen aus den flachen, küstennahen Schelfgebieten der Kara-See verglichen um Aussagen über Quellregionen und Transportwege sowie Bildungsprozesse von sedimentbeladenem Meereis treffen zu können.

Die Gelände- und Laborarbeit beinhaltet:

- Eiskernentnahme für sedimentologische Untersuchungen
- Eiskernentnahme für die Bestimmung physikalischer Eigenschaften und Sauerstoffisotopenverhältnisse
- Entnahme von Eisoberflächen Sedimenten - Schmelzen und Filtrieren von Eisproben
- Korngrößenanalysen und Tonmineralanalysen von Meereissedimenten
- Untersuchungen von Menge und Zusammensetzung der organischen Substanz (in Zusammenarbeit mit AWI)
- Raster-Elektronen-Mikroskop Untersuchungen
- Sr-Isotopenanalysen (in Zusammenarbeit mit Universität Göttingen)

## 2.4 **Marine Geologie** (AWI, GEOMAR, IORAS, MMBI, VNIIO)

Das Hauptziel des marin-geologischen Programms sind hochauflösende Studien über die Änderungen von Paläoklima, paläoozeanographischer Zirkulation, Paläoproduktivität und Meereisbedeckung im Bereich des Kara-See-Kontinentalrands und der angrenzenden Tiefsee. Von übergeordnetem Interesse ist es, Aussagen über die Bedeutung des Arktischen Ozeans für das globale Klimasystem zu erhalten. Hierzu soll die Bilanzierung des terrigenen und biogenen Sedimenteintrags in den Arktischen Ozean im Wechsel zwischen Glazial und Interglazial und die Umverteilung dieser Sedimentkomponenten im Arktischen Ozean einen wichtigen Beitrag liefern. Vor diesem Hintergrund werden detaillierte stratigraphische, sedimentologische, mikropaläontologische mineralogische und geochemische Analysen durchgeführt

Um die gesteckten Ziele zu erreichen, werden ungestörte Sedimentoberflächen und Sedimentkerne auf Schnitten vom Schelf über den Kontinentalhang bis in die Tiefsee genommen. Die Kernpositionen werden mit Hilfe von Parasound und Hydrosweep sorgfältig ausgewählt, um Gebiete mit Turbiditen und Rutschungen zu meiden. Die Probennahme erfolgt mittels Großkastengreifer, Multicorer, Schwerelot und Kastenlot. Für die Beprobung der Wassersäule werden In-situ-Pumpen und Planktonnetz eingesetzt. Aerosolproben werden mit speziellen Auffanggeräten auf der Brücke von "Polarstern" genommen.

Im Einzelnen lassen sich die marin-geologischen Forschungsschwerpunkte wie folgt beschreiben:

### *(1) Hochauflösende stratigraphische Untersuchungen von Sedimentabfolgen*

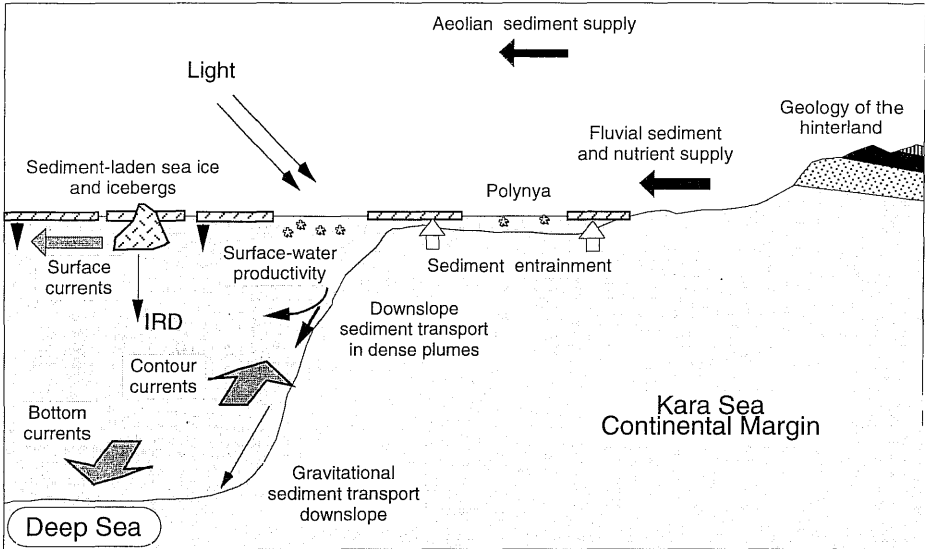
Grundlage für alle weiterführenden Rekonstruktionen von Änderungen in der Paläo-Umwelt ist eine hochauflösende stratigraphische Einstufung der Sedimentabfolgen. Hierzu werden Messungen von stabilen Sauerstoff- und Kohlenstoffisotopen, absolute Altersdatierungen, natürliche Radionuklide ( $^{10}\text{Be}$ ,  $^{234}\text{Th}$ ), Aminosäuren, Mikrofossilien, Sedimentechotypen (Parasound), sediment-physikalische Parameter (Dichte, P-Wellengeschwindigkeiten, magnetische Suszeptibilität) sowie die Korrelation mit schon datierten Kernen aus dem Arktischen Ozean durchgeführt.

### *(2) Terrigener Sedimenteintrag und Änderungen der (Paläo-) Umweltbedingungen*

Der terrigene Sedimenteintrag über den Schelf in den Arktischen Ozean wird über den Flußausstrom, Windeintrag, ozeanische Strömungen, Meereis- und Eisbergtransport sowie gravitativen Massentransport reguliert (Abb. 3). Die meisten dieser Mechanismen beeinflussen auch biologische Prozesse in der Wassersäule und am Meeresboden (z.B. Oberflächenwasser-Produktivität, Partikelfluß durch die Wassersäule, benthische Aktivitäten, Export von organischem Kohlenstoff, etc.).

Die Untersuchungen konzentrieren sich auf die Quantifizierung und Charakterisierung des terrigenen Eintrages, dessen Akkumulation auf dem Schelf und den Transport über den Kontinentalhang in die Tiefsee. Vor diesem Hintergrund werden detaillierte sedimentologische, mineralogische, geochemische und mikropaläontologische Untersuchungen an Sedimenten auf mehreren Schnitten vom Schelf über den Kontinentalhang bis in die Tiefsee durchgeführt. Hierzu gehören insbesondere die Bestimmungen von Schwer- und Tonmineralen, sedimentphysikalischen Eigenschaften, Mikrofossil-Vergesellschaftungen und geochemischen Tracern (z.B. Haupt- und Spurenelemente). Von besonderem Interesse ist die detaillierte Untersuchung des Übergangs vom letzten Glazial zum gegenwärtigen Interglazial ("Termination I") in Gebieten mit sehr hohen Sedimentationsraten, in denen, gestützt durch AMS $^{14}\text{C}$ -Datierungen, hochauflösende Analysen des terrigenen Sedimenteintrags und der Veränderung des Klimas durchgeführt werden können. Solche Untersuchungen sollen auch auf Sedimentsequenzen ausgedehnt werden, die ältere Glazial/Interglazialzyklen enthalten. Durch das

Abb. 3



Kartieren von Sedimentechotypen mit Hilfe von Parasound-Profilen sollen punktuelle Informationen aus Sedimentkern Daten in räumliche Faziesmuster extrapoliert werden.

(3) *Organischer Kohlenstoff-Fluß, geochemische und mikropaläontologische Tracer, Oberflächenwasserproduktivität*

Im Arktischen Ozean und den angrenzenden Randmeeren sind Daten über zeitliche und räumliche Änderungen des natürlichen organischen Kohlenstoffeintrags und die Bedeutung für den (globalen) Kohlenstoffhaushalt sehr unvollständig. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, den organischen Kohlenstoff-Fluß zu quantifizieren, Bestandteile zu charakterisieren und die Mechanismen zu verstehen, die die Akkumulation des organischen Kohlenstoffs kontrollieren.

Folgende Untersuchungen stehen daher im Vordergrund:

- Bestimmung von Menge, Zusammensetzung und Reife des organischen Kohlenstoffs in der Kara-See und der angrenzenden Tiefsee;
- Quantifizierung des marinen und terrigenen organischen Kohlenstoff-Flusses (Akkumulationsraten), Änderungen des Flusses in Raum und Zeit, Abhängigkeit von Eisbedeckung und Paläoklima;
- Bestimmung von mikropaläontologischen (Süßwasser-Diatomeen, Pollen und Sporen) und organisch-geochemischen (Biomarker, stabile Kohlenstoffisotope) Tracern als Anzeiger für den Eintrag terrigener/fluviatiler organischer Substanz;
- Abschätzung der (Paläo-) Produktivität mit Hilfe unterschiedlicher Proxies: Mariner organischer Kohlenstoff-Fluß, Biomarker-Zusammensetzung (z.B. *n*-Alkane, Sterole, Alkenone, Fettsäuren, Pigmente), stabile Kohlenstoff- und Stickstoffisotope, Biogen-Opal, Diatomeen, Dinoflagellaten und anorganisch-geochemische Tracer;
- Vergleich von Kara-See-Daten mit entsprechenden Datensätzen aus dem Kontinentalrandbereich der Laptev-See und der zentralen Arktis.

(4) *Frischwasserzufuhr und Verbreitung von Wassermassen: Isotopensignal in planktischen Foraminiferen*

Das Arbeitsprogramm umfaßt eine Multinetz-Beprobung (Maschenweite 55 µm) der oberen Wassersäule mit Tiefen-Intervallen von ungefähr 500 - 300 m, 300 - 200 m, 200 - 100m, 100 - 50 m und 50 - 0 m sowie die Beprobung der Sedimentoberfläche mittels Großkastengreifer. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Umweltphysik Heidelberg (UIP) werden Wasserproben für d<sup>18</sup>O-Bestimmung genommen. An dem gewonnenen Material aus der Wassersäule und dem Sediment werden Untersuchungen zum Habitat und zur C- und O-Istogie von planktischen Foraminiferen durchgeführt, um zu prüfen inwieweit sich rezente Umweltsignale (Salzgehalt, Temperatur, Atlantik Wasser, Flußwassereintrag, Eisbedeckung) in der Zusammensetzung der Kalkschalen widerspiegeln. Die Ergebnisse der Isotopenuntersuchungen werden mit denen der Wasserproben verglichen und mit ozeanischen Parametern korreliert.

## 2.5 Geochemie (AWI, ISSP)

### *Frühdigenese*

Umsatzraten fröhdiagenetischer Reaktionen sowie Bioturbationsraten werden im Oberflächensediment über hochaufgelöste Konzentrationsprofile bestimmt. Einerseits durch Sauerstoff, Mangan und Methan im Porenwasser und andererseits von <sup>210</sup>Pb und <sup>234</sup>Th im Sediment. Diese Messungen werden an Multicorer-Kernen durchgeführt. Zusätzlich ist geplant, Gradienten in der Sediment-Wasser Grenzschicht mit einem Diffusionssammler (peeper) zu bestimmen.

### *Partikeltransport und Stoffumsätze in der Nepheloidschicht*

Um den Austausch zwischen Bodenwasser und Sediment zu bestimmen werden natürliche Radionuklide benutzt. Resuspensionsraten können dabei mit dem natürlichen Radioisotop

$^{234}\text{Th}$  quantifiziert werden.  $^{228}\text{Ra}$  wird als Tracer für den Einfluß von Schelfwasser herangezogen, denn es wird hauptsächlich über Schelfsedimenten angereichert. Diese Radionuklide werden aus Rosette-Proben bestimmt. Die Beprobung soll über die Schnitte vom Schelf bis in die Tiefsee erfolgen. Im offenen Ozean sind für die Bestimmung der  $^{228}\text{Ra}$  Konzentrationen größere Wassermengen notwendig. Daher werden zusätzliche  $^{228}\text{Ra}$  Proben mit in-situ Filtrationspumpen genommen, parallel mit der Beprobung von partikularen organischen Spurenstoffen (Zusammenarbeit mit Arbeitsgruppe Marine Geologie).

Sind die Resuspensions- und Bioturbationsraten bekannt, können Umsatzraten anderer Spurenstoffen aus deren Konzentrationsgradienten im bodennahen Wasser ermittelt werden. Größtes Interesse gilt dabei dem Umsatz von Stoffen die im Zusammenhang mit dem Abbau organischer Substanz an der Sedimentoberfläche oder im Bodenwasser freigesetzt werden. Es handelt sich hierbei einerseits um Spurenstoffe, die Bestandteil der organischen Substanz oder daran adsorbiert waren (z.B. Cu, Cd, seltene Erden) und andererseits um Produkte diagenetischer Sekundärreaktionen (z.B. Mn, Methan). Zu diesem Zweck werden in der Wassersäule ausgewählte Spurenmetalle, seltene Erden und Methan bestimmt. Schwerpunkt der Untersuchungen bildet die Analytik des Bodenwassers. Für die Untersuchung der Spurenmetalle muß mit speziellen Close-Open-Close Wasserschöpfern beprobt werden, die an einem mit Plastik ummantelten Draht gefahren werden. Die weitere Probenbehandlung erfolgt im Reinraum-Kontainer. Zusätzlich werden in-situ Extraktionsmethoden für die Spurenmetallbestimmung (Cu, seltene Erden) getestet.

Die zeitliche Variabilität der Stoffkonzentrationen im Bodenwasser soll mit einem am Meeresgrund verankerten "Multisampler" untersucht werden. Zu vorprogrammierten Zeiten werden Filtrationsproben gewonnen, mittels derer die Traceraktivitäten in Abhängigkeit von der Zeit bestimmt werden. Um den vertikalen Fluß von  $^{234}\text{Th}$  sowie organischem Material in die Nepheloid-Schicht zu quantifizieren wird in Zusammenarbeit mit den Biologen eine Sedimentfalle wenige hundert Meter über dem Meeresgrund ausgebracht.

Participants/Teilnehmer Name	ARK-XIII/2 Discipline	Institute
Holger Auel	Biology, Zooplankton	IPÖ
H. Bäsemann	Journalist	Tromsø
Eduard Bauerfeind	Biology, Phytoplankton	AWI
Marion Behrends	Geology, Sedimentology	AWI
Klaus Buhlmann	Meteorology	DWD
Ellen Damm	Geochemistry	AWI
Stanislav Denisenko	Biology, Zoobenthos	MMBI
Dirk Dethleff	Sea Ice, Sediments	GEOMAR
Ulrich Drübbisch	Oceanography	IFM-HH
Kirsten Fahl	Geology, Org. Geochemistry	AWI
Christine Friedrich	Sea Ice Biology	IPÖ
Elisabeth Helmke	Microbiology	AWI
Oliver Hillebrand	Helicopter-Service	HSW
Karen Jeskulke	Biology, Benthos	AWI
Karen v. Juterzenka	Biology, Benthos	IPÖ
Vladimir Ivanov	Oceanography	AARI
Uwe Lahmann	Helicopter-Service	HSW
Michael Levitan	Geology, Sedimentology	IORAS
Silke Lischka	Biology, Zooplankton	IPÖ
Volker Lundström	Helicopter-Service	HSW
Michael Klages	Biology, Zoobenthos	AWI
U. Klauke	Microbiology	AWI
Hans-Peter Kleiber	Geology, Sediment physics	AWI
Jochen Knies	Geology, Org. Geochemistry	AWI
Ksenia Kosobokova	Biology, Zooplankton	IORAS
M. Kühn	Geochemistry	AWI
Silke Lischka	Biology, Zooplankton	IPÖ
Axel Maibaum	Geochemistry	AWI
Ralf Meyer	Oceanography	AWI
Maxim Mitjajev	Geology, Sedimentology	MMBI
Vadim Mokievski	Biology, Benthos	IORAS
Eugene Musatov	Geology, Sedimentology	VNIO
Gernot Nehrke	Geology, Sedimentology	GEOMAR
Frank Niessen	Geology, Sediment physics	AWI
Yuri Okolodkov	Biology, Phytoplankton	KBI
Vladislav Petryashov	Biology, Zoobenthos	ZISP
Eike Rachor	Biology, Zoobenthos	AWI
Bert Rudels	Oceanography	IFM-HH
Michael Rutgers v.d. Loeff	Geochemistry	AWI
Burkhard Sablotny	Biology, Benthos	AWI
Vladimir Samarkin	Geochemistry	ISSP
Ingo Schewe	Biology, Benthos	AWI
Detlev Schreiber	Helicopter-Service	HSW
Carsten Schubert	Geology, Org. Geochemistry	AWI
Thomas Soltwedel	Biology, Benthos	AWI
Hartmut Sonnabend	Meteorology	DWD
Vladimir Shevshenko	Geology, Aerosols	IORAS
Ruediger Stein	Chief scientist (Geology)	AWI
Hjalmar Thiel	Biology, Benthos	AWI
Renate Volkmann	Geology, Foraminifers	GEOMAR
Qing Zhang	Sea Ice Biology	IPÖ
NN	Biology, OFOS-Techn.	GEOMAR
Russ. Ice pilot		
Russ. Observer		
<u>Reserve list:</u>		
Bodil Bluhm	Biology, Benthos	IPÖ
Ingo Fetzer	Biology, Zooplankton	AWI

## Beteiligte Institutionen / Participating Institutions

### Germany:

AWI: Alfred-Wegener-Institut  
für Polar- und Meeresforschung,  
Columbusstrasse  
27568 Bremerhaven  
(Biology, Geology, Sea Ice Research, Oceanography)

GEOMAR Forschungszentrum für Marine Geowissenschaften,  
Universität Kiel  
Wischhofstr. 1-3  
24148 Kiel  
(Geology, Sea Ice Research)

IPÖ Institut für Polarökologie  
Universität Kiel,  
Wischhofstr. 1-3  
24148 Kiel  
(Sea Ice and other Biology)

IfM-HH Institut für Meereskunde  
Universität Hamburg  
Tropowitzstr. 7  
22529 Hamburg  
(Oceanography)

### Russia:

AARI The State Research Center -  
Arctic and Antarctic Research Institute,  
38 Bering St.  
St. Petersburg, 199397  
(Oceanography, Sea Ice Research)

VNIIO All-Russian Research Institute  
for Geology and Mineral Resources  
(VNIIOKEANGEOLGIA)  
1, Maklina pr., St. Petersburg, 190121  
(Marine Geology: sedimentology)

ZISP Zoological Institute  
Russian Academy of Sciences,  
V-34, Universitetskaya quay  
St. Petersburg, 199034  
(Marine Biology: zoology)

IORAS P.P. Shirshov Institute of Oceanology  
Russian Academy of Sciences,  
23, Krasikova St.,  
Moscow, 117218  
(Biology: zooplankton; Geology: sedimentology;  
Oceanography: chemical analyses)

MMBI Murmansk Marine Biological Institute  
Russian Academy of Sciences  
17, Vladimirskaia Street  
Murmansk, 183019  
(Biology: zoology; Geology: sedimentology)



KBI

Komarov Botanical Institute  
Russian Academy of Sciences,  
P-376, Prof. Popov's St.  
St. Petersburg, 197376  
(Biology: botany)

ISSP

Institute of Soil Science and Photosynthesis,  
Russian Academy of Sciences  
Pushchino, 142292  
(Geochemistry)

**ARKTIS XIII/2  
FS "Polarstern"**

26 June - 11 August, 1997 - Tromsø - Tromsø

Chief Scientist:  
Dr. Rüdiger Stein

**Kara Sea - Continental Margin - Nansen Basin -  
Gakkel Ridge**

**1. Summary**

The Eurasian shelf seas, especially the Laptev Sea and the Kara Sea, are regarded as main source areas of sea ice, transformed water masses, nutrients, particulate inorganic and organic matter, strongly influencing the life conditions and the sedimentological regime of the Eurasian Arctic deep ocean. Based on the excellent experiences and the success of the bilateral Russian-German multi-disciplinary scientific expeditions with the ice-breaking RV "Polarstern" to the Laptev Sea area in 1993 (ARK IX/4) and 1995 (ARK XI/1) and to the Kara Sea area in 1996 (ARK XII), the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research together with several Russian institutions, coordinated by the Arctic and Antarctic Research Institute St. Petersburg, propose a new joint Russian-German multi-disciplinary expedition to the northern Kara Sea and the adjacent deep-sea area (Fig. 1, 2).

The main components of the multidisciplinary project will comprise:

- (1) oceanographic investigations to understand and quantify both the circulation and water mass transformations of the Arctic Ocean;
- (2) biological investigations in fundamental ecology (pelago-benthic coupling; sea-ice biology) and biogeography;
- (3) geological investigations including sea-ice research, studies of river discharge, and studies of the quantification and characterization of the terrigenous sediment supply and organic carbon flux; and
- (4) geochemical studies of early diagenesis as well as particle transport and chemical turnover in the benthic nepheloid layer.

The research program of this "Polarstern" Expedition will contribute to several bilateral multi-disciplinary projects, e.g.:

- Bilateral Russian-German Research Project "System Laptev Sea"
- Bilateral project "The nature of continental run-off from the Siberian rivers and its behavior in the adjacent Arctic Basin" which is under review and shall be carried out as part of the joint Russian-German Cooperation funded by the Science Ministries of both countries. "Polarstern" Cruise ARK XIII/2 is already regarded to be a pilot field study of this project.
- Bilateral Russian-German research projects on biological and geological investigations of "Polarstern" samples, supported by specific grants of the German Ministry for Education, Science, Research, and Technology and the German Research Foundation.

For this cooperative multidisciplinary research programme, RV "Polarstern" will leave Tromsø on June 26 and sail to Murmansk to embark the Russian scientists and their equipment. Thereafter, she will directly proceed to the northern continental margin of the Kara Sea. In the study area, two main transects from the shallow-water regime of the northern Kara Sea across the continental slope through the Nansen Basin onto the Gakkel Ridge are planned. These transects will be carried out along 75°E and 90°E, starting at the eastern flanks of the St. Anna

Trough and the Voronin Trough, respectively. A third, smaller transect is planned north of Franz-Josef-Land (Fig. 2). The study area will be left on August 05 to sail back to Murmansk. The Russian partners will be disembarked there. RV "Polarstern" will leave Murmansk on August 09 to sail to Tromsø for the exchange of scientific personnel (August 11).

## **2. Research Programmes**

### **2.1 Physical Oceanography (AWI, AARI, IfM-HH, FIMR)**

The oceanographic work planned for the "Polarstern" Cruise ARK XIII/2 to the northern Kara Sea and the Nansen Basin/Gakkel Ridge continues the efforts to understand and quantify both the circulation and water mass transformations of the Arctic ocean and how they relate to climate. The planned work forms an integral part of the ongoing ACSYS programme and also is part of the field activities scheduled for the proposed MAST III AOSGE programme.

The primary objective is to study the characteristics and the strengths of the two inflows to the Arctic Ocean, from Fram Strait and over the Barents Sea, and the mixing processes, which arise from their merging north of the Kara Sea continental slope. A further objective is to observe the first recirculation loop, flowing along the Gakkel Ridge toward Fram Strait, and its interaction with the inflowing Fram Strait Branch. Of particular interest here is a study of the wide spread, regular interleaving structures observed in the Arctic Ocean. Measurements in the Nansen Basin and on the northern Kara Sea will repeat the observations of ARK XII in 1996. This would allow for a comparison between the two years and the assessment of changes in the layer structures. Several recent expeditions have reported anomalously warm water in the Atlantic Layer. Last year's observations show an exceptionally deep and high salinity mixed layer in the Nansen Basin, and the halocline and the thermocline practically coincide. Such a situation would imply comparatively large vertical heat fluxes from the Atlantic Layer to the ice and the atmosphere. One year is too short a time a span to detect a trend, however, the new observations will, in addition to their importance for the process studies, also give an opportunity of observing the short time (year to year) changes in both the characteristics of the inflowing and the transformed waters and the variations in the mixed layer and the halocline.

The observational programme consists primarily of hydrographic measurements, and CTD and water sampling will be made at all planned stations. Water sampling in support for other on-board programmes will be made.

To study the evolution of the mixed layer and the halocline and their interaction with the atmosphere and the ice, a meteorological buoy, also equipped with conductivity cells, thermistors and current meters, will be deployed through the ice. The data will be transmitted over the ARGOS system.

To quantify the strength and the seasonal variability of the inflow over the Barents-Kara Sea, it is planned to deploy two current meter moorings on the eastern slope of the St. Anna Trough. The moorings will be equipped with current meters, thermistor chains and Sea-cats. The deployment of these mooring is made as a part of the ACSYS programme.

## 2.2 Biology

### 2.2.1 Pelago-Benthic Coupling during Summer in the High Arctic Kara Sea and Adjacent Nansen-Basin (AWI, IORAS, KBI, MMBI)

The high Arctic Seas are assumed to respond most sensitively to any unusual environmental change. Principally, corresponding alterations may be identified best at the level of organisms living under stable and predictable conditions like in the polar seas (e.g. constant, low temperatures; long winters and short summers with a limited pulse of freshly produced organic material), because their life cycles have evolved under such conditions.

The Kara Sea belongs to the high Arctic epicontinental seas along the northern shores of Siberia. Contrary to other high Arctic seas, only the Kara Sea in its western parts is influenced by warmer and more saline waters coming from the Barents Sea. From the intermediate Atlantic layer of the central Arctic Ocean another source of warmer and saline waters propagates especially into the Kara Sea. These hydrographic conditions favour a comparatively diverse and rich bottom fauna. However, biological processes in the marginal ice zone of the Kara Sea are hardly known at all.

Study of the egg production of dominant herbivorous copepods during different phases of phytoplankton bloom will provide data for understanding patterns of recruitment of their populations in high Arctic environments. Egg production of mesopelagic copepods will be measured in relation to pulsing food supply in the upper layers to investigate the reproductive biology, fecundity and reproductive strategies evolved by omnivorous and carnivorous deep-water zooplankton.

The "outwelling hypothesis" supported by results obtained during the cruise of the R/V "Dmitrij Mendeleev" and postulating that a major portion of the organic matter produced in estuaries is not used in estuarine food chains, but is carried out to the adjacent sea areas thus increasing their productivity will be verified during our project for the northern part of the Kara Sea.

Three main complexes will be studied:

- (i) Phytoplankton stock biomass, and whether and how strongly it is grazed in the water column by herbivorous copepods, and how much of the freshly produced organic material will sink to the bottom to the advantage of benthic communities. Mesozooplankton will be collected within the whole water column to complete earlier samples from other expeditions. Zooplankton studies concentrate on feeding ecology, reproductive biology and biodiversity of copepods.
- (ii) The zoobenthos will be analysed as integrating indicator of direct (vertical) and advective (horizontal) input of organic matter to the sea floor; population structures and activity patterns of selected target species will be investigated in detail.
- (iii) In view of biogeography the Kara Sea takes an intermediate position between the Barents Sea (under strong Atlantic influence) and the Laptev Sea (continental influence). The material collected will be used to fill the gap of knowledge especially in the north of the Kara Sea and to allow to construct scenarios about possible distribution shifts of populations and communities by climatic change.

The major objectives can be summarized as follows:

*Productivity and particle flux studies, community analysis and life cycle strategies:*

- Identification of primary producers, evaluation of their biomass (chlorophyll and its derivatives) and estimates of vertical particle flux. Measurements of plant nutrients (N, P, Si) as well as of particulate organic carbon and nitrogen, and of biogenic silica.

- Description of community structures and composition, especially diversity, abundance, biomass and dominance patterns of plankton and benthos north of 78°N and east of the St. Anna Trough with special attention to biogeographical aspects.
- Measurements of sediment core oxygen uptake rates to estimate the degradation rates of organic matter by the benthos. Analyses of the dependence of benthic organisms (especially in the deep waters) on allochthonous material and of the pathways of this material.
- Answer the question, how grazers/secondary producers such as copepods will influence the phytoplankton production and, hence, the sedimentation and direct food supply to benthic organisms and communities.
- Investigations of life cycles, growth patterns and longevity of selected species.

#### *Autecology and ecophysiology of target species (mainly experimental work)*

- How do selected benthic species respond on extreme differences in energy supply at various biological levels (reproduction, physiology, lipid content) ?
- Which substrates are used by selected target species and how does food uptake influence the biological performance and metabolic activity/capacity of these high Arctic species exposed to oligotrophic conditions predominating for most of the year ? In order to characterize the aerobic metabolisms, the activity of key enzymes (Hexokinase, Cytochromoxidase, 3-Hydroxyacyl-CoA-dehydrogenase and Citratsynthase) will be measured.
- Complementary to lipid analyses we will investigate whether target species change their preferred substrates in relation to seasonal factors or food supply (for example from protein/amino-acids to lipids). Analyzing the ammonia production in relation to oxygen consumption rates might be helpful to verify if amino acids become more important for energy production,
- Which are the reproductive strategies of epi- and mesopelagic copepods ?

### **2.2.2 Activity and Biomass of Benthic Organisms (AWI, IORAS)**

Benthic deep-sea eco-systems are fueled by the input of organic matter sinking vertically through the water column or being advectively (horizontally) transported. We hypothesize that for the Arctic Ocean deep sea the advectively mediated food energy is of higher importance than the vertically derived energy. This should stand in contrast to open ocean systems. We are aware of further factors determining the functioning of deep-sea benthic systems, e.g. seasonality of organic matter production and variations in energy content or food quality of organic matter. Investigations of the pathways for organic substances and of benthic processes, and a comparison with results from other deep-sea regions, will allow to understand the functioning of benthic deep-sea eco-system of the Arctic Ocean.

The aims of this particular scientific program are the:

- quantitative assessment of megafauna organisms
- quantitative assessment of meiofauna organisms and bacteria
- quantitative assessments of biogenic sediment compounds indicating activity and biomass to elucidate biological and early diagenetic processes

Large-scale (kilometre range) megafauna observations will be carried out using an 'Ocean Floor Observation System' (OFOS), a system for biological and geological explorations of the deep ocean floor. OFOS is consisting of a towed metal frame (1,6 x 1,2 x 1,4 m; 520 kg in air) equipped with a low light level TV camera, a photo camera (maximum capacity 800 pictures), flood lights, deep-sea flashlights, a ground distance sonar, a CTD (conductivity, temperature,

depth) probe and battery packs. Photos and real time TV pictures are usually taken in 3-5m distance from the sea floor.

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 (DNA, total adenylates, particulate proteins, phospho-lipids) 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.

The observation and sampling programme will adjust to the requirements of the entire cruise schedule. Two main research areas were identified: on the continental margin northwest off Severnaya Zemlya (a number of stations along 2 - 3 transects; 500 - 3000 m water depth) and on the Gakkel Ridge (85°N/95°E). For optimum use of sampled material and ship time, the number of corer and OFOS deployments needs to be discussed between participants of the expedition. This is as well determined by ice conditions. The deployment of the OFOS system is preliminary scheduled for 6 stations at about 500 m, 2000 m and maximum depth of the transects.

### **2.2.3 Structure and function of the bacterial Arctic deep sea community: Microbial processes in the North of the Kara Sea (AWI)**

With about 90% of the biomass bacteria represent an important component of the deep-sea community. Till now our investigations on microbial deep-sea communities focussed on sites in the Southern and Atlantic Ocean. These investigations exhibited that the autochthonous, deep sea adapted bacteria only were relevant for the biological processes whereas the allochthonous organisms did not play an active role. In contrast to other deep-sea sites the deep basins of the Northern Ocean have a strong lateral import of particulate matter from terrestrial origin and only a very low input by vertical transport processes from the euphotic zone due to the permanent ice cover.

This study in the Arctic deep sea is aimed to evaluate the microbial production and turnover processes as well as the physiological potential of the microbial community. By means of a bipolar comparison the parameters responsible for structuring the deep-sea ecosystem may be understood and our knowledge of the system "deep sea" in general broadened.

### **2.2.4 Zooplankton Ecology (IPO)**

In the last decade multidisciplinary investigations during various R/V "Polarstern" expeditions and international research projects have improved our understanding of the complex physical-biological interactions determining the distribution of zooplankton in the ice-covered Arctic Ocean. Extensive studies have concentrated on feeding ecology, reproductive biology and phy

biological aspects of dominant herbivorous epipelagic meso- and macrozooplankton species, especially *Calanus* spp.. In contrast, our knowledge about the life strategies, physiological adaptations and ecological roles of meso- and bathypelagic species is still fragmentary. As part of the interdisciplinary AOSGE project, studies during the cruise ARK XIII/2 will focus on trophodynamics and energetics of selected zooplankton species, especially omni- and carnivorous meso- and bathypelagic forms. The major objective is to identify key zooplankton species and examine their life cycle strategies. Physiological conditions will be analysed by measuring biomass, lipid content and lipid composition. Therefore zooplankton samples will be collected during the expedition and stored at -80°C for laboratory analysis in the IPÖ. These investigations will be supplemented by feeding/starvation experiments on board and respiration measurements. Dietary relationships between different trophic levels will also be studied using lipid biomarkers. Previous investigations conducted during the AOSGE pilot study in 1996 (ARK XII) will be continued and intensified. The results will improve our knowledge about the autecology of the species investigated. In addition they contribute to a better understanding of the energy flux between the sea ice, pelagic and benthic realm.

Mesozooplankton specimens for experiments will be sampled by Bongo net in the deep Nansen Basin (northern part of the investigation area). Experiments will be conducted in a cooling container and a refrigerator. Multiple opening/closing net (Multinet) hauls are planned to collect stratified field data on mesozooplankton abundance and biomass. Based on these field data and the experimentally obtained results we will try to budget the energy demand of the meso- and bathypelagic zooplankton populations.

#### 2.2.5 Epibenthos investigations (IPÖ)

Benthic communities are dependent on the input of organic matter which is produced within the euphotic zone but can be laterally distributed over long distances until reaching the sea floor. Growth and production as well as activity patterns of zoobenthic organisms are related to the concentration and availability of food.

Within the interdisciplinary AOSGE project, the benthic studies of IPÖ during ARK XIII/2 will focus on abundant epibenthic species, especially ophiuroids, which are among the most abundant faunal elements on Arctic shelf and slope regions. Their reactions to organic input in terms of population dynamics, diet composition as well as measurements of routine metabolic rates (respiration) shall be investigated, therefore continuing a baseline study in the marginal ice zone of the Barents Sea in 1996.

To understand the population dynamics of selected species, the age of individuals and seasonal growth variations shall be identified by size frequency as well as growth band analyses. These investigations are accompanied by stomach analyses. Small-scale distribution and activity patterns (feeding modes, bioturbation) will be provided by seafloor imaging (still photography). Live individuals will be kept for experimental work onboard and for respiration measurements in the home lab. Feeding experiments are performed to complement informations on diet composition with respect to food preferences and feeding modes.

Sampling will be performed using epibenthic sled (EBS), underwater photoprobe (UWP), Agassiz trawl, and box corer or multicorer.

### **2.2.6 Sea Ice Biology (IPÖ)**

Sea ice is a unique habitat for a variety of organisms like bacteria, algae, proto- and metazoans ranging from a few  $\mu\text{m}$  up to a few mm. The ice organisms inhabit the brine pores and channels inside the sea ice. Ice algae, which can occur in such high concentrations that the bottom of the floes is coloured brown, contribute up to 30% to the annual primary production of the Arctic Ocean. Though we have a basic knowledge of the sea ice community structure, there is still a lack of information on the dynamic interactions, especially the grazing impact of the larger metazoan predators. On ARK XII we started a large series of experiments with natural cultures of sea ice organisms to determine the growth rates of prey organisms and the grazing rates of the larger predators. We want to continue these kind of experiments during ARK XIII/2 with cultures of selected organisms to get a more specific understanding of the grazing impact of dominant meiofauna-organisms. Other methods, like the use of fluorescently labelled bacteria to estimate feeding rates will be employed to get a better insight into the feeding ecology of the sea ice organisms.

In addition, the abundance of the sea ice organisms in the pack ice of the northern Kara Sea and the deep Arctic basins will be analysed by microscopy and countings to investigate the community structure and to compare it with data from other regions of the transpolar ice drift system. Videorecordings of the living organisms will be made to record the feeding activity of various ice organisms and also for taxonomical purposes and biomass estimations. Salinity, temperature and chlorophyll content of the ice cores will be measured at each station to get a basic information on the biotic and abiotic parameters occurring in the ice at the sampling site.

### **2.3 Sea-Ice Sedimentology (GEOMAR)**

Arctic sea ice widely contains fine grained sediments either enriched in surficial patches and melt water ponds or incorporated as layers and diffusively distributed clouds. The geological importance of sediment inclusions in Arctic sea ice has been demonstrated by various studies conducted in the US-Canadian shelf and, particularly, in the Laptev Sea. Accordingly, shelf surface deposits are entrained into newly forming ice through turbulent processes of suspension freezing. The incorporated material is exported from the shelf seas thereby contributing significantly to the sedimentary budget of the Arctic Ocean and the Northern European Atlantic.

Extremely little is known about turbid sea ice formation on the Kara shelf and its subsequent export and dispersion to adjacent shelves and the central Arctic Basin. According to recent drift buoy experiments, new ice is exported from the south western Kara Sea to the Barents Sea and towards the Arctic mediterranean.

During field work we plan to obtain sea ice sediments from the northern Kara Sea in order to determine quantitative and qualitative sample composition, coarse- and silt grain size distribution, clay mineral assemblages, organic-carbon content and composition, and Sr isotope ratios. Final target of the investigations is to compare sedimentological tracers from northern Kara Sea and central Arctic Ocean ice cores with material gathered in shallow near coastal regions in order to trace source areas and pathways of sediments and new ice and, to identify processes active to entrain material into Arctic sea ice.

Field and laboratory work being carried out will focus on:

- drilling ice cores for sedimentological investigation
- drilling ice cores for determination of physical- and oxygen isotope analyses
- collecting ice surface sediments



- melting and filtration of ice cores
- performing grain size and clay-mineral analyses of sea ice sediments
- determining the amount and composition of the organic matter (in cooperation with AWI)
- investigating silt fraction under the Scanning Electron Microscope
- determining Sr isotope ratio in the fine fraction ( $<63\mu\text{m}$ ) (in cooperation with Göttingen University)

## 2.4 Marine Geology (AWI, GEOMAR, IORAS, MMBI, VNIIO)

The overall main goal of the marine geological programme is to perform high-resolution studies of changes in paleoclimate, paleoceanic circulation, paleoproductivity, and former sea-ice distribution by investigations at the Kara Sea continental margin and in the adjacent Arctic Ocean basins. The late Pleistocene and the Holocene records are of main interest, as the Arctic Ocean is regarded of great significance for the global climate system.

In order to reach the major objectives of the marine geology programme, undisturbed sediment surface and subsurface samples as well as long, undisturbed sediment cores will be obtained along profiles perpendicular to the Eurasian continental margin from the shelf edge/upper slope down to the deep sea. In order to avoid areas of sediment redeposition (turbidites, slumps) and erosion, coring positions have to be selected carefully using Parasound and Hydrosweep techniques. Aboard RV "Polarstern", multicorer, giant box corer, kastonlot corer, and gravity corer will be applied. For sampling of sediment particles within the water column, in-situ pumps, multinet, and sediment traps will be used. Aerosols will be collected on top of the "Polarstern" bridge, using a specific aerosol sampling device.

The work on board "Polarstern" and thereafter will comprise  
*High-resolution stratigraphic analyses of the sediment sequences*

As basis for all further reconstructions of paleoenvironmental changes, a high-resolution stratigraphic framework has to be established for the deep sea and Kara Sea continental margin areas. This work will include oxygen and carbon stable isotopes, absolute age dating, natural radionuclides ( $^{10}\text{Be}$ ,  $^{234}\text{Th}$ ), amino acids, microfossils, sediment echotypes (Parasound), sediment physical properties (density, P-wave velocity, magnetic susceptibility), and correlation to other existing (dated) Arctic Ocean records.

*The terrigenous sediment supply and (paleo-) environmental changes*

The terrigenous sediment supply and its shelf-to-basin transport in the eastern Arctic Ocean is controlled by river discharge, aeolian input, oceanic currents, sea-ice (and iceberg) transport, and down-slope transport (Fig. 3). Most of these mechanisms also influence biological processes in the water column as well as at the sea floor (i.e., surface-water productivity, particle fluxes through the water column, benthic activities at the sea floor, organic carbon export and burial, etc.).

The research will concentrate on the quantification and characterization of major terrigenous (riverine) discharge, its accumulation on the shelves, and its transfer into the slope- and open-ocean environment. This study will allow estimates of the importance of riverine input for the Arctic Ocean chemical and sedimentary budgets, identifications of major transport processes, and reconstructions of oceanic currents. Of major interest is a detailed sedimentological, geochemical, mineralogical, and micropaleontological study of sediments from shelf-slope-basin transects. Methods should include determinations of clay minerals, heavy minerals, physical properties (using the Multi-Sensor-Core-Logger for destruction-free determination of sediment physical properties as well as measurements of discrete samples), microfossil assemblages, and geochemical tracers (e.g., major and minor elements). Based on the results of the

investigation of the modern system, the change of sedimentary processes in relation to (global) climatic changes should be studied in sediment cores from these transects. Of highest priority is the multidisciplinary investigation of the last glacial-interglacial transition ("Termination I") in areas of very high sedimentation rates where AMS<sup>14</sup>C-dated high-resolution studies of terrigenous sediment supply and climate change are possible. In addition, the studies should be extended on sediment sequences which represent older glacial/interglacial cycles. Mapping of sediment echotypes from Parasound profiles will allow an extrapolation of point information from core data into spatial facies pattern.

#### *Organic carbon flux, geochemical and micropaleontological tracers, and surface-water productivity*

Data on spatial and temporal changes of the organic-carbon budgets in the Arctic Ocean and on the Eurasian shelf are still rare, though the global importance for organic carbon storage in these areas is apparent. Thus, one of the major goals is to quantify the flux of organic carbon on the shelf as well as the slope and deep sea and to characterize the mechanisms controlling organic carbon deposition (i.e., surface-water productivity vs. terrigenous input).

Of major interest are:

- to determine the amount, composition, and maturity of the organic carbon fraction in the Kara Sea and adjacent deep sea, i.e., (sub-) recent marine and terrigenous organic carbon, reworked fossil material (coals);
- to quantify the flux of marine and terrigenous organic carbon (accumulation rates), its change through space and time and its relationship to changes in sea-ice distribution, run-off, and paleoclimate;
- to determine micropaleontological (freshwater diatoms, pollen, and spores) and organic geochemical (biomarker, stable carbon isotopes) tracers for terrigenous/fluviol input ;
- to estimate the (paleo-) productivity from various productivity proxies: marine organic-carbon flux, biomarker composition (e.g., n-alkanes, fatty acids, sterols, alkenones, pigments), stable carbon and nitrogen isotopes, biogenic opal, diatom and dino-flagellate assemblages, and inorganic geochemical tracer;
- to compare the Kara Sea data with similar data sets from the Laptev-Sea continental margin and central Arctic.

#### *Run-off and water mass distribution as characterized by oxygen and carbon isotopes of planktic foraminifera*

Multinet plankton tows (mesh size 55 µm) will be used for sampling the upper water column with sampling intervals of about 500 - 300 m, 300 - 200 m, 200 - 100 m, 100 - 50 m, and 50 - 0 m. Sediment samples will be skimmed off the surface of undisturbed box cores. Water samples for δ<sup>18</sup>O measurements will be taken in cooperation with UIP (Institut für Umweltphysik, Heidelberg). Investigations concerning the species distribution, habitat, and O-, C- isotope ratio of planktic foraminifera in water and sediment samples shall examine the recent environmental influence (salinity, temperature, Atlantic Water advection, river run-off, ice cover) of the foraminiferal tests. The results will be compared to those from the water samples and correlated with oceanic parameters.

## **2.5 Geochemistry** (AWI, ISSP)

### *Early diagenesis studies*

The rates of early diagenetic reactions and of bioturbation within the surface sediment will be measured by high-resolution profiles of oxygen, manganese and methane in the pore water and of <sup>210</sup>Pb and <sup>234</sup>Th in the sediment. These studies will be performed in multicore samples, but in addition we plan to experiment with the deployment of a diffusion sampler of gradients across the sediment-water interface (peeper).

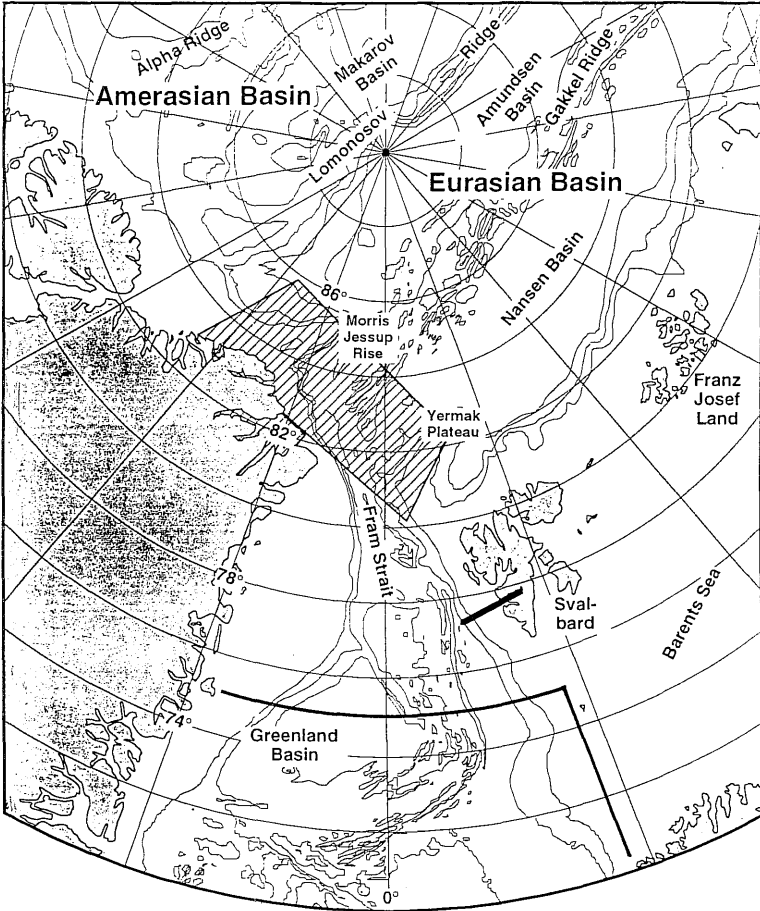
*Particle transport and chemical turnover in the benthic nepheloid layer*

The exchange between bottom water and sediment can be measured with natural radionuclides.  $^{234}\text{Th}$  will be used to quantify resuspension rates, whereas  $^{228}\text{Ra}$  will be measured as a tracer of water masses that have been in contact with the shelf sediments. We will measure these nuclides in samples to be obtained with Rosette casts distributed over the sections from shelf to deep sea. In the open ocean larger water volumes are needed for good  $^{228}\text{Ra}$  data. Additional  $^{228}\text{Ra}$  data will be obtained from large-volume sampling with in-situ filtration pumps, in cooperation with the sampling of particulate trace organic substances (cooperation with Marine Geology group).

Once resuspension and bioturbation rates are known from the radionuclide measurements, the turnover rates of other trace elements can be calculated when their concentration gradients in the bottom water are known. Our main interest is the turnover of substances that are released in relation to the decay of organic matter in the surface sediment or in the bottom water. This includes elements that were component of or adsorbed to the degraded organic material (e.g. Cu, Cd, REE), or secondary reaction products of diagenetic reactions in the sediment (Mn, methane). To this purpose we plan to determine the distribution of some selected trace metals, REE and methane in the water column, with special emphasis on the bottom water. Sampling for trace metals will be performed with special casts with metal-free close-open-close bottles using a plastic-coated wire. Sample treatment will be done in a clean-air laboratory container. We plan to experiment with in-situ extraction techniques for trace elements (Cu, REE).

We plan to study the variability of near-bottom concentrations by the deployment of a time-programmed filtration sampler ("multisampler") that will allow us to follow the activities of these tracers over the course of time. In cooperation with the biologists we will deploy a sediment trap at some 100 m above the sea floor in order to quantify the vertical influx of  $^{234}\text{Th}$  and of organic matter into the nepheloid layer.

Fahrtroute/Ship's track ARK XIII/3



**ARKTIS XIII/3**  
**FS "Polarstern"**

13.08. - 01.10.1997/ Tromsø - Bremerhaven

Fahrleiter:  
Prof. Dr. Gunther Krause

## **1. Zusammenfassung**

Ein erstes gemeinsames geographisches Ziel aller Arbeitsgruppen ist das Seegebiet nördlich Grönlands, wenn es die Eisverhältnisse erlauben bis zum Morris Jessup Plateau auf 84°30'N, 20°W. Dort soll auf senkrechten Schnitten zur Grönländischen Küste der Zustrom arktischer Wassermassen und ihrer Nährstoffe zur Framstraße und Grönlandsee erforscht werden. Ferner ist geplant, Bodenproben und Sedimentkerne zu gewinnen, um weitere Beiträge zur Rekonstruktion der Sedimentationsgeschichte und des Paläoklimas des Arktischen Beckens zu ermöglichen. Mit seismischen und gravimetrischen Methoden soll den Spuren der Öffnungsphase des Arktischen Ozeans vor ca. 10 Millionen Jahren nachgegangen werden. Geplant sind Kartierungen des Morris Jessup- und des Yermak Plateaus sowie des dazwischen liegenden Lena-Troges.

Im weiteren Verlauf der Expedition werden die geophysikalischen Messungen in einem kombinierten Land-See-Refraktionsexperiment im Bereich des Van Mijen-Fjords, Spitzbergen, zur Kartierung der Kontinent-Ozean-Grenze fortgesetzt. Schließlich wird die seit mehreren Jahren laufende Untersuchung der hydrographischen und chemischen Verhältnisse auf einem Schnitt auf 75°N von Grönland bis zur Bäreninsel weitergeführt. Die meereschemischen Arbeiten widmen sich auch der Untersuchung der schwer abbaubaren gelösten organischen Verbindungen (DOM).

Während der gesamten Expedition werden hochgenaue bathymetrische Vermessungen mit Hydrosweep durchgeführt. Ferner sind flächenhafte Vermessungen im Bereich der Framstraße zur Ergänzung bereits existierender Datensätze vorgesehen.

## **2. Forschungsprogramme**

### **2.1 Meteorologie/ Bordwetterwarte** (Thomas Bruns, Herbert Köhler, DWD)

Die Bordwetterwarte ist mit einem Meteorologen und einem Wetterfunktechniker des Deutschen Wetterdienstes besetzt. Ihre Aufgaben sind zum einen Beratungen für die Fahrt- und Schiffsleitung sowie die wissenschaftlichen Gruppen und Fahrtteilnehmer hinsichtlich der zu erwartenden Wetter-, Wind-, Seegangs- und Eisverhältnisse. Auf Anforderung werden auch Berichte für andere Fahrzeuge, insbesondere im Rahmen internationaler Zusammenarbeit abgegeben.

Darüber hinaus obliegt dem Bordmeteorologen die Beratung der Hubschrauberbesatzungen über die Flugwetterbedingungen im Einsatzgebiet.

Weiterhin werden kontinuierlich meteorologische Daten gemessen, aufbereitet und archiviert. Hierbei nimmt die Bordwetterwarte routinemäßig eine erste Plausibilitätsprüfung der gewonnenen meteorologischen Daten vor. Die Daten werden den Fahrtteilnehmern zugänglich gemacht. Auch die aufgenommenen Satellitenbilder werden aufbereitet und archiviert.

Täglich werden sechs bis acht Wetterbeobachtungen zu den synoptischen Terminen angestellt und in das internationale Datennetz der Weltorganisation für Meteorologie (GTS, Global Telecommunication System) eingesteuert.

Die Bordwetterwarte führt weitgehend automatisch Radiosondenaufstiege zur Bestimmung der vertikalen Profile von Temperatur, Feuchte und Wind bis zu etwa 25 km Höhe durch. Ausgewertete Daten werden über Satellit in das GTS eingesteuert.

## 2.2 Erfassung der hydrographischen Verhältnisse in der Grönlandsee und nördlich von Grönland

(Gereon Budéus, Wolfgang Schneider, Rainer Plugge, Michael Hoock, Stephanie Ronski, AWI, Karsten Bittner, AUP)

Seitdem den polaren Gebieten infolge der Klimadiskussion eine erhöhte Aufmerksamkeit zuteil wird, wurden auch die Forschungsaktivitäten im ozeanographischen Bereich der Grönlandsee verstärkt. Besonderes Interesse kommt dabei der Bodenwassererneuerung durch tiefe winterliche Konvektion in Wechselwirkung mit Eisbedeckung und klimatischen Verhältnissen zu. Die Arbeiten seit Beginn des Grönlandseeprojekts 1988 ergaben folgende Hauptresultate:

- Im Beobachtungszeitraum gab es keine Bodenwassererneuerung durch winterliche Konvektionsereignisse.
- Bei Ausbleiben winterlicher Konvektion verändern sich die Eigenschaften des Bodenwassers in Richtung höherer Temperaturen und Salzgehalte.

Dabei sind u.a. folgende Fragen bisher ungeklärt:

- Behindert oder fördert Eisbedeckung die winterliche Konvektion?
- Wieso steigen Spurenstoffgehalte im Bodenwasser, obwohl keine tiefe winterliche Konvektion auftritt?
- Steht die Veränderung des Bodenwassers in Zusammenhang mit verstärktem Einstrom von Tiefenwasser aus dem arktischen Becken und welche Wirkung hat dies auf den Dichteaufbau der Grönlandsee?

Es gelang bisher nicht, tiefe Konvektionsereignisse direkt zu beobachten, und wir gehen davon aus, dass schiffsgestützte Versuche hierzu geringe Erfolgsaussichten haben, da Konvektionsereignisse kleine räumliche Skalen besitzen und nur kurze Zeit dauern. Dagegen können durch CTD-Messungen von einem Schiff in zwei aufeinanderfolgenden Jahren die Vorbedingungen und Ergebnisse der Wassermassenmodifikation durch den zwischenliegenden winterlichen atmosphärischen Antrieb untersucht werden. Diese Untersuchungen führen zu Abschätzungen der Bildungsraten von Tiefen- und Zwischenwasser, der Wärmeinhalts- und Salzinhaltsänderungen dieser Wassermassen, der hydrographischen Vorbedingungen für Konvektion, der Bedeutung des Zusammenwirkens von Eisbildung und Konvektion und auch zu verbesserten Transportabschätzungen der Stromsysteme in der Grönlandsee.

Komplementiert werden diese Sommer-CTD-Untersuchungen durch im AWI entwickelte selbstprofilierende Verankerungen, die täglich ein Profil über die gesamte Wassersäule liefern. Hiermit werden die Zeitpunkte und Ausmaße von Veränderungen in der Wassersäule bestimmt, was eine genauere Identifizierung der Ursache-Wirkungs-Beziehungen gestattet. 1997 sollen zwei solche Verankerungen ausgewechselt und der langjährige zonale Standardschnitt auf 75°N (ca. 50 Stationen) vermessen werden.

Der wesentliche Wassermassenaustausch zwischen der Grönlandsee und dem Arktischen Becken findet über die Framstraße statt. Ein großer Teil des für die thermohalinen Prozesse in der Arktis wesentlichen atlantischen Wassers verlässt die Grönlandsee durch die Framstraße, und die Gesamtheit des in der Arktis modifizierten Atlantikwassers strömt über die Framstraße wieder ein. Man versucht, durch die beim Durchströmen der Arktis auftretenden

Veränderungen dieser Wassermasse ihre Rolle im Arktischen System zu verstehen. Dabei wurden in den letzten Jahren vermehrt Anstrengungen gemacht, den Ausstrom in östlicher Richtung zu verfolgen. Auf ARK XIII/3 sollen diese durch Messungen in westlicher Richtung ergänzt werden, um einem Gesamtverständnis näherzukommen. Dabei kommt der detaillierten Untersuchung des Einstroms in die Grönlandsee auch deshalb besondere Bedeutung zu, als das Ausmaß des Eintrags von tiefen Arktischen Wassermassen in die zentrale Grönlandsee bisher nicht bestimmt, jedoch für die dortige Tiefenwasserbildung bedeutsam ist. Auch die Nährstoff-situation in der Grönlandsee wird durch den Zufluss aus dem Arktischen Becken mitbestimmt. Hierbei ist insbesondere der Silikateintrag von Belang, da die Silikatkonzentrationen in der Arktis sehr hohe Werte annehmen und deren Ausbreitungsweg bisher nicht bekannt sind.

### **2.3 Meereschemische Untersuchungen** (Ingeborg Bussmann, Rainer Amon, Ralph Engbrodt, Carmen Hartmann, Andreas Ratje, Martha Stürcken-Rodewald, Anja Terbrüggen, AWI)

#### **2.3.1 Charakterisierung von gelöstem, organischem Material (DOM)**

Die Rolle von gelösten organischen Substanzen in marinen Ökosystemen ist von zentraler Bedeutung für das Verständnis des globalen Kohlenstoff- und Stickstoffkreislaufs. Das in den Weltmeeren gelöste organische Material (DOM) enthält eine Kohlenstoffmenge, die dem atmosphärischen Kohlenstoff in Form von Kohlendioxid vergleichbar ist. DOM besteht aus einem Gemisch von organischen Komponenten, die nur zu ca. 20 % als Biomoleküle wie Proteine, Kohlenhydrate oder Lipide charakterisiert sind. Von besonderer Bedeutung für die Kohlenstoff- und Stickstoffdynamik sind die Mechanismen, die die Struktur von Verbindungen so verändern, daß diese langfristig den aktiven Kreisläufen entzogen werden. Zu solchen Mechanismen gehört insbesondere die Umwandlung von biologischem Material in refraktäre Huminstoffe.

Das DOM im arktischen Ozean wird in erheblichem Maße durch den Eintrag von organischer Materie terrigener Herkunft aus sibirischen Flüssen geprägt. Ein Teil dieses terrigenen DOM wird mit der transpolaren Drift durch den arktischen Ozean über die Framstraße in den Nordatlantik transportiert und modifiziert. Die vorherigen Fahrten konzentrierten sich vor allem auf die Laptev-See und den zentralen Arktischen Ozean. Auf dieser Fahrt werden wir in der Lage sein, auch am Ausstrom aus dem zentralen Arktischen Ozean in den Nordatlantik Proben zu nehmen. Damit können schließlich die chemischen Muster von DOM von den Quellen hin bis zu den Senken verglichen werden.

DOM wird durch die Extraktion mit XAD-Harzen oder Ultrafiltration abgetrennt und aufkonzentriert. Auf dieser Fahrt werden beiden Methoden verglichen. Untersuchungen zur Bioverfügbarkeit und die chemische Charakterisierung des DOM sollen dann an diesem Material, gewonnen mit beiden Methoden, durchgeführt werden. Größere Wassermengen werden mit der CTD-Rosette aus allen repräsentativen Wassermassen der untersuchten Region für die Ultrafiltration und XAD-Extraktion entnommen. An Bord wird der Gehalt von DOC und DON bestimmt. Die detaillierte chemische Charakterisierung wird in Bremerhaven, und als Teil einer internationalen Zusammenarbeit am Austine Marine Institute, Universität Texas erfolgen.

Das zweite wichtige Ziel dieser Fahrt wird die Bestimmung der bakteriellen Produktion und Respiration in der Grönland See sein. Begrenzte Information aus diesem Gebiet ließen bisher nur eingeschränkte Abschätzungen über die Bedeutung von heterotrophen Prozessen für den Umsatz von DOM zu. Experimente zur Erfassung der limitierenden Faktoren für die Bioverfügbarkeit von DOM, werden mit den natürlichen mikrobiellen Aktivitäten verglichen. Die Reaktion der bakteriellen Population auf Huminstoffe und Ultrafiltrat als einzige Kohlenstoffquelle wird mit den folgenden Parametern beschrieben: Wachstum, O<sub>2</sub>-Verbrauch, CO<sub>2</sub>-Produktion und DOC-Verbrauch. Informationen über die chemische Zusammensetzung und die Bioverfügbarkeit von

DOM in der Grönland See werden uns wichtige Anhaltspunkte über die Umbildungsprozesse von DOM im arktischen Ozean geben.

### 2.3.2 Nährsalzuntersuchungen

Die meereschemischen Arbeiten stehen in engem Zusammenhang mit den hydrographischen und planktologischen Untersuchungen. Die Entwicklung des Phytoplanktons ist abhängig von den zur Verfügung stehenden Nährsalzen. Während des Grönlandsee-Schnitts, auf dem grönländischen Schelf und am Hang werden die Nährsalzkonzentrationen gemessen, um im Vergleich zu früheren Fahrten die saisonalen und jährlichen Veränderungen zu bestimmen. Insbesondere Silikat aber auch Phosphat haben sich als gute Tracer für den Ausstrom arktischen Oberflächenwassers erwiesen, da die Konzentrationen wesentlich höher sind als im Atlantischen Wasser. Um die Struktur und die Nährsalzkonzentrationen dieses Ausstroms bestimmen zu können, sind Schnitte mit hoher räumlicher Auflösung entlang der grönländischen Küste bis zum Morris Jesup Plateau geplant. Während der "Oden"-Expedition 1991 wurden an der äußersten Spitze dieses Plateaus Konzentrationen von bis zu 40  $\mu\text{M}$  Silicat in Wassertiefen zwischen 50 und 100 m gefunden. Während dieser Fahrt konnte aber die Ausbreitung dieser Wassermasse nicht weiter Richtung Süden verfolgt werden.

Die verschiedenen Wassermassen mit ihren unterschiedlichen Nährsalzkonzentrationen beeinflussen auch die Entwicklung des Phytoplanktons und die Entstehung von Phytoplanktonblüten. Untersuchungen sollen ergeben, wie variabel die Nährsalze in den Oberflächenschichten sind und ob bestimmte Nährsalze limitierend für das Phytoplankton zu diesem späten Zeitpunkt des Jahres sein können.

Die Wasserproben werden aus verschiedenen Tiefen mit den Schöpfern des CTD-Systems genommen. Sofort an Bord werden die Nährsalze Nitrat, Nitrit, Ammonium, Phosphat und Silicat mit einem Autoanalyser-System bestimmt. Die Bestimmung erfolgt nach Standardmethoden der Nährsalzanalytik.

### 2.3.3 Biogene Produktion neutraler und ionischer Methylschwermetallspecies in den Polargebieten und deren Verteilung in der Atmosphäre (Oliver Schedlbauer, IAAC)

Bisher wurden in der Umwelt nur Untersuchungen zur Gesamtkonzentration von Schwermetallen durchgeführt, wohingegen kaum etwas über die Speciation dieser Schwermetalle bekannt ist. Verschiedene Schwermetallspecies besitzen aber zum Teil sehr unterschiedliche Eigenschaften, u.a. bezüglich des geochemischen Transportverhaltens, der Toxizität und der Bioverfügbarkeit. Deshalb ist es notwendig, Schwermetallspecies zu identifizieren und zu quantifizieren, um genauere und detailliertere Informationen u.a. über den globalen Stoffkreislauf sowie die entsprechenden globalen Quellen und Senken zu erhalten, wobei hier die Biomethylierung ein wichtiger biogeochemischer Prozess ist.

Für die Bestimmung und Spezifikation von neutralen und ionischen Methylschwermetallverbindungen kommen aufgrund der chemischen Stabilitäten die Elemente Quecksilber, Blei, Cadmium und Tallium in Frage. Hohe Anreicherungsfaktoren z. B. von Blei und Cadmium in antarktischen Schneeproben deuten dabei auf die Emission flüchtiger, metallorganischer Verbindungen aus den Weltmeeren hin. Von hohem Interesse ist das Element Quecksilber, das in verschiedenen Bindungsformen im Meerwasser auftreten kann. Über eine Emission dieser Species, deren Verteilung und deren chemisches Verhalten in der Atmosphäre ist jedoch wenig bekannt. Zur Untersuchung dieser Zusammenhänge sollen im Nordpolarmeer die verschiedenen Methylschwermetallverbindungen untersucht werden, um damit deren Beitrag



zum wichtigen globalen biogeochemischen Stoffkreislauf der Schwermetalle zu bestimmen. Bei den Untersuchungen wird sowohl eine Korrelation zu biogener Aktivität als auch zu chemischen Parametern (wie z. B. DMS) angestrebt.

Methylierte Verbindungen von Quecksilber, Blei und Cadmium konnten in polaren Proben bereits nachgewiesen werden. Der Anteil solcher Verbindungen am Gesamtmetallgehalt kann dabei bis zu 50 % betragen. Eine Biomethylierung von Thallium konnte zwar in Modellversuchen erreicht werden, der Nachweis der entsprechenden Verbindung in der Umwelt ist jedoch bisher nicht gelungen.

Die Bestimmung von Quecksilberspecies erfolgt mit CVAFS (Cold Vapour Atomic Fluorescence Spectrometry). Mit Hilfe der DPASV (Differential Pulse Anodic Stripping Voltammetry) sollen Blei- und Cadmiumspecies untersucht werden. Diese beiden Methoden werden direkt auf der "Polarstern" angewendet. Der Nachweis entsprechender Thalliumspecies soll mit MS-IVA (massenspektrometrische Isotopenverdünnungsanalyse) im Heimatlabor erfolgen.

#### **2.4. Bathymetrie** (Heinrich Hinz, AWI)

##### **2.4.1 Hochgenaue bathymetrische Vermessung mit Hydrosweep**

Die bathymetrische flächenhafte Vermessung der Framstraße wird fortgesetzt. Das Hauptinteresse der bathymetrischen Arbeiten liegt im Übergang vom Tiefsee-Bereich zum kontinentalen Schelf. Zur Verbesserung von ozeanographischen Modellen und zur Unterstützung geotektonischer und glaziologischer Forschungen erfolgen weitere Vermessungen mit dem Hydrosweep-System. Der Meeresboden soll hier mit einer hohen Auflösung der submarinen Strukturen erfaßt und vermessen werden (Fächersonar, Side Looking Sonar und Backscatter).

Die Vermessung und Kartierung von großräumigen Strukturen im Tiefsee-Bereich dient der Interpretation von geologischen, biochemischen und hydrographischen Untersuchungen. Die Framstraße mit dem relativ engen Durchströmungsbereich verschiedener Wasserschichten und des Meereises ist wichtig für die globale Wasserzirkulation. Im Flachwasserbereich stützt die Bathymetrie zudem glaziologische und somit klimarelevante Forschungen und die Verbesserung von ozeanographischen Strömungsmodellen. Beobachtungen eisfreier Gebiete, Monitoring von Driftbojen und Modellierungen von Gezeiten verweisen z.B. für das Yermak Plateau auf einen topographisch verursachten Gezeiten-Knotenpunkt. Am Westhang des Yermak Plateaus zeigt die K1-Komponente nordwärts verlaufende Wirbel (eddies) mit max. Geschwindigkeiten von 0.3 m/s auf. Die O1-Komponente beschreibt "ortsfeste" Wirbel am nördlichen flachsten Punkt des Yermak Plateaus.

Die bathymetrische Vermessung der Framstraße erweitert und ergänzt die bisherigen "boxed-surveys". Zusätzliche Profile durch das bisherige Meßgebiet müssen zur Verbesserung der älteren Navigationsdaten angelegt werden. Das Gebiet wird in Abhängigkeit von der Eissituation erweitert. Der Schwerpunkt liegt in der Erweiterung des Gebietes nach Norden (Framstraße, Tiefenbereich: 2000 - 5000 m; Yermak Plateau, Tiefenbereich: 500 - 1000 m) und nach Westen zum Grönländischen Kontinentalhang, insbesondere nördlich von 80°N.

Die Vermessungsarbeiten über dem Morris Jesup Plateau (85°N/20°W, Tiefenbereich: 500 - 1000 m) liefern erste Hinweise auf Genese, Struktur und Aufbau dieses Gebietes als geotektonisches "Gegenstück" zum Yermak Plateau.

Für die weiteren Arbeitsgebiete erfolgen begleitende Hydrosweep-Vermessungen, und für die anderen Fachgebiete ggf. Sondervermessungen z.B. für Stationspunkte oder Eiskrater.

Alternativ-Programme sind nach Westen die Erkundung von Strömungsstrukturen, die im Bereich des Kontinentalhanges in die Tiefsee-Ebene verlaufen, mit Side Looking Sonar und Untersuchungen zum Sedimenttransport; nach Osten die weitere vollständige flächenhafte Erfassung der Framstraße; nach Süden u.a. der Vesteris Seamount.

## 2.5 Marine Geologie

(Hans-Peter Kleiber, Dominik Weiel, Oliver Swientek, AWI,  
Gernot Nehrke, Niels Nørgaard-Pedersen, Frauke Schulze, GEOMAR)

### 2.5.1 Känozoische Sedimentationsgeschichte in der nördlichen Framstraße

Der Schwerpunkt der Arbeitsgruppe "Marine Geologie" liegt auf detaillierten stratigraphischen, sedimentologischen, mineralogischen und geochemischen Untersuchungen der Sedimente des Arktischen Ozeans und der angrenzenden Schelfmeer- und Ozeanregionen. Ziel dieser Untersuchungen ist die Rekonstruktion der kurz- und langfristigen Änderungen von Paläoklima, paläozeanischer Zirkulation, Paläoproduktivität und Meereisbedeckung. Auf den bisherigen Expeditionen der FS "Polarstern" wurden hauptsächlich im östlichen Arktischen Ozean zahlreiche Profile von den Schelfregionen über die Tiefseebecken bis zu den mittelozeanischen Rücken beprobt und detaillierte Untersuchungen zur neogenen und quartären Paläozeanographie und Sedimentationsgeschichte durchgeführt. Von besonderer Bedeutung für das Verständnis der paläozeanographischen Entwicklung sind jedoch auch die Verbindungswege zu den angrenzenden Ozeanen, von denen die Framstraße die wichtigste Oberflächen- und Tiefenwasserbindung zwischen dem Arktischen Ozean und dem Weltmeer ist.

Bisher wurden in der Framstraße auf Expeditionen von FS "Polarstern" jedoch nur südlich von 81°N kontinuierlich geologische Profile beprobt (z.B. ARK III/3, ARK IX/3). Umfangreiche geologische Datensätze liegen auch von den Expeditionen ARK IV/3 und ARK VIII/3 für Meeresgebiete nördlich von 84°N vor. In der nördlichen Framstraße zwischen Nordost-Grönland, dem Morris Jesup Plateau und dem nordwestlichen Yermak Plateau wurden nur kürzere Kerne von der Eisdriftstation "Fram I" und auf der "YMER"- Expedition gewonnen. Deshalb sollen auf der Expedition ARK XIII/3 in dieser Region gezielt Sedimente entlang von Profilen beprobt werden, um die paläozeanographischen und paläoklimatischen Veränderungen in der Transpolardrift, dem Ostgrönlandstrom und dem Westspitsbergenstrom zu erfassen, und um durch den Vergleich mit Datensätzen aus den angrenzenden Meeresregionen die großräumigen Veränderungen im Nordpolarraum aufzuzeigen. Den Schwerpunkt bildet dabei Nordostgrönland mit dem Morris Jesup Plateau und den angrenzenden Schelfen. Weiterhin sollen Sedimentkerne vom nordwestlichen Yermak Plateau und auf geeigneten Sea Mounts in der Framstraße genommen werden.

Zusätzlich soll basierend auf genauen Hydrosweep- und Parasound Vermessungen versucht werden, im Bereich des Yermak Plateaus altertäre Sedimente zu beproben. Entlang der steilen Hänge besteht die Möglichkeit, mit Hilfe mehrerer Sedimentkerne ein zusammengesetztes Profil zu erstellen, sodaß die langfristige känozoische Vereisungsgeschichte, d.h. der Übergang vom präglazialen (warmen) zum quartären glazialen (kalten) Arktischen Ozean untersucht werden kann.

Das Forschungsprogramm umfasst in erster Linie Untersuchungen an Oberflächensedimenten und Sedimentkernen; desweiteren soll auch die Wassersäule an ausgewählten Stationen beprobt werden. Im einzelnen werden folgende Ziele angestrebt:

#### a) Stratigraphische Untersuchungen

Hochauflösende Chronostratigraphien der Sedimentabfolgen sollen mit Hilfe physikalischer, chemischer und paläontologischen Methoden erstellt werden. Die Methoden umfassen stabile

Sauerstoff- und Kohlenstoffisotope, AMS-<sup>14</sup>C-Datierungen, Paläomagnetik, magnetische Suszeptibilität, Aminosäurenstratigraphie sowie die Biostratigraphie mit planktischen und benthischen Mikrofossilien.

b) Paläozeanographie der Oberflächen- und Tiefenwassermassen

Die Framstraße spielt die zentrale Rolle für den Wassermassenaustausch des Arktischen Ozeans mit dem Europäischen Nordmeer. Insbesondere Änderungen im Einstrom relativ wärmerer Oberflächenwassermassen und im Ausstrom kalter eisbedeckter Wassermassen verursachen deutliche Veränderungen in der Ozeanographie und der Meereisbedeckung in diesen Gebieten. Deshalb sollen die hydrographischen Parameter der Wassermassen, die Oberflächen- und Tiefenwasserströme und die Meereisdecke mit isotopengeochemischen ( $d^{18}O$ ,  $d^{13}C$ ), mikropaläontologischen Methoden (planktische Foraminiferen, Dinoflagellaten etc.) und mit spezifischen Biomarkern (Alkenone, Sterole usw.) rekonstruiert werden.

c) Sedimentologie

Die Zusammensetzung der Sedimente spiegelt die paläoklimatisch bedingten Änderungen des Sedimentationsgeschehens wider. Die Produktion von biogenem Karbonat variiert deutlich mit den Glazial-/Interglazialzyklen sowie mit zeitlichen Änderungen im Einstrom relativ wärmerer Wassermassen mit dem Westspitsbergenstrom in den Arktischen Ozean. Die detritischen Komponenten sind andererseits wichtige Anzeiger für die Herkunft und zeitliche Variabilität des terrigenen Sedimenteintrages, und erlauben die Rekonstruktion von Eisdriftrichtungen und Oberflächenströmen.

Erste Sedimentuntersuchungen umfassen neben der makroskopischen Beschreibung die Analyse von Sedimentstrukturen mit Hilfe von Radiographien und die lichtmikroskopische Auswertung von smear slides. Detaillierte Untersuchungen der mineralogischen Zusammensetzung (z.B. Grobfraktionsanalyse, Tonminerale, Schwerminerale, Gesamtmineralogie) erfolgen später an ausgewählten Sedimentkernen.

d) Organische Geochemie

Die bisherigen geochemischen Untersuchungen an rezenten Sedimenten des Arktischen Ozeans ergaben im Bereich der östlichen Framstraße und des Yermak Plateaus einen deutlichen Gradienten in der Zusammensetzung des organischen Materials. Der Anteil an marinem Kohlenstoff ist bedingt durch die höhere Produktivität entlang des Einstromes relativ wärmerer Wassermassen am Kontinentalhang von Spitsbergen deutlich erhöht, während im zentralen östlichen Arktischen Ozean terrigener Kohlenstoff das organische Material dominiert. Jedoch muß noch die Probenabdeckung in der nordwestlichen Framstraße verbessert werden, um den Einstrombereich mit den höchsten Anteilen marinen organischen Materials eindeutig abzugrenzen. Diese Datenlücke soll mit zusätzlichen Oberflächenproben geschlossen werden, damit in der Framstraße die räumlichen Variationen der Paläoproduktivität und des terrigenen Eintrages über Glazial-/Interglazialzeiten bestimmt werden können.

Methodische Schwerpunkte liegen auf Elementaranalysen (C-H-N-S), Rock-Eval-Pyrolyse, Mazeralanalysen (Kerogen-/Kohlenpetrographie, Vitrinitreflexion), Kohlenstoffisotope der organischen Substanz und gaschromatographischen Untersuchungen (Biomarker).

e) Physikalische Parameter

Physikalische Parameter werden routinemäßig an Bord bestimmt (Naßraum-/Trockenraumdichte, Wassergehalt und Porosität, magnetische Suszeptibilität etc.), da diese Methoden erste Anhaltspunkte über lithologische Veränderungen in den Kernen liefern, die durch sedimentologische und paläoklimatische Veränderungen gesteuert werden. Gleichzeitig bilden sie die Voraussetzung für die Berechnung von Akkumulationsraten und Partikelflüssen.

f) Parasound-Sedimentechographie

Das schiffseigene Parasoundsystem wird während der Ausfahrt kontinuierlich betrieben, um die Auswahl von geeigneten geologischen Stationen zu ermöglichen. Zusätzlich sollen zusammen mit bestimmten physikalischen Parametern (z. B. magnetische Suszeptibilität) die

einzelnen Sedimentkerne korreliert werden, um zeitliche und räumliche Faziesänderungen zu kartieren.

## 2.6 Marine Geophysik (Wilfried Jokat, 9 NN, AWI)

Die Trennung von Grönland und Spitzbergen wurde mit der Bildung der Framstrasse vor ca. 10 Mio. Jahren beendet. Diese tektonischen Vorgänge haben Spuren in der kontinentalen und ozeanischen Kruste hinterlassen. In der frühen Phase der Öffnung des arktischen Ozeans wurden das Morris Jessup Rise und das Yermak Plateau gebildet. Zwischen Spitzbergen und Grönland bildete sich eine ausgedehnte Scherzone, der Lena Trog. Mit Hilfe von Seismik und Gravimetrie sollen diese Strukturelemente näher bzw. zum ersten Mal untersucht werden. Die wissenschaftlichen Ziele des marin-geophysikalischen Programmes lassen sich daher regional folgendermaßen gliedern:

### a) *West-Spitzbergen:*

Kartierung der Kontinent-Ozean Grenze vor dem Van Mijenfjord. Hier besteht die Möglichkeit mit einem kombinierten Land/See Refraktionsexperiment eine Detailvermessung der Kontinent-Ozean Übergangszone zu untersuchen. Diese Zone ist an anderen passiven Kontinentalrändern durch starke, laterale Variationen in der Geologie bzw. Gesteinszusammensetzung gekennzeichnet. Normalerweise liegt dieser Bereich 50-100 km vor der heutigen Küstenlinie. Vor dem Van Mijenfjord hingegen zeigen Schweredaten, daß der Übergangsbereich direkt vor dem Fjord beginnt. Damit besteht die Möglichkeit die gesamte Krustenstruktur dieser Nahtstelle mit dicht aufgestellten Registrierstationen im Fjord zu kartieren. Ergänzend sollen noch 7 - 10 Ozeanbodenseismometer vor dem Fjord ausgebracht werden. Im Mittel sollen die Registrierstationen nur etwa 5 km voneinander entfernt sein. Das Profil soll eine Gesamtlänge von ca. 300 km haben

### b) *Morris Jessup Rise/Yermak Plateau:*

Das Morris Jessup Rise ist Bestandteil des grönländischen Kontinentalrandes und ist nach der bisher gültigen Theorie vor ca. 40 Mio. Jahren entstanden. Der intensive, subaerische Vulkanismus während der Aufbruchphase des eurasischen Beckens produzierte ein großes Plateau. Nach der Trennung von Grönland und Spitzbergen wurde auch das Plateau gespalten. Es entstanden das Morris Jessup Rise (Nord-Grönland) und das Yermak Plateau (Nord-Spitzbergen). Beide Plateaus sind geophysikalisch kaum untersucht worden. Ziel des wissenschaftlichen Programms ist es mit Hilfe neuer geophysikalischer Datensätze (Seismik, Gravimetrie) neue Aussagen zur Struktur und Genese dieser beiden Regionen zu machen.

### c) *Nordgrönland:*

Geologische und aeromagnetische Kartierungen haben gezeigt, daß parallel zur Küste Nordgrönlands ein mächtiges Sedimentbecken vorhanden ist. Die Mächtigkeit des Sedimentbeckens sowie die Krustenstruktur dieser Region soll untersucht werden, um Hinweise zu finden, wie die kontinentale Kruste durch die Trennung von Spitzbergen und Grönland modifiziert wurde. Gibt es Hinweise auf hohe seismische Geschwindigkeiten in der unteren Kruste? Wie stark wurde die Kruste in diesem Bereich gedehnt.

### d) *Lena Trog:*

Aufgrund der bisher vorhandenen geophysikalischen Datenbasis ist nicht klar, ob es sich hier um einen aktiven, mittelozeanischen Rücken handelt oder um eine ausgedehnte Transform-Störung. Bathymetrische und geophysikalische Daten sollen zu dieser Fragestellung neue Informationen liefern.

Im Rahmen dieser Expedition können nicht alle oben aufgezählten Gebiete vollständig vermessen werden. Das tatsächliche Programm wird stark von den Eisbedingungen abhängen. In der jetzigen Planungsphase soll bevorzugt das Programm vor West-Spitzbergen und auf dem Morris Jessup Rise abgearbeitet werden.

**Teilnehmer / Participants - ARK XIII/3**

<u>Name</u>	<u>Institut/Institution</u>
Amon, Rainer	AWI
Bitner, Karsten	AUP
Böhm, Joachim	HSW
Bruns, Dr. Thomas	DWD
Boucsein, Bettina	AWI
Budéus, Dr. Gereon	AWI
Büchner, Jürgen	HSW
Bussmann, Ingeborg	AWI
Dinkeldein, Wolfgang	HSW
Engbrodt, Ralph	AWI
Fritsch, Lutz	Bildhauer
Hartmann, Carmen	AWI
Hinz, Heinrich	AWI
NN Bathymetrie	AWI
NN "	AWI
Hooock, Michael	AWI
Jokat, Wilfried	AWI
NN Geophysik	AWI
NN "	AWI
NN "	AWI
NN "	AWI
NN "	AWI
NN "	AWI
NN "	AWI
NN "	AWI
Kleiber, Hans-Peter	AWI
Köhler, Herbert	DWD
Krause, Prof. Dr. Gunther	AWI
Lauer, Britta	Fotografin
Nehrke, Gernot	GEOMAR
Nørgaard-Pedersen, Niels	GEOMAR
NN	GEOMAR
Plugge, Rainer	AWI
Ratje, Andreas	AWI
Richling, Ira	IPÖ
Ronski, Stephanie	AWI
Schedlbauer, Oliver	LAAC
Schneider, Wolfgang	AWI
Schulze, Frauke	GEOMAR
Siebold, Martina Nicola	AWI
Stürcken-Rodewald, Marthi	AWI
Swientek, Oliver	AWI
Terbrüggen, Anja	AWI
Zepick, Burkhard	HSW

## Beteiligte Institutionen / Participating Institutions

<u>Anschrift/Adresse</u>	<u>Institut/Institution</u>	<u>No. of Participants</u>
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße Postfach 12 01 61 27515 Bremerhaven	AWI	32
Angewandte Umweltphysik Wissenschaftl. Publizistik Max-Planck-Str. 21502 Geesthacht	AUP	1
Helicopter Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 22393 Hamburg	HSW	4
Deutscher Wetterdienst Geschäftsfeld Seeschifffahrt Postfach 30 11 90 20304 Hamburg	DWD	2
GEOMAR Univ. Kiel Wischhofstraße 1-3 24248 Kiel	GEOMAR	4
Institut für Polarökologie Univ. Kiel Wischhofstraße 1-3, Geb. 12 24148 Kiel	IPÖ	1
Inst. für Anorgan. und Analyt. Chemie Johannes Gutenberg-Universität Johann-Joachim-Becher-Weg 24 55099 Mainz	IAAC	1

**ARKTIS XIII/3**  
**FS "Polarstern"**

13.08. - 01.10.1997 - Tromsø - Bremerhaven

Chief Scientist:  
Prof. Dr. Gunther Krause

**1. Summary**

A first common geographical destination of all working groups will be the waters North of Greenland up to the Morris Jessup Rise, at 84°30'N, 20°W, ice conditions permitting. The flow of Arctic watermasses together with nutrients towards Fram Strait and Greenland Sea will be investigated on sections perpendicular to the coast of Greenland. It is also planned to take bottom samples and cores to contribute to the reconstruction of the history of sedimentation and paleo climate of the Arctic Basin. Using seismic methods and gravimetry the traces of the opening phase of the Arctic Ocean, some 10 millions of years ago, will be investigated. Geophysical charting of the Morris Jessup Rise and of Yermak Plateau and the area in between, Lena Trough, is intended to be carried out.

In the further progression of the expedition the geophysical measurements will be continued in the area off the Van Mijen Fjord, Svalbard. Employing a combined land-sea refraction experiment the marginal area between continent and ocean will be charted. Finally, the hydrographical and chemical observations on a section at 75°N between Greenland and Bear Island will be performed as in previous years. Marine chemical investigations will also focus on dissolved organic compounds (DOM)

Throughout the expedition precise bathymetric surveying is planned employing hydrosweep. In Fram Strait larger areas will be charted to extend the coverage of existing bathymetric data.

**2. Research Programmes**

**2.1 Meteorology/ Ship's Meteorological Station**  
(Thomas Bruns, Herbert Köhler, DWD)

The ship's meteorological station is staffed with a meteorologist and a meteorological radio operator of the Deutscher Wetterdienst (Hamburg). In the first place their duties include briefings of on the weather-, wind-, sea- and sea ice-conditions for the scientific and nautical management of the ship as well as for scientific groups. On request weather forecasts are issued to other re-search craft, especially in the frame of international cooperation.

The crews of the helicopters are briefed about the flight-weather conditions in the area of operation. Moreover, meteorological data are continuously measured, processed and archived. A rough first quality check is applied. The data are made available to participants of the cruise. Satellite pictures are also processed and stored.

Six to eight daily synoptic weather observations are carried out. The data are fed into the GTS (Global Telecommunication System) of the WMO (World Meteorological Organization) via satellite or radio.

Largely automated radiosonde soundings of the Atmosphere up to about 25 km height are carried out. The processed data are inserted onto the GTS via satellite.

## 2.2 Investigations of the hydrographic conditions in the Greenland Sea and in the North of Greenland

(Gereon Budéus, Wolfgang Schneider, Rainer Plugge, Michael Hook, Stephanie Ronski, AWI, Karsten Bittner, AUP)

As part of the enhanced attention to polar regions, research activities in the Greenland Sea have also been increased during the last decades due to the interest in climatic variabilities. In the Greenland Sea, bottom water renewal by deep convection in interplay with ice coverage and climatic conditions is of special interest. Main results gained since the advent of the Greenland Sea Project in 1988 are

- No bottom water renewal by deep winter convection took place during the project.
- With the lack of deep winter convection the bottom water changes its properties towards higher temperatures and salinities.

A number of questions arises from the observations, such as:

- Does ice coverage inhibit or facilitate winter convection?
- How can tracer concentrations in the deep waters rise despite the lack of convective events?
- Are the changes of bottom water properties related to increased inflow of deep Arctic waters, and which implications arise from this for the density distribution in the Greenland Sea?

Up to now, it has not been possible to observe deep convective events directly, and it is presumed that ship-based attempts are not likely to be adequate because of the small spatial and short time scales involved. Observations in two successive years can help to investigate the preconditioning to the formation of bottom water and the results of water mass modification. Such investigations lead to estimates of formation rates for deep and intermediate waters and the associated changes of heat and salt content. They allow to determine the necessary conditions for convection and the role of sea ice formation. Furthermore transport estimates for the current systems of the Greenland Sea can be improved.

These summer investigations are complemented by self-profiling moorings which are developed in AWI. CTD-measurements are performed from top to bottom of the 3500 m deep water column. They indicate time and extent of modifications, thus helping to better identify relations between forcing and results. In 1997, two of these moorings will be redeployed, and the standard zonal transect on 75°N (approx. 50 stations) will be performed.

The main water mass exchange between the Greenland Sea and the Arctic Ocean occurs through Fram Strait. A major part of the Atlantic Water, which is of prime importance to thermohaline processes in the Arctic, leaves the Greenland Sea via Fram Strait, and the entirety of modified Atlantic Water reenters the Greenland Sea through Fram Strait. Modifications between out- and inflow of this water mass, are used as indicators for thermohaline processes in the Arctic. Enhanced attempts have recently been made to trace the outflow in eastern direction. During ARK XIII/3 these attempts shall be corroborated by investigations in western direction to further approach an overall understanding. In this context, a detailed investigation of the inflow into the Greenland Sea is of special significance since inflowing deep Arctic Water masses are relevant for deep water production in the Greenland Sea. Also, nutrient concentrations in the Greenland Sea are affected by Arctic Waters. Here, silicate import is of particular importance since silicate concentrations attain very high values in the Arctic. These waters follow not yet identified pathways in the Greenland Sea.



**2.3 Chemistry**  
(Ingrid Bussmann, Rainer Amon, Ralph Engbrodt, Carmen Hartmann, Andreas Ratje, Martha Stürcken-Rodewald, Anja Terbrüggen, AWI)

**2.3.1 Characterisation of dissolved organic matter (DOM) in the Greenland Sea**

The role of DOM in marine systems is critical for the understanding of the global carbon and nitrogen cycle. Oceanic DOM contains approximately the same amount of carbon as the atmosphere. Also the largest part of nitrogen of the surface water in the oceans is bound in the DOM. DOM represents a mixture of organic compounds which are largely uncharacterized on a molecular level. About 20 % of DOM can be identified as biomolecules like proteins, carbohydrates or lipids. Part of the DOM can change to stable humic substances. Humic substances are assumed to be resistant to microbiological attack, and have therefore the potential to accumulate in the aquatic environment.

A significant portion of the DOM in the Arctic Ocean has its origin in the high loads of the Siberian rivers. A part of this terrigenous DOM is transported with the transpolar drift through the Arctic Ocean towards Fram Strait and North Atlantic. The aim of this work is to monitor changes of DOM due to biological and chemical modifications on its way from the source to the sinks. Previous cruises focused mainly on the Laptev Sea and the central Arctic, while on this cruise we will be able to sample in the outflow of the Arctic Ocean, Fram Strait. Thus, chemical composition and transformations of DOM in the Greenland Sea can be determined.

DOM will be separated and concentrated from the water sample via extraction on XAD-resins and ultrafiltration. On this cruise we will be able to compare these two methods. Studies on the bioavailability and chemical characterisation will be done on DOM collected by both methods. Large volume water samples will be obtained by a CTD water sampler from all representative water masses in the investigated region. The filtered water samples will be analysed on board for DOC and DON. Detailed chemical characterisation will be done in Bremerhaven and at the University of Texas at Austin Marine Science Institute as part of a cooperative effort.

The second important goal of this cruise will be the determination of bacterial production and respiration in the Greenland Sea. The lack of this information has limited our ability to estimate the importance of heterotrophic processes for the consumption and mineralization of organic carbon in the Arctic ocean. Experiments to assess the limiting factors for the bioavailability of DOM will be compared to the activity of the natural bacterial population. The response of the natural bacterial population to humic substances and ultrafiltrates as sole carbon source will be determined with the following parameters: growth, O<sub>2</sub> consumption, CO<sub>2</sub> production and DOC consumption. The combined information on chemical composition and biological utilization of DOM in the Greenland Sea will give us essential clues about DOM transformation processes in the Arctic Ocean.

**2.3.2 Investigation of nutrients**

The determinations of nutrients are closely connected with the physical and planktological investigations. The development of phytoplankton blooms is especially dependent on the available nutrients. The change in nutrient concentrations will be followed during the Greenland Sea transect and across the Greenland shelf and slope. In comparison with similar transects in former years, the seasonal and interannual variability will be determined. In view of the water mass determination especially silicate but also phosphate are good tracers for the outflow of upper halocline Arctic surface water along the Greenland slope. This water mass is especially rich in silicate compared to Atlantic waters. To determine the structure of this outflow as well as its

nutrient concentrations and distributions transects with high spatial resolution are planned along the Greenland coast towards the Morris Jesup Plateau. During the "Oden" expedition in 1991 concentrations of up to 40  $\mu\text{M}$  silicate were found at the tip of this plateau in water depths of 50 to 100 m. We will try to find this signal as well on this cruise and try to track in further south.

The different water masses with its different nutrient concentrations influence the development of phytoplankton blooms. During this study the variability of nutrients in the surface water will be determined which will show whether there is a limitation of phytoplankton growth by nitrate or silicate during this late season of the year.

From water samples taken with the water cast at different depth, the nutrients - nitrate, nitrite, ammonium, phosphate and silicate - are determined immediately on board with an Auto-analyser-system according to standard methods.

### **2.3.3 Biogenic production of neutral and ionic methyl heavy metal species in polar regions and their distribution in the atmosphere** (Oliver Schedlbauer, IAAC)

Up to now, only determinations of the total concentration of heavy metals were carried out in the environment, whereas little is known about the speciation of these heavy metals. Different species of heavy metals have different properties, especially regarding the geochemical transport, the toxicity or the bioavailability. It is therefore necessary to identify and to determine heavy metal species to get more exact and more detailed informations, for example, about the geochemical cycle and the global sources and sinks. In this connection biomethylation is an important biogeochemical process.

The determination and specification of neutral and ionic methylated heavy metal compounds, biogenically produced, is planned. Because of their chemical stability the corresponding compounds of mercury, lead, cadmium and thallium are in consideration. High enrichment factors, especially for cadmium and lead in Antarctic snow samples signify an emission of volatile organic heavy metal compounds from the sea. The element mercury that can be found in sea water in different species is thereby of high interest. Only little is known about the emission of these species, their distribution and chemical properties in the atmosphere. Different methylated heavy metal compounds should be analysed in arctic regions to determine the contribution of these compounds to the global biogeochemical cycle of heavy metals. A correlation to the biogenic activity and to other chemical compounds such as DMS will be investigated.

The samples of polar regions methylated compounds of mercury, lead and cadmium have already been detected. The portion of such compounds can reach up to 50 % of the total metal concentration in the ocean. The evidence of a possible biomethylation of thallium could be shown in laboratory experiments, but the corresponding compound could not be detected in the environment, up to now.

The determination of mercury species will be carried out by CVAFS (Cold Vapour Atomic Fluorescence Spectrometry). With the help of DPASV (Differential Pulse Anodic Stripping Voltammetry) lead and cadmium species will be examined. Both methods will be applied on board of RV "Polarstern". The evidence of corresponding thallium species will be checked with IDMS (Isotope Dilution Mass Spectrometry) in the home laboratory.

## **2.4 Bathymetry** (Heinrich Hinz, AWI)

### **2.4.1 Precise Bathymetric Survey with the Hydrosweep-System**

The bathymetry of the Fram Strait is poorly known except for the boxed surveys carried out by RV "Polarstern". Thus, a boxed survey is scheduled to continue in precise mapping of this area. The use of multibeam sounding systems for bathymetric mapping is well-established.

Recently, the application of multibeam systems for bottom characterization has also become possible. The multibeam system receives sound signals from different directions, and backscattering strength from these signals provides information on the characteristics of the seafloor. The computed angular backscattering strength from different bottom types can be used to map the different seabottom materials.

The Hydrosweep system also provides sidescan sonar data. These data consist of the amplitude of the backscattered energy for each ping. The waveforms from the 59 beamformers are combined and resampled to yield 1000 amplitude values across the swath. These data can then be plotted in map form to provide a view of relative scattering strength of the seafloor.

Main interest in bathymetry is the survey of the transition zone between deep sea and continental shelf. The research and survey work with the extended Hydrosweep system capabilities will help to improve ocean circulation models and geological-geotectonic and glaciological research.

The Fram Strait is a relative narrow and deep (depth range: about 2000 - 5000 m) part of the northern Atlantic Ocean where different layers of water and sea ice interact. Surveying and charting of larger structures of the deep sea is essential to interpret geology and hydrographic data.

The Fram Strait is a key area to understand global ocean circulation. Surveying the shallower water region e.g. of the Yermak Plateau (depth range: 500 - 1000 m) will improve knowledge about the water circulation and the tides. Monitoring of beacons, observation of ice coverage, and tidal modelling e.g. revealed a nodal point of diurnal tide components at the Yermak Plateau, obviously due to the seafloor topography which causes ocean eddies.

The bathymetric survey of the Fram Strait will extend and complete the existing boxed survey scheme depending upon the actual sea ice situation. An extension to the West (continental slope and shelf of northern Greenland) and to the North (Fram Strait, Yermak Plateau) will have the highest priority.

Bathymetric survey of the Morris Jesup Plateau (85°N/20°W) will give first data about this area, which is a kind of geological counterpart to the Yermak Plateau. Additionally, bathymetric data will be collected continuously during the entire leg with the Hydrosweep multibeam bathymetry system on RV "Polarstern". Alternative regions -depending upon the sea ice situation- for bathymetric survey are located westwards (continental shelf of northern Greenland), eastwards (extending the boxed survey of Fram Strait), and southwards (e.g. Vesteris Seamount) of the central Fram Strait.

## 2.5

### **Marine Geology**

(N.N., Hans-Peter Kleiber, Dominik Weiel, Oliver Swientek, AWI, Gernot Nehrke, Niels Nørgaard-Pedersen, Frauke Schulze, GEOMAR)

### 2.5.1

#### **Cenozoic sedimentation history of the northern Fram Strait**

Marine geological investigations in the Arctic Ocean and the adjacent ocean and shelf regions concentrate on detailed stratigraphical, sedimentological, mineralogical and geochemical analyses of sediments. These investigations aim at reconstructing the short and long-term changes in palaeoclimate, palaeoceanological circulation, palaeoproductivity and sea-ice cover. Numerous geological profiles were sampled during expeditions of RV "Polarstern" across the shelves, the continental slopes, the deep-sea and the mid-ocean ridges, and detailed investigations were conducted to unravel the Neogene and Quaternary palaeoceanography and sedimentation history. The connections to the adjacent oceans are of particular importance to understand the palaeoceanographical development, of which the Fram Strait is most important for surface and deep water exchange between the Arctic Ocean and the global ocean.

Previously, continuous geological profiles were sampled during expeditions of RV "Polarstern" only south of 81°N (e.g. ARK III/3, ARK VIII/3). Detailed geological information are available also from the expeditions ARK IV/3 and ARK VIII/3 to the central Arctic Ocean north of 84°N. Up to now, only short sediment cores were retrieved from the ice drift station "Fram I" and during the "YMER" expedition in the northern Fram Strait between Northeast Greenland, Morris Jesup Plateau and the northwestern Yermak Plateau. Therefore, sediments will be sampled in this region during the expedition ARK XIII/3 in order to reconstruct both palaeoceanographical and palaeoclimatological changes in the Transpolar drift/ East Greenland Current and West Spitsbergen Current systems, and regional changes by comparison with data from the adjacent ocean regions. The main emphasis will be placed on Northeast Greenland with the Morris Jesup Plateau and the adjacent shelves. Furthermore, sediment cores will be collected from the northwestern Yermak Plateau and from suitable sea mounts in the Fram Strait.

Additionally, it will be attempted to core Paleogene sediments on the Yermak Plateau, based on accurate hydrosweep and parasound surveys. It is possible to construct a composite section along the steep slopes consisting of several sediment cores. Thus, the long-term Cenozoic sedimentation history can be studied, i.e. the transition from the preglacial (warm) to the Quaternary (cold) Arctic Ocean.

The research programme comprises mainly investigations on surface sediments and sediment cores. Furthermore, the water column will be sampled on selected stations. In detail, the following objectives will be addressed:

#### 1. Stratigraphic investigations

High-resolution chronostratigraphies of the sediments will be obtained by means of physical, chemical, and palaeontological methods. These include stable oxygen and carbon isotopes, AMS-<sup>14</sup>C dates, palaeomagnetic, magnetic susceptibility, amino acids as well as biostratigraphical analyses on planktic and benthic microfossils.

#### 2. Palaeoceanography of surface and deep water masses

The Fram Strait plays an important role for the water mass exchange between the Arctic Ocean and the Nordic Seas. In particular, changes in the inflow of relatively warmer surface water and the outflow of cold ice-covered surface water cause distinct changes in the oceanography and the sea-ice cover. Therefore, the hydrographical parameters of the water masses, the surface and deep water currents and the sea-ice cover will be reconstructed by means of isotopical (<sup>d18</sup>O, <sup>d13</sup>C), micropalaeontological methods (e.g. foraminifers, dinoflagellates) and specific biomarkers (e.g. alkenons, sterols).

### 3. Sedimentology

The composition of the sediments reflect changes of sedimentary processes triggered by climatic variations. The production of biogenic carbonate varies distinctly with the glacial-/ interglacial cycles as well as temporal changes in the inflow of relatively warmer water into the Arctic Ocean in the Westspitsbergen Current. On the other hand, the detrital components are important indicators for the source areas and the temporal variability of the terrigenous sediment input, and allow to reconstruct ice drift pattern and surface currents.

Initial shipboard studies will include the macroscopical description of the sediments, the analyses of sedimentary structures by means of x-radiographs and smear slide analysis. Detailed investigations of the mineralogical composition (e.g. coarse fraction analyses, clay minerals, heavy minerals, bulk mineralogy) will be conducted on selected cores onshore.

### 4. Organic geochemistry

Geochemical investigations on recent sediments from the eastern Arctic Ocean revealed a strong gradient in the composition of the organic matter in the eastern Fram Strait and on the Yermak Plateau. The amount of marine organic carbon is relatively high due to a higher productivity along the inflow of relatively warmer waters at the continental margin of Spitsbergen, whereas terrigenous organic carbon dominates in the central eastern Arctic Ocean. However, the region of inflow can not be unequivocally characterized because of the few samples available from the northwestern Fram Strait. The coverage will be improved with additional surface samples in order to determine regional glacial-/ interglacial changes in productivity and terrigenous input in the Fram Strait.

Methods include elemental (C-H-N-S) analysis, Rock Eval pyrolysis, carbon stable isotopes of organic matter, kerogen (coal petrology, vitrinite reflectance measurements) and gas chromatography (biomarker).

### 5. Physical properties

Shipboard analysis of physical properties will be routinely conducted (e.g. wet bulk/ dry bulk density, water content and porosity, magnetic susceptibility) because these methods provide first information about lithological changes in the sediment cores which are linked to sedimentological and palaeoclimatological changes. Furthermore, they are the basic parameter to calculate accumulation and flux rates.

### 6. Parasound sediment echography

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.

## 2.6 Marine Geophysics (Wilfried Jokat, 9 NN, AWI)

The separation between Greenland and Svalbard terminated approximately 10 Myr ago with the forming of the Fram Strait. This tectonic processes left traces in the continental and oceanic crust of this area. During the early break-up phase of the Arctic Ocean the Morris Jessup Rise and the Yermak Plateau were formed. A large transform fault was established between Greenland and Svalbard, the Lena Trough. New seismic and bathymetric experiments will allow a detailed investigation of the nature of these structures. The scientific objectives of the marine-geophysical programme can regionally be described as follows:

#### a) *West Svalbard:*

Mapping of the continent-ocean boundary off Van Mijenfjord. Here the opportunity exists to investigate the continent-ocean transition (COT) with a combined on/offshore deep seismic

experiment. The COT along other passive continental margins is characterized by strong lateral variations in geology and rock composition. Normally, the COT is located approximately 50-100 km off the recent coast line. Gravity data off Van Mijenfjord indicate, that the COT begins directly west of the mouth of the fjord. So, this zone can be investigated by closely spaced recording station along the fjord. In addition, 7-10 oceanbottom hydrophones will be deployed directly off the Van Mijenfjord. The mean distance between the stations is 5 km. The profile has a total length of 300 km.

*b) Morris Jessup Rise/Yermak Plateau:*

The Morris Jessup Rise is part of the North Greenland continental margin and has been formed almost 40 Myr ago. The intensive, subaerial (?) volcanism during the break-up of the Eurasian Basin formed a large plateau. After the separation of Greenland and Svalbard, the plateau was divided into two parts, the Morris Jessup Rise and the Yermak Plateau. Both plateaus are poorly investigated by geophysical experiments. The objective of the scientific programme is to gain new information on the structure and geological history based on the newly collected geophysical data (seismics, gravity).

*c) North Greenland:*

Geological and aeromagnetic mapping indicate the presence of a huge sedimentary basin paralleling the North Greenland coast. The sediment thickness as well as the deeper structure of this area will be investigated in order to find evidence for a modification of deeper crustal level due to the separation of Greenland and Svabard. Are there any evidences for high seismic velocities in the lower crust? What is the amount of crustal stretching beneath the northern fjords?

*d) Lena Trough:*

The current, extremely sparse geophysical data base does not allow a unique interpretation of this structure. It is not clear if the trough is an active mid-ocean ridge or a huge transform fault. New bathymetric and geophysical data will provide new information on this issue.

Within this expedition it will be not possible to perform complete surveys in the above mentioned regions. The actual program will strongly depend on the ice conditions during the expedition. For the time being the programmes off West-Svalbard and on the Morris Jessup Rise are favoured.

**Schiffspersonal / Ship's crew ARK XIII/ 1 - 3**

<b>Rank</b>	<b>ARK XIII/1</b>	<b>ARK XIII/2</b>	<b>ARK XIII/3</b>
Master	Pahl, Uwe	Greve, Ernst-Peter	Greve, Ernst-Peter
1. Offc.	Schwarze, Stefan	Keil, Jürgen	Keil, Jürgen
1. Offc.	-	Rodewald, Martin	Rodewald, Martin
Ch. Eng.	Schulz, Volker	Schulz, Volker	Knoop, Detlef
2. Offc.	Grundmann, Uwe	Peine, Lutz	Peine, Lutz
2. Offc.	Block, Michael	Spielke, Stefan	Block, Michael
2. Offc.	Spielke, Steffen	-	-
Doctor	Hotz, Wolfgang	NN	Fleischer-P., Brigitte
R. Offc.	Hecht, Andreas	Hecht, Andreas	Koch, Georg
2. Eng.	Delff, Wolfgang	Delff, Wolfgang	Erreth, Mon.Gyula
2. Eng.	Folta, Henryk	Folta, Henryk	Ziemann, Olaf
2. Eng.	Simon, Wolfgang	Simon, Wolfgang	Fleischer, Martin
Electron.	Piskorzynski, Andreas	Piskorzynski, Andreas	Lembke, Udo
Electron.	Fröb, Martin	Fröb, Martin	Muhle, Helmut
Electron.	Holtz, Hartmut	Dimmler, Werner	Greitemann-Hackl., A.
Electron.	Pabst, Helmar	Pabst, Helmar	Roschinsky, Jörg
Electr.	Fischer, Gerd	Holtz, Hartmut	Muhle, Heiko
Boatsw.	Loidl, Reiner	Loidl, Reiner	Clasen, Burkhard
Carpenter	Neisner, Winfried	Neisner, Winfried	Reise, Lutz
A.B.	Moser, Siegfried	Moser, Siegfried	Bohne, Jens
A.B.	Hartwig, Andreas	Hartwig, Andreas	Hartwig, Andreas
A.B.	Bäcker, Andreas	Bäcker, Andreas	Gil Iglesias, Luis
A.B.	Bohne, Jens	Bohne, Jens	Pousada Martinez, S.
A.B.	Hagemann, Manfred	Hagemann, Manfred	Kreis, Reinhard
A.B.	Schmidt, Uwe	Schmidt, Uwe	Schultz, Ottomar
A.B.	Winkler, Michael	Gil Iglesias, Luis	Burzan, G.-Ekkehard
A.B.	Bindernagel, Knuth	Pousada Martinez, S.	Pulss, Horst
Storek.	Renner, Norbert	Renner, Norbert	Müller, Klaus
Mot-man	Arias Iglesias, Enr.	Arias Iglesias, Enr.	Ipsen, Michael
Mot-man	Giermann, Frank	Giermann, Frank	Husung, Udo
Mot-man	Fritz, Günter	Fritz, Günter	Grafe, Jens
Mot-man	Krösche, Eckard	Krösche, Eckard	Hartmann, Ernst-Uwe
Mot-man	Dinse, Horst	Dinse, Horst	Preußner, Jörg
Cook	Silinski, Frank	Silinski, Frank	Haubold, Wolfgang
Cooksmate	Tupy, Mario	Tupy, Mario	Völske, Thomas
Cooksmate	Hünecke, Heino	Hünecke, Heino	Yavuz, Mustafa
1. Stwdess	Dinse, Petra	Dinse, Petra	Jürgens, Monika
Stwdss/KS	Lehmbecker, Claudia	Lehmbecker, Claudia	Dähn, Ulrike
2. Stwdess	Klemet, Regine	Klemet, Regine	Czyborra, Bärbel
2. Stwdess	Schmidt, Maria	Schmidt, Maria	Deuß, Stefanie
2. Stwdess	Silinski, Carmen	Silinski, Carmen	Neves, Alexandra
2. Steward	Tu, Jian Min	Huang, Wu Mei	Huang, Wu Mei
2. Steward	Wu, Chi Lung	Wu, Chi Lung	Mui, Kee Fung
Laundrym.	Yu, Chung Leung	Yu, Kwok Yuen	Yu, Kwok Yuen





