



Programme

L Expeditionsprogramm Nr. 52



FS "Polarstern"

ARKTIS XV/1-3

Koordinator: Prof. Dr. G. Krause

ARK XV/1	23.06. - 19.07.1999	Bremerhaven -Tromsø
ARK XV/2	21.07. - 08.09.1999	Tromsø - Tromsø
ARK XV/3	10.09. - 15.10.1999	Tromsø - Bremerhaven

Z 432

52
1999

Fahrtleiter/Chief Scientists:

ARK XV/1	- Prof. Dr. Gunther Krause
ARK XV/2	- Dr. Wilfried Jokat
ARK XV/3	- Dr. Ursula Schauer

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
Bremerhaven, Mai 1999

X 1894

Expeditionsprogramm Nr. 52

ARKTIS XV/1-3

FS "Polarstern"

ARK XV/1	23.06. - 19.07.1999	Bremerhaven -Tromsø
ARK XV/2	21.07. - 08.09.1999	Tromsø - Tromsø
ARK XV/3	10.09. - 15.10.1999	Tromsø - Bremerhaven

Fahrtleiter/Chief Scientists:

ARK XV/1	- Prof. Dr. Gunther Krause
ARK XV/2	- Dr. Wilfried Jokat
ARK XV/3	- Dr. Ursula Schauer

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
Bremerhaven, Mai 1999



Inhaltsverzeichnis/ Contents ARK XV/1

	<u>Seite/page</u>
1. Zusammenfassung	6
2. Forschungsprogramme	6
2.1 Einsatz des französischen Remotely Operated Vehicle "VICTOR 6000"	6
2.1.1 Das ROV "VICTOR 6000"	6
2.1.2 Der Einsatzplan	9
2.2 Erfassung der hydrographischen Verhältnisse in der Grönlandsee	9
2.3 Aktivität der bakteriellen Benthosflora der arktischen Tiefsee sowie Struktur und Funktion der bakteriellen Meeresflora	10
2.4 Untersuchung polarer planktischer Foraminiferen in der Wassersäule	11
2.5 Genetische Charakterisierung polarer planktischer Foraminiferen	11
 Fahrteilnehmer/Cruise Participants	 12
Beteiligte Institute/ Participating Institutes	13
 ENGLISH TEXT	
1. Summary	14
2. Scientific programmes	14
2.1 Deployment of the French Remotely Operated Vehicle "VICTOR 6000"	14
2.1.1 The ROV "VICTOR 6000"	14
2.1.2 The mission	16
2.2 Investigations of the hydrographic conditions in the Greenland Sea	17
2.3 Activity of the bacterial benthic community as well as structure and function of the bacterial sea ice flora of the Northern Ocean	18
2.4 Investigation of polar planktonic foraminifera in the water column	18
2.5 Genetic characterisation of Arctic polar planktonic foraminifers	19

Inhaltsverzeichnis/ Contents ARK XV/2

	<u>Seite/page</u>
1. Zusammenfassung	20
2. Wissenschaftliche Programme	23
2.1 Marine Geophysik	23
2.2 Marine Geologie	24
2.3 Petrologie siehe englischer Text: Punkt 2.3, Seite 35	25
2.4 Bathymetrie in der nördlichen Framstraße	25
2.5 Untersuchung polarer planktischer Foraminiferen in der Wassersäule	25
2.6 Ökologie und Verteilung kleinster benthischer Organismen	26
2.7 Das Nioghalvfjordersfjorden Gletscher Projekt siehe englischer Text: Punkt 2.7, Seite 39	27
Fahrtteilnehmer/Cruise Participants	28
Beteiligte Institute/ Participating Institutes	29
ENGLISH TEXT	
1. Summary	31
2. Research Programmes	34
2.1 Marine Geophysics	34
2.2 Marine Geology	35
2.3 Petrological Objectives	35
2.4 Bathymetry Surveys in the Northern Fram Strait	37
2.5 Investigation of polar planktonic foraminifera in the water column	37
2.6 Ecology and distribution of smallest benthic biota	38
2.7 The Nioghalvfjordersfjorden glacier project	39

Inhaltsverzeichnis/ Contents ARK XV/3

	<u>Seite/page</u>
1. Zusammenfassung und Fahrtverlauf	41
2. Die Arbeitsprogramme	45
2.1 Wassermassenbildung und Zirkulation in der Framstraße	45
2.1.1 Schelfwasserabflüsse aus dem Storfjord	45
2.1.2 Der Austausch durch die Framstraße	45
2.1.3 Meereschemische Untersuchungen	46
2.2 Meereis	46
2.2.1 Zur Energetik höherer trophischer Ebenen - die Schlüsselrolle dominanter Zooplankter und Vertebraten im Energiefluß eisbedeckter Polarmeere	46
2.2.2 Multidisziplinäre Untersuchungen am arktischen Packeis	47
2.2.3 Untersuchungen des Untereishabitats	48
2.2.4 Funktion und Diversität von Bakteriengemeinschaften im Meereis	48
2.2.5 Meereissedimente	49
2.2.6 Radionuklide im Meereis	50
2.3 Schwermetallmetabolismus polarer Zooplanktonarten	50
2.4 Biodiversität, Assoziationen und Interaktion mariner Pilze und pilzähnlicher Protisten im Meereis, Pelagial und Benthos der Arktis im Herbst	51
2.5 Planktonökologie und vertikaler Partikelfluß	52
Fahrtteilnehmer/Cruise Participants	53
Beteiligte Institute/ Participating Institutes	54
ENGLISH TEXT	
1. Summary and Itinerary	56
2. Scientific Programmes	58
2.1 Physical Oceanography	58
2.1.1 Shelf plumes from the Storfjord	58
2.1.2 Exchanges through Fram Strait	58
2.1.3 Marine Chemistry	59

2.2	Sea Ice	60
2.2.1	On the energetics of higher trophic levels - the key role of dominant species of zooplankton and vertebrates in the energy flow of ice-covered polar oceans	60
2.2.2	Multi-Disciplinary Sea Ice Investigations	61
2.2.3	Under-ice investigations	61
2.2.4	Function and diversity of bacterial sea ice communities	62
2.2.5	Sea ice sediments	62
2.2.6	Radionuclides in sea ice	63
2.3	Investigations on the metal metabolism in polar zooplankton	63
2.4	Biodiversity, associations and interactions of marine fungi and fungus-like protists within sea-ice, pelagic and benthic habitats in the Arctic ocean during autumn	64
2.5	Plankton ecology and vertical particle flux	65
	Schiffspersonal/ Ship's crew - ARK VI/ 1 - 3	67

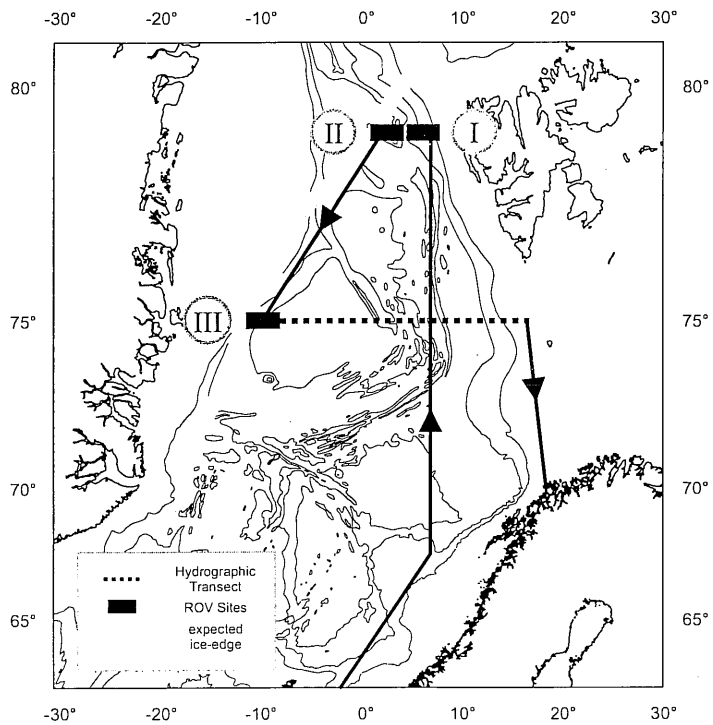


Abb. 1/ Fig. 1: Fahrtroute/Ship's track ARK XV/I

ARKTIS XV/1
FS "Polarstern"

23.06. - 19.07.1999/ Bremerhaven - Tromsø

Fahrleiter:
Prof. Dr. Gunther Krause

1. Zusammenfassung

Die aufwendigsten Untersuchungen auf diesem Fahrtabschnitt betreffen die erstmaligen Einsätze des französischen ROV "VICTOR 6000" von Bord von FS "Polarstern" in zwei Gebieten der Framstraße, einem in offenem Wasser und einem anderen mit Eisbedeckung. Ein drittes Areal ist am grönländischen Kontinentalabhang bei 75°N geplant. Die Einsätze werden als Machbarkeitsstudien angesehen und dienen der Erkundung geeigneter Gebiete für Langzeituntersuchungen benthischer Organismen und Prozesse in der Arktischen Tiefsee. Das Fahrzeug wird mit Video- und Photokamera für Aufnahmen des Meeresbodens ausgerüstet und enthält Vorrichtungen für die gezielte Entnahme von Organismen und Sedimenten und dient ferner für die Handhabung von Sensoren und Geräten wie z. B. einer Respirationskammer und einer Zeitrafferkamera.

Wie in den vergangenen Jahren wird der hydrographische Schnitt bei 75°N mit etwa 60 CTD-Stationen wiederholt, wobei sich die Ziele - die Erfassung der Ventilation und der Bodenwassererneuerung - nicht geändert haben. Außerdem werden zwei biologische Projekte über polare planktische Foraminiferen und Mikroorganismen durchgeführt.

2. Forschungsprogramme

2.1 Einsatz des französischen Remotely Operated Vehicle "VICTOR 6000"

(L. Artzner, S. Beraud, J.P. Chopin, A.J. Christophe, N. Compagnet, C. Duchi, F. Hennebelle, P. Jaussaud, G. Laurantin, G. Leclère, P. Triger, GENAVIR)

(J.F. Cadiou, J.Y. Coail, J. Crozon, J.P. Gilliotte, M. Luccioni, H. Martinossi, M. Nokin, P. Simoni, IFREMER)

(H. Bluhm, M. Klages, B. Sablotny, T. Soltwedel, H. Thiel, K. Vopel, AWI)

Im Rahmen einer französisch-deutschen Kooperation wurde zwischen dem AWI und dem Institut Français de Recherche pour l'Exploration de la Mer (IFREMER) ein Projekt zur gemeinsamen Nutzung des französischen tieftauchenden Remotely Operated Vehicle (ROV) "VICTOR 6000" aufgelegt.

2.1.1 Das ROV "VICTOR 6000"

Zur Durchführung von Grundlagenforschungen auf unterschiedlichsten Gebieten der Tiefseeforschung entwickelt und betreibt das IFREMER (Frankreich) eine breite Palette von Unterwassersystemen (z.B. NAUTILE, CYANA, SAR, ROBIN). Im Jahr 1992 startete das IFREMER das Projekt "VICTOR" mit dem Ziel, einen ferngesteuerten, tieftauchenden Unterwasser-Roboter zur Durchführung von Video-Beobachtungen und Manipulationen in der Tief-

see zu entwickeln. Die maximale Einsatzdauer für ein 'Remotely Operated Vehicle' übertrifft die von bemannten Tauchbooten um ein Vielfaches und erzielt somit grundsätzlich eine deutlich effektivere Nutzung der zur Verfügung stehenden Schiffszeiten. Der Echt-Zeit-Datentransfer über Lichtwellenleiter erlaubt eine schnelle Interpretation von Bild- und Meßdaten und ein jederzeitiges Eingreifen in den Ablauf der Mission. Die Konstruktion und der Bau des Systems wurde im März 1997 abgeschlossen. Im Sommer 1998 wurde die erste technisch-wissenschaftliche Expedition ("VICTOR Premiere") durchgeführt, die die Leistungsfähigkeit des Systems eindrucksvoll demonstrierte.

Bei der Entwicklung des Systems wurde besonderes Augenmerk auf die Qualität der Farb-Videobilder, die Nutzlast, Benutzerschnittstellen sowie die Datenerfassung und -Verarbeitung gerichtet. Das ROV-System ist modular aufgebaut und kann, je nach Einsatzziel, mit unterschiedlich aufgebauten, schnell und einfach auszutauschenden Geräteschlitten versehen werden. Eine erste Version des Geräteschlittens wurde verwirklicht und auch bereits eingesetzt. Er trägt alle Instrumente, die nötig sind um Organismen sowie Wasser- und Sedimentproben aufzusammeln, um Temperaturmessungen vorzunehmen und um Markierungen für spätere Untersuchungen am Meeresboden abzusetzen.

Die Verarbeitung der gewonnenen Bild- und Meßdaten erfolgt über ein hochentwickeltes Datenmanagementsystem. Dieses System bietet einen schnellen und einfachen Zugriff auf automatisch oder manuell markierte Videopassagen und verfügt über eine Datenbank, die Video-Einzelbilder und wissenschaftliche Daten integriert.

Tab. 1: ROV-Spezifikationen.

<i>Tiefsee-Kabel</i>	
Länge und Durchmesser	8500 m, 20 mm
<i>Tether</i>	
Länge und Durchmesser	100-300 m, 35 mm
<i>ROV-Vehikel</i>	
Max. Tiefe	6000 m
Dimensionen (m)	3.1 (L) * 1.8 (B) * 2 (H)
Gewicht in Luft	4000 kg
Schubkraft	200 kg in alle Richtungen
Hauptkamera	3CDD mit Zoom
Weitere Kameras	5 zusätzliche Kameras
Beleuchtung	5 kW max, 8 Einheiten
Sensoren	MRU, Tiefe, Bodenabstand
Manipulator	7 fct M/S, 100 kg Hubkraft
Auftriebssystem	70l, 2l/min bei 600 bars
<i>Depressor</i>	
Dimensionen (m)	1.5 (L)*0.8 (B)*0.5 (H)
Gewicht in Luft	1200 kg
Sensoren	Kurs, Tiefe
<i>Geräteschlitten</i>	
Dimensionen (m)	3.1 (L)*1.8 (B) * 0.7 (H)
Gewicht (kg)	100 im Wasser, 600 in Luft
Hydraulischer Antrieb	3 kW, 210 bar
Electrischer Antrieb	5 kW, 240 VDC
	200 W, 48 VDC
Datenübertragung	2 RS232, 1 RS422, 1 Video-Verbindung

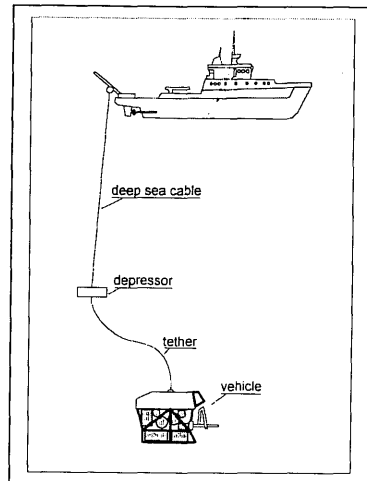


Abb. 2: Das ROV-Gesamtsystem.

2.1.2. Der Einsatzplan

Der Ersteinsatz des ROVs "VICTOR 6000" von Bord FS "Polarstern" wird den Charakter einer Machbarkeitsstudie haben. Die gemeinsame Expedition ermöglicht den Kollegen des IFREMER erste Erfahrungen beim Einsatz des ROV-System von einem nichtfranzösischen Schiff und unter extremen äußeren Bedingungen (niedrige Temperaturen, Eisbedeckung) in polaren Regionen zu sammeln; AWI-Wissenschaftler werden erstmals die Möglichkeit haben, mit einem tieftauchenden ROV und einer breiten Palette von wissenschaftlichen Peripheriegeräten zu arbeiten.

Die ROV-Einsatzgebiete liegen bei 79°N zwischen Spitzbergen und Nord-Grönland und bei 75°N auf dem ostgrönländischen Kontinentalhang (Abb. 1). Das erste Untersuchungsgebiet bei 79°N, 7°W hat eine Wassertiefe von 1000-2000 m und liegt in einer permant eisfreien Region am Kontinentalhang westlich von Spitzbergen. Das zweite Einsatzgebiet bei 79°N, 4°E wird voraussichtlich im Bereich des Eisrandes in einer Wassertiefe von ca. 5500 m liegen ("Molloy Deep").

Im Rahmen der projektierten Etablierung einer Tiefsee-Langzeitstation im tiefen Arktischen Ozean soll auf den ersten beiden Stationen primär eine großflächige Foto/Video-Observation durchgeführt werden. Darüberhinaus soll das ROV genutzt werden, um gezielt Organismen und Sedimentproben aufzusammeln. Wissenschaftlicher Hintergrund für die geplanten multidisziplinären Untersuchungen ist die Erfassung von saisonalen und interannuellen Variationen physikalischer, geologischer/geochemischer und biologischer Gradienten auf verschiedenen zeitlichen und örtlichen Skalen.

Eine weitere großskalige optische Erfassung ist im Rahmen des beantragten multidisziplinären Verbundprojektes "ARKTIEF-II", für ein Tiefsee-Areal bei 75°N, 10°W vorgesehen (Abb. 1). Das Untersuchungsgebiet am unteren ostgrönländischen Kontinentalhang ist charakterisiert durch ein System von tiefen und breiten Rinnen und wird vermutlich ebenfalls im Bereich der Eisrandzone liegen.

Auch auf dieser Station soll das ROV-System zur systematischen großskaligen optischen Erfassung und zur Aufsammlung von Objekten (Steine, Organismen etc.) mit dem ROV-Greifarm, dem Saugrüsselsystem ('Slurp Gun') und der Greifklaue ('Pac-Man') genutzt werden. Sedimentkerne zur Analyse faunistischer und biogeochemischer Parameter (benthische Aktivität und Biomasse) werden durch den Einsatz von Stechrohren mit Hilfe des ROV-Greifarms gewonnen. Darüber hinaus ist geplant, mehrjährige Verankerungen (z.B. Hartsubstrate für Kolonisationsexperimente) mit Hilfe des ROVs auszubringen.

2.2 Erfassung der hydrographischen Verhältnisse in der Grönlandsee

(G. Budéus, R. Plugge, S. Ronski, S. Schmidt, AWI,
E. Rodriguez Rubio, I.G. Tutiven, AWI/UDEC)

Ursprünglich verfolgten die modernen Feldarbeiten in der Grönlandsee (seit Ende der 80er Jahre) das Ziel, winterliche Konvektion direkt oder indirekt zu erfassen und sie gemäß ihrer ermittelten Bedeutung in ein Gesamtkonzept für die thermohaline Zirkulation der Arktis einzubringen. Zugrunde gelegt war dabei die Vorstellung, daß in diesem Gebiet winterliche Konvektion regelmäßig die gesamte Wassersäule erfaßt und zur Bodenwassererneuerung führt. Die seitherigen Arbeiten zeigten jedoch in keinem Jahr Konvektionsereignisse bis in Bodennähe. Als Maximum wurden etwa 2000 m erreicht, in vielen Jahren auch nur wenige hundert Meter. Bei diesem Ausbleiben tieferreichender Konvektionsereignisse ändern sich die

Eigenschaften der tiefen Wassermassen in Richtung von höheren Temperaturen, Salzgehalten und auch FCKW-Konzentrationen. Verschiedene Erklärungsansätze (Vertikaldiffusion, lateraler Wärmeeintrag auf Isopyknen, erhöhte Vertikaltransporte durch intensivierete Vermischung am Rande) erwiesen sich als inkonsistent mit dem Beobachtungsmaterial. Aus den während der letzten Jahre mit "Polarstern" gewonnenen Datensätzen läßt sich jedoch ein Konzept ableiten, welches die beobachteten Modifikationen durch eine vertikale Verschiebung der Wassersäule in der zentralen Grönlandsee mit einer Geschwindigkeit von etwa 150 m/a erklärt. Wenn es erlaubt ist, diese Vertikalbewegung zeitlich zu extrapolieren, ergäben sich Austauschzeiten von nur ca. 30 Jahren für die Grönlandsee, ohne daß winterliche Konvektionsereignisse beteiligt wären.

Ein Tiefenwasseraustausch durch Vertikaladvektion hat eine Reihe von Implikationen, die geprüft werden müssen. Eine unmittelbare Konsequenz ist die Notwendigkeit eines Bodenwasserexports, der wegen der die Grönlandsee umgebenden Schwellen einer Energiezufuhr bedarf. Dieser Export soll zunächst anhand der SF-6 Anreicherung im Bodenwasser der Grönlandsee verifiziert werden. Daneben sollen die Persistenz der Vertikaladvektion sowie mögliche Wechselwirkungen mit anderen Prozessen untersucht werden. Diese Arbeiten führen auch zu Abschätzungen der Bildungsraten von Tiefen- und Zwischenwasser, der Wärmehalts- und Salzgehaltsänderungen 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.

Zur Erfassung der hydrographischen Bedingungen soll der zonale Standardschnitt auf 75°N (Ca. 53 Stationen) wieder vermessen werden. Zwei Verankerungen sollen ausgewechselt werden, die mit einem im AWI entwickelten profilierenden Gerät tägliche Profile über die gesamte Wassersäule liefern. Hiermit wird der zeitliche Verlauf von Veränderungen in der Wassersäule bestimmt, was eine genauere Bestimmung des Zusammenhang zwischen atmosphärischem Antrieb und Änderungen im Ozean gestattet.

2.3 Aktivität der bakteriellen Benthosflora der arktischen Tiefsee sowie Struktur und Funktion der bakteriellen Meereisflora (R. Brinkmeyer, E. Helmke, M. Wanger, AWI)

Über die mikrobielle Besiedlung des Nordpolarmeeres sowie über die dort ablaufenden mikrobiellen Prozesse liegt bisher nur sehr wenig Datenmaterial vor. Dieses gilt sowohl für den Oberflächenbereich einschließlich Meereis, als auch für den Boden und hier speziell für den Tiefseebereich. Unsere Untersuchungen sollen sich daher sowohl mit der bakteriellen Meereisflora (u. a. auch für die Beantwortung von Fragen zur pelagobenthische Kopplung) als auch mit den bakteriellen Gemeinschaften des Bodens und bodennahen Wassers der Tiefsee befassen.

Um die mikrobiellen Prozesse im Arktischen Ozean mit hohem terrigenen Einfluß und größtenteils ganzjähriger Eisbedeckung besser verstehen und abschätzen zu können, sind neben Daten zur Biomasse, Produktion und Umsetzung auch Einschätzungen zur Struktur und Diversität der mikrobiellen Gemeinschaften erforderlich.

Im Tiefseebereich hängt die Qualität der Aktivitätsdaten entscheidend von der eingesetzten Methodik und von den gewählten Inkubationsbedingungen ab. Um den Einfluß des hydrostatischen Drucks auf die Tiefseeflora zu ermitteln, sollen die Aktivitäten der Sedimentflora zum einen in situ zum anderen nach de/rekompression im Labor ermittelt werden sowie die Aktivitäten von dekompressionsfrei genommenem und de/rekomprimertem Tiefenwasser verglichen werden.

Die Untersuchungen an den mikrobiellen Gemeinschaften des Meereises sollen sich insbesondere auf Diversität und Struktur konzentrieren jedoch auch deren Aktivitäten erfassen. Dabei wollen wir neben den klassisch mikrobiologischen Verfahren, die insbesondere Auskunft über das physiologische Potential der Bakterien geben, verstärkt molekularbiologische Methoden einsetzen, die detailliertere Aussagen zur Taxonomie und Phylogenie ermöglichen. Auf der Basis dieser Ergebnisse soll auch Aufschluß über das Potential der Meereisbakterien zur Bildung neuer bioaktiver Naturstoffe erhalten und eine gezielte Isolation bzw. Bearbeitung solcher Produzenten angegangen werden.

2.4 Untersuchung polarer planktischer Foraminiferen in der Wassersäule (D. Bauch, E. Stangeew, GEOMAR)

Das primäre Anliegen des Projektes "Polare Planktische Foraminiferen" ist es, die Abbildung der Sauerstoff- und Kohlenstoff- Isotopenverhältnisse des Wassers in den Kalkgehäusen von lebenden planktischen Foraminiferenarten zu untersuchen. Dazu soll das Tiefenhabitat und die Kalzifizierungstiefe der einzelnen Foraminiferenarten in Abhängigkeit von den verschiedenen polaren Bedingungen und den hydrographischen Parametern (Eisbedeckung, T, S, Nährstoffe etc.) werden und Isotopenmessungen an Foraminiferengehäusen und Wasserproben (Isotopenlabor des GEOMAR und Leibniz Labor der CAU, Kiel) durchgeführt werden. Bisherige Untersuchungen in polaren Gebieten deuten darauf hin, daß das Tiefenhabitat und die Kalzifizierungstiefen sich parallel zu den hydrographischen Regimen ändern, es ist jedoch nicht bekannt, welche Parameter diese Wechsel steuern. Für die Abbildung der Kohlenstoff- und Sauerstoffisotopensignale des Wassers in den Kalkgehäusen der Foraminiferenart *N. pachyderma* (sin.) wurden sogenannte "Vital Effekte" beobachtet. Sie zeigen in den Kohlenstoffisotopen zeigen zwischen verschiedenen hydrographischen Regimen eine gravierende Diskrepanz. Die Ergebnisse der Untersuchungen dieses Projektes sollen weitere notwendige Erkenntnisse für die Interpretation paläozeanographischer Zeitserien liefern. Außerdem können sie durch einen Vergleich mit Sedimentoberflächenproben zur Ermittlung des Ausmaßes des anthropogenen CO₂-Eintrags in den Ozean dienen.

Es sollen Proben für die Konservierung und für die Hälterung lebenden Materials gewonnen werden. Dazu soll ein Multinetz (ca. 15 Stationen; 64 mm Maschenweite; 5 Tiefenintervalle auf max. ca. 500 m Wassertiefe) parallel zu CTD und Rosette gefahren werden, so daß hydrographische Daten vorliegen und Wasserproben für d¹⁸O, d¹³C und Nährstoffanalyse entnommen werden können. Die Probennahme der Wasserproben für Isotopenmessungen (ca. 250 ml in Glasschliffflaschen) und Nährstoffkonzentrationen (ca 200 ml für Phosphat- und Silikatanalysen) erfolgt in Zusammenarbeit mit der CTD Gruppe.

Die Multinetzstationen sollen, auf einem Ost-West Schnitt bei 75°N in der Grönlandsee und bei 80°N in der Framstraße liegen, so daß die verschiedenen hydrographischen Regime abgedeckt werden. Zusätzlich sind ca. 2 Planktonfänge für die Gewinnung lebenden Materials unabhängig von der geographischen Position geplant.

2.5 Genetische Charakterisierung arktischer planktonischer Foraminiferen (K. Darling, D. Kroon, UE/GI)

Zusammenfassung: Aus der Antarktis weiß man, daß Morpho- und Genotypen von Foraminiferen sich voneinander unterscheiden. Mit Hilfe von DNA-Analysen sollen auch arktische planktonische Foraminiferen auf ihre genetische Verwandtschaft und ihre mögliche Zuordnung zu hydrographischen und nährstoffsmäßigen Umgebungsfaktoren untersucht werden, um ein möglicherweise neues paleo-ozeanographisches Untersuchungswerkzeug zu schaffen.

Fahrtteilnehmer / Participants - ARK XV/1

Name	Institut/Institute
1. Artzner, Laurent	GENAVIR
2. Beraud, Severine	GENAVIR
3. Bluhm, Hartmut	AWI
4. Brinkmeyer, Robin	AWI
5. Budéus, Gereon	AWI
6. Cadiou, Jean François	IFREMER
7. Chopin, Jean Pierre	GENAVIR
8. Christophe, Alain Jacques	GENAVIR
9. Coail, Jean Yves	IFREMER
10. Compagnot, Norbert	GENAVIR
11. Darling, Kathryn	UE/GI
12. Crozon, Jaques	IFREMER
13. Duchi, Christophe	GENAVIR
14. Galeron, Joelle	IFREMER
15. Gilliotte, Jean Pierre	IFREMER
16. Helmke, Elisabeth	AWI
17. Hennebelle, Franck	GENAVIR
18. Jaussaud, Patrik	GENAVIR
19. Klages, Michael	AWI
20. Knuth, Edmund	DWD
21. Krause, Gunther	AWI
22. Kroon, Dick	UE/GI
23. Laurantin, Gérard	GENAVIR
24. Leclère, Guy	GENAVIR
25. Luccioni, Marc	IFREMER
26. Martossini, Henri	IFREMER
27. Möller, Hans-Joachim	DWD
28. Netzer, Jennifer	GEOMAR
29. Nokin, Marc	IFREMER
30. Plugge, Rainer	AWI
31. Ronski, Stephanie	AWI
32. Rubio Rodriguez, Efrain	AWI/UDEC
33. Rybicki, Frederic	Tomson Marconi Sonar
34. Sablotny, Burkhard	AWI
35. Schmidt, Stefanie	AWI
36. Schneider, Wolfgang	UDEC
37. Simoni, Patrick	IFREMER
38. Sonnabend, Hartmut	DWD
39. Stangeew, Elena	GEOMAR
40. Soltwedel, Thomas	AWI
41. Thiel, Hjalmar	AWI
42. Triger, Pierre	GENAVIR
43. Tutiven, Isabel	AWI/UDEC
44. Vopel, Kay	AWI
45. Wanger, Michael	AWI
46. NN	Fernsehteam
47. NN	Fernsehteam
48. NN	Fernsehteam

Beteiligte Institute/ Participating Institutes - ARK XV/1

Adresse/Address No. of participants

Chile/Chile

UDEC Universidad de Concepción 3
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanograficas
Casilla 2407
Concepcion

Deutschland/Germany

AWI Alfred-Wegener-Institut 14
für Polar- und Meeresforschung
Columbusstraße
27568 Bremerhaven

DWD Deutscher Wetterdienst 3
Seewetteramt
Postfach 301190
20304 Hamburg

GEOMAR Forschungszentrum für Marine Geowissenschaften 2
Universität Kiel
Wischhofstraße 1-3
24148 Kiel

Frankreich/France

GENAVIR Groupement pour la Gestion 11
des Navires Océanologiques
Centre de Toulon
B.P. 330
83507 La Seyne-sur-Mer cedex

IFREMER Institut français de Recherche 9
pour l'exploitation de la Mer
Centre de Toulon
B.P. 330
83507 La Seyne-sur-Mer cedex

Schottland/Scotland - United Kingdom

UE/GI University of Edinburgh 2
Grant Institute
Dept. of Geology and Geophysics
West Meins Road
Edinburgh EH9 3JW
Scotland

ARKTIS XV/1
FS "Polarstern"

23.06. - 19.07.1999/ Bremerhaven - Tromsø

Chief Scientist:
Prof. Dr. Gunther Krause

1. Summary

The most extensive activity on this cruise leg will be centered around the first deployments of the French ROV "VICTOR 6000" from board of RV "Polarstern" at two locations in the Fram Strait, one in open water and one in the ice. A third site is planned on the Greenland continental slope at 75°N. The mission is seen as a feasibility study, and the ROV will be used to explore a region suitable for a long-term study of benthic organisms and processes in the Arctic deep-sea. The vehicle will be equipped with video and photcamera for surveying of the sea floor, it will be utilized for selective sampling of sediments and organisms as well as for handling of sensors and devices such as a respiration chamber and a time lapse camera.

The hydrographic section at 75°N will again be occupied on some 60 CTD stations as in previous years. The goal of this survey remains unchanged, it is focused on the ventilation and bottom water renewal in the central Greenland Sea. Two smaller biological projects on the investigation of polar planktonic foraminifera and micro-organisms will be carried out also.

2. Research Programmes

2.1 Deployment of the French Remotely Operated Vehicle "VICTOR 6000"

(L. Artzner, S. Beraud, J.P. Chopin, A.J. Christophe, N. Compagnot, C. Duchi, F. Hennebelle, P. Jaussaud, G. Laurantin, G. Leclère, P. Triger, GENAVIR)

(J.F. Cadiou, J.Y. Coail, J. Crozon, J.P. Gilliotte, M. Luccioni, H. Martinossi, M. Nokin, P. Simoni, IFREMER)

(H. Bluhm, M. Klages, B. Sablotny, T. Soltwedel, H. Thiel, K. Vopel, AWI)

Within the frame of a French-German cooperation, AWI and IFREMER launched a joint project based on the shared use of the French deep-diving Remotely Operated Vehicle (ROV) "VICTOR 6000".

2.1.1 The ROV "VICTOR 6000"

To carry out fundamental research in various deep-sea scientific areas, IFREMER is conceiving, developing and operating underwater systems for full ocean depth (e.g. NAUTILE, CYANA, SAR, ROBIN). In 1992, IFREMER decided to start the VICTOR project which aims at providing a deep teleoperated system for optical surveys and manipulative tasks to the scientific community. The ROV's endurance on tasks is far exceeding that of manned submersibles and allows subsequently to increase the efficiency of the overall campaign. Moreover, the real time transfer of data allows to optimise the dive by permitting quick interpretation and decision-making. Construction and assembly of the system were completed in

March 1997, and IFREMER conducted a technical-scientific expedition ("VICTOR Premiere") in summer 1998 to demonstrate the possibilities offered by the system.

Special attention has been paid to the quality of colour TV pictures, payload and user interfaces as well as data acquisition and processing. The system is of a modular design and includes, apart from the core vehicle itself, a toolsled containing the instrumentation specific to each dive. The toolsled can be quickly and easily attached and electrically connected to the core vehicle. This concept provides the needed flexibility to the various missions envisaged by the scientific community. A first toolsled (Basic Sampling Toolsled), has been realised and used at sea. It holds all necessary tools to collect sediment, water and organisms, to carry out temperature measurements and to release passive markers on the sea floor for future investigations.

The amount of data gathered by the system involves an advanced data management system. The system provides a quick and easy access to recorded video tapes by automatic or manual indexed frame grabbing. Moreover, the system facilitates data analysis through a specific database which integrates in particular video images and scientific data.

Tab. 1: ROV specifications

<i>Deep sea cable</i>	
Length and diameter	8500 m (L), 20 mm (F)
<i>Tether</i>	
Length and diameter	100-300 m (L) , 35 mm (F)
<i>Vehicle</i>	
Depth rating	6000 m
Dimensions (m)	3.1 (L) * 1.8 (W) * 2 (H)
Mass in air	4000 kg
Thrust	200 kg in all directions
Main video camera	3CDD with zoom lens
Other cameras	5 additional cameras
Lights	5 kW max, 8 units
Sensors	MRU, depth, altitude, OAS
Manipulator	7 fct M/S, 100 kg lift
Buoyancy system	70l, 2l/min at 600 bars
<i>Depressor</i>	
Dimensions (m)	1.5 (L)*0.8 (W)*0.5 (H)
Weight in air	1200kg
Sensors	Heading, depth
<i>Toolsled</i>	
Dimensions (m)	3.1 (L)*1.8 (W) * 0.7 (H)
Weight (kg)	100 in water, 600 in air
Hydraulic power	3kW, 210 bars
Electric power	5kW,240VDC
	200W,48VDC
Data communication	2 RS2332, 1 RS422, 1 video link

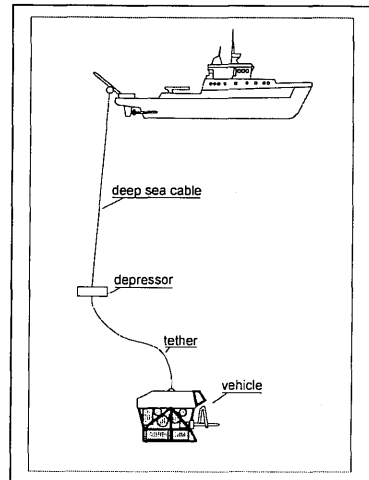


Fig. 2: ROV system general arrangement

2.1.2 The mission

The first deployment from board RV "Polarstern" have the character of a feasibility study. The joint expedition will give IFREMER the chance to work with the ROV-system for the first time from a foreign research vessel and under extreme environmental conditions (low temperatures, ice-coverage) in a polar region; AWI scientists will have the opportunity to learn about the

potential capabilities of a deep-diving ROV with manipulators and a variety of peripheral scientific tools.

Areas of investigations will be two sites at about 79°N between Svalbard and Northern Greenland as well as an additional site on the Eastern Greenland continental margin at 75°N (Fig. 1). Site I will be on the western slope off Svålbard (79°N, 7°E) in 1000-2000 m water depth. This site is expected to be ice-free during that time of the year. Site II will be at great water depths of about 5500 m in the Molloy Deep region (79°N, 4°E), the deepest region in the Arctic Ocean. This area is expected to lie within the marginal ice zone.

Major objectives for the two first sites will be to carry out pre-site surveys (large-scale photo/video observations and additional sampling of organisms and sediments) to establish a "long-term benthic station" in the deep Arctic Ocean. Scientific background is the multidisciplinary approach to assess seasonal and inter-annual variabilities in various physical, geological/geochemical and biological parameters, and to evaluate interactions between gradients of these parameters at different temporal and spatial scales in the arctic deep-sea.

Another pre-site survey (mainly large-scale photo/video observations) within the frame of the proposed multidisciplinary project "ARKTIEF-II" is planned for site III at 75°N, 10°W (Fig. 1). Area of investigations will be a system of large canyons at the continental rise off Eastern Greenland. Also this site is expected to be within the vicinity of the ice-edge.

The ROV-system will be used to carry out a systematic large-scale optical scanning of the seafloor ("quadrillage") and to sample objects (benthic organisms, stones etc.) from the seafloor with the ROVs manipulator, suction sampler ('Slurp Gun') and clamshell sampler ('Pac-Man'). Moreover, we intend to install multi-year experiments at the seafloor (e.g. artificial hard-substrates for colonization experiments). Additionally, it is planned to collect sediment samples for various faunal and biogeochemical parameters (benthic activity and biomass) using coring devices handled by the manipulator.

2.2 Investigations of the hydrographic conditions in the Greenland Sea

(G. Budéus, R. Plugge, S. Ronski, S. Schmidt, AWI,
E. Rodriguez Rubio, W. Schneider, I.G. Tutiven, AWI/UDEC)

Initially, the modern fieldwork in the Greenlandsea (from the late 80s on) had the aim to observe winter convection directly or indirectly, and to incorporate convection into a general concept of the thermohaline circulation in the Arctic according to its relative importance. The basis has been the idea that winter convection occurs regularly in this area and affects the entire water column, leading to bottom water renewal. The entire body of work since this time shows however, that winter convection did not penetrate close to the ocean bottom during any of the years. As a maximum, a convection depth of about 2000 m has been reached. For many years, a few hundred metres only have been involved. With this absence of deep reaching convection, the properties of the deep water masses change towards higher temperatures, salinities, and also CFC-concentrations. A number of conceptual models (vertical diffusion, lateral heat input along isopycnals, enhanced vertical exchange along the rims) has been proposed, but proved to be inconsistent with the observational material. From data gained aboard RV "Polarstern" during the last few years, however, a concept can be derived which explains the observed modifications in the central Greenland gyre by a vertical movement of the water column with a speed of roughly 150 m/a. If it is allowed to extrapolate this movement in time, flushing times of only some 30 years result for the Greenland Sea gyre without the need of deep winter convection events.

A deep water exchange by vertical advection has a number of implications which have to be checked. An immediate consequence is the export of bottom water, which necessitates energy input because of the sills surrounding the Greenland Sea. This export shall be verified by tracing the SF₆-enriched bottom waters. The persistence of the proposed vertical advection shall be examined as well as possible interactions with other processes. This work results also in estimates of formation rates for deep and intermediate waters and the associated changes of heat and salt content.

The measurements will allow determination of 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.

The measurements consist of ship-borne CTD-profiles and CTD-profiling moorings, the latter having been developed in AWI. On the self-profiling moorings, the CTD-measurements are taken from top to bottom and indicate time and extent of water mass modifications, thus helping to identify relations between forcing and results. In 1998, two of these moorings will be redeployed, and the standard zonal transect on 75°N (approx. 53 stations) will be performed.

2.3 Activity of the bacterial benthic community as well as structure and function of the bacterial sea ice flora of the Northern Ocean (R. Brinkmeyer, E. Helmke, M. Wagner, AWI)

There are only few data available on the microbial populations and microbial processes of sea ice and deep sea sediments in the Northern Ocean. For a better understanding and estimation of the microbial processes in the Arctic Ocean which differs by a high input of terrestrial material and a nearly permanent ice cover from the Southern Ocean data of the microbial biomass, production, and activity as well as data on the structure and diversity are needed.

In general deep-sea investigations are especially dependent on the methods applied for sampling and activity measurements. In order to analyse the pressure effect on the microbial communities in situ activity data achieved by means of a specific sediment corer will be compared with activity data determined in the laboratory after de/recompression of the sediment. Moreover water samples collected with a deep-sea pressure retaining sampler will be compared with de/recompressed water samples.

Investigations on the microbial sea ice communities will be focused on diversity and structure. Beside the classical microbiological methods providing especially information about the physiological potentials of the bacteria molecular biological techniques will be employed in order to learn more about their taxonomy and phylogeny. On the basis of these results the potential of sea ice bacteria concerning the formation of new bioactive secondary metabolites will be evaluated and the direct isolation of such potential producers as well as their cultivation will be tried.

2.4 Investigation of polar planktonic foraminifera in the water column (D. Bauch, E. Stangeew, GEOMAR)

Main goal of the project "polar planktonic foraminifera" is to provide a better understanding of the oxygen and carbon isotopic composition of living planktonic foraminifera in relation to the isotopic composition of the surrounding water. We will investigate the depth of habitat and of calcification of each foraminiferal species in dependence of the different polar environments and hydrographic parameters (sea ice coverage, T, S, nutrients etc.) and the isotopic composition of

foraminiferal calcite, and of water samples will be analysed (Isotope laboratory at GEOMAR and Leibniz Laboratory at CAU, Kiel).

Depth of habitat and of calcification have been shown to vary parallel to hydrographic regimes in polar environments, but it is not known which parameters govern the changes. "Vital effect" have been observed for the imprint of carbon and oxygen isotope signals of the surrounding water in the isotope composition in foraminiferal shells of *N. pachyderma* (sin.). Observed carbon isotope "vital effect" are significantly different between different hydrographic regimes. The results of the investigations of this study will provide further necessary information for the interpretation of paleoceanographic timeseries. By a comparison with sediment surface data these results can additionally serve for an estimate of the extent of the anthropogenic input of CO₂ into the ocean.

We plan to collect foraminifera from plankton samples for conservation and for culturing of living material. A multinet (ca. 15 stations; 64 mm mesh; 5 depth intervals over max. 500 m water depth) will be run for plankton samples parallel to CTD and rosette to provide matching hydrographic data and water samples for d¹⁸O, d¹³C and nutrient analysis.

Sampling of water for isotopic analysis (ca. 250 ml in glass bottles) and nutrients (ca. 200 ml for phosphate and silicate) is planned in cooperation with the CTD group.

Multinet stations are planned on an east-west transect at 75°N in the Greenland Sea and at 80°N in Fram Strait. Additionally about 2 stations are planned to collect foraminifera for culturing experiments independent of geographic positions.

2.5 Genetic characterisation of Arctic polar planktonic foraminifers (K. Darling, D. Kroon, UE/GI)

Molecular genetic analysis of planktonic foraminiferal DNA has shown that many individual morphospecies (palaeontologically defined species) are in reality clusters of genetically distinct types (genotypes). Their distribution patterns throughout the foraminiferal faunal provinces indicate a possible correlation with water mass characteristics. A genetic study of Antarctic morphospecies within the subpolar and polar South Atlantic provinces shows considerable genetic variation and a pattern of genotype distribution indicative of species with different ecological requirements. Subpolar genotypes of North Atlantic morphospecies also exhibit similar genetic variation and patterns of distribution. It now remains to be determined whether Arctic polar morphospecies are genetically homogeneous or whether divergent cryptic species can be identified with potentially different ecological requirements. If Arctic polar genetic variants are found in association with specific hydrographic and nutritional environments, morphological discrimination could provide an invaluable palaeoenvironmental tool.

Planktonic foraminifers will be continually sampled by pumping from the surface waters across the Arctic polar province to compare the spatial distribution of genotypes throughout the transect. The vertical distribution of genotypes will also be investigated at 15 stations by multinet sampling to a depth of 500m. Results will be matched against hydrographic, stable isotope and nutrient data providing a substantial record of their ecological environment. To evaluate morphological variation between individual specimens, they will be identified and filmed using a digital video camera mounted on a stereomicroscope. Specimens will also be preserved for later Scanning Electron Microscopy.

ARKTIS XV/2
FS "Polarstern"
21.07. - 08.09.1999/ Tromsø - Tromsø

Fahrtleiter:
Dr. Wilfried Jokat

1. Zusammenfassung

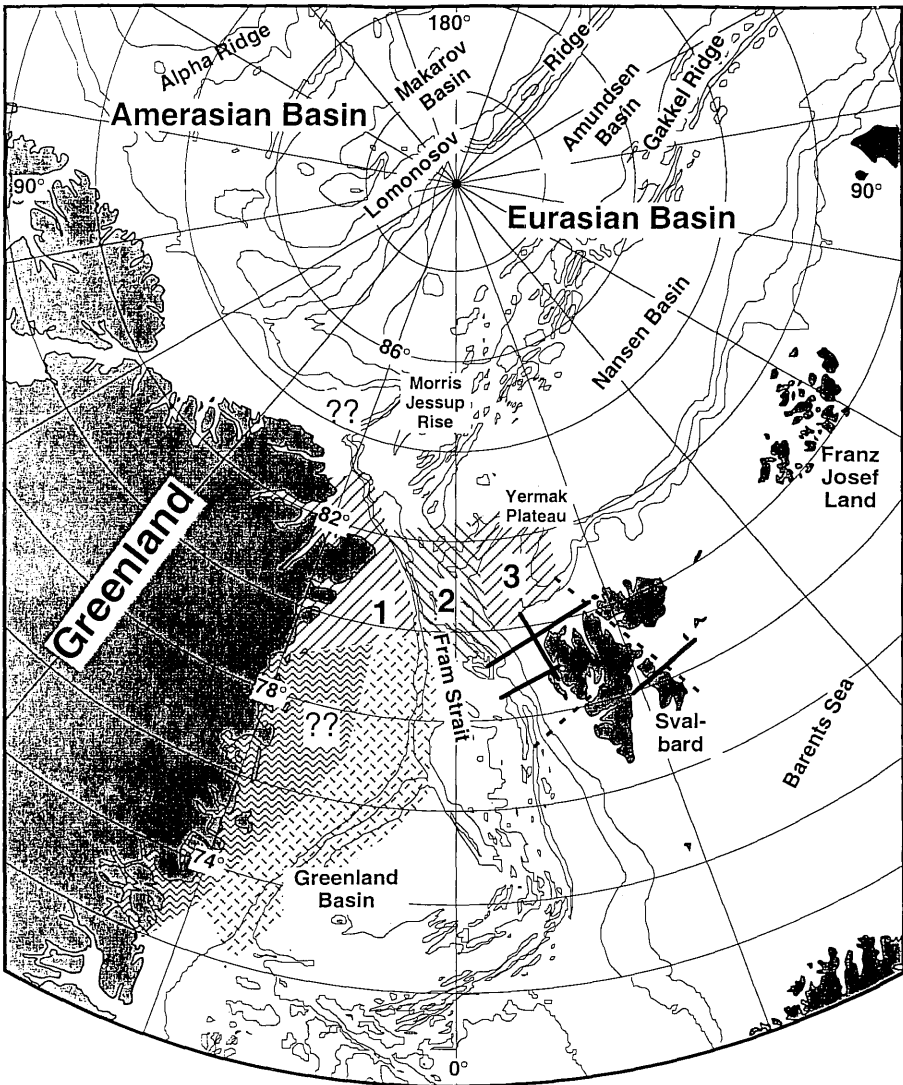
Der "Polarstern"-Fahrtabschnitt ARK XV/2 wird am 21. Juli in Tromsø beginnen und am 8. September 1999 wieder in Tromsø enden. Die verschiedenen wissenschaftlichen Arbeitsgruppen werden geophysikalische, geologische, petrologische, bathymetrische und biologische Forschungsprogramme in der Framstraße nördlich 80°N durchführen. Die Forschungsaktivitäten werden sich auf den Nordgrönlandschelf, den zentralen Teil der Fram Strasse, den nördlichen Abschnitt des Yermak Plateaus sowie den westlichen Kontinentalhang von Spitzbergen konzentrieren. Wenn die Eisbedingungen es erlauben sollen sowohl das Morris Jessup Rise als auch die Fjorde Nordgrönlands untersucht werden.

Das geophysikalische Forschungsprogramm wird sich auf die Akquisition von neuen reflexions- und refraktionsseismischen Daten auf dem Nordgrönlandschelf konzentrieren, um das Verständnis für die tektonische Entwicklung dieser Region zu verbessern. Ähnliche Daten sollen im Lena Trog und auf dem Yermak Plateau gesammelt werden, wenn es die Eisbedingungen erlauben. Letztendlich wird das Programm durch mindestens drei tiefenseismische Profile über den Kontinentalhang von Westspitzbergen ergänzt um die tiefere Struktur dieses Transform-Kontinentalhangs besser zu verstehen. Das generelle Ziel des geophysikalischen Programmes ist es, neue Erkenntnisse über die Öffnungsgeschichte der Fram Strasse zu gewinnen. Insbesondere sollen räumliche bathymetrische Vermessungen die begrenzten seismischen Informationen ergänzen. Ziel ist es die Kartierung aus dem Jahr 1997 zu ergänzen und möglichst weit nach Norden fortzusetzen, um die generelle geologische Struktur des Lena Trogs und des Nordgrönland-Kontinentalrandes besser zu verstehen. Diese Informationen sind unbedingt für die Interpretation der geophysikalischen Daten notwendig.

Während die geophysikalischen und bathymetrischen Untersuchungen nur indirekte Informationen über die Geologie des Lena Trogs liefern, soll mit Hilfe petrologischer Untersuchungen der Lena Trog und das Molloy Deep direkt beprobt werden. Die geochemische Untersuchung und die Altersdatierungen der Dredge Proben werden es erlauben, Modelle für die geodynamischen Prozesse an ultra-langsamem Spreizungsrücken zu überprüfen bzw. zu korrigieren. Nach dem heutigen Wissensstand repräsentiert der Lena Trog solch einen extremen langsamen Spreizungsrücken. Die zwei anderen magmatischen Provinzen in dieser Region sind das Morris Jessup Rise und das Yermak Plateau. Eines der Ziele der geologischen Beprobung wird es sein, von diesen Regionen Basement Proben zu erhalten. Beprobt werden bekannte Steilstufen entlang dieser tektonischen Einheiten. Fernerhin soll innerhalb des geologischen Programmes versucht werden Kerne zu gewinnen, die im optimalen Fall mesozoische und tertiäre Sedimente mit geringen Sedimentationsraten enthalten. Wenn diese Regionen aufgrund der Eisbedingungen nicht erreicht werden können, soll das geologische Beprobungsprogramm auf dem Nordgrönlandschelf sowie auf Basementhochs in der Fram Strasse und zu einem geringeren Teil auf dem Kontinentalhang von Westspitzbergen konzentriert werden. Hiermit sollen weitere Informationen über die quartäre Paläoozeanographie für die Region gewonnen werden.

Diese geowissenschaftlich orientierten Forschungsprogramme werden durch zwei biologische und einem glaziologischen Experiment ergänzt. Innerhalb des Biologieprojekts "Polare Planktische Foraminiferen" sollen neue Informationen über die Abbildung der Sauerstoff- und Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse des Wassers in den Kalkgehäusen von lebenden planktischen Foraminiferenarten gewonnen werden. Multinetz-Proben bis zu Wassertiefen von 500 m sind für diese Fragestellung notwendig. Im Rahmen des zweiten Biologieprogrammes soll der gesamte Tiefenbereich der Fram Strasse vom Morris Jessup Rise bis zum Yermak Plateau mit einem Video-Multicorer beprobt werden. Untersuchungen zur Organismenverteilung sind insbesondere an der Basis des Yermak-Plateaus und in den tiefen Bereichen der Framstraße bzw. deren Canyons von Interesse. Erste Hinweise auf die Kolonisation des Meeresbodens in diesen Regionen werden erwartet.

Das glaziologische Programm wird sich darauf konzentrieren, Daten von einem Echolot auszulesen sowie meteorologische Stationen, die im Jahr 1998 auf dem Nioghalvfjerdtsfjorden Gletscher aufgestellt wurden, abzubauen. Nordgrönland ist für klimatische Untersuchungen besonders interessant, da globale Klimamodelle voraussagen, dass diese Region besonders sensibel auf die Veränderung im Klima reagiert. Massenbilanz-Studien für ausgesuchte Regionen Nordgrönlands zeigen eine überraschend grosse positive Bilanz für den gesamten nördlichen Bereich. Für die Verfeinerung der bestehenden Modelle sind experimentelle Daten über das basale Schmelzen der Gletscher sowie meteorologische Daten notwendig. Diese Informationen sollen das Echolot und die meteorologischen Instrumente liefern.




 Area of geophysical investigations

Abb.1: Die Forschungsgebiete in der Fram Strasse sind mit den Nummern 1, 2, 3 markiert. Die tiefenseismischen Profile vor Westspitzbergen werden durch die dicken Linien repräsentiert. Die restlichen, markierten Gebiete sind alternative Regionen, falls die Eisbedingungen in den eigentlichen Zielgebieten sehr schlecht sind.

2. Wissenschaftliche Programme

2.1 Marine Geophysik (AWI, IES)

Die derzeitige geographische Lage von Spitzbergen relativ zu Grönland ist die Konsequenz einer kontinuierlichen Kontinentaldrift zwischen der grönländischen und eurasischen Platte. Die derzeitigen geodynamischen Modelle postulieren eine Paläoposition des Spitzbergen Archipels nördlich von Grönland für die Zeitspanne von 60 bis 70 Mio. Jahren. Als sich das eurasische Becken vor ca. 60 Mio. Jahren öffnete, begann auch die südöstliche Drift von Spitzbergen entlang der grönländischen Nordküste. Eindeutige Hinweise für diese Bewegung findet man insbesondere entlang der Westküste von Spitzbergen. Das tertiäre Faltengebirge Spitzbergens verläuft parallel zur Küste und ist bis zu 1000 m hoch. Entlang der nordgrönländischen Küste ist solch ein Gebirgszug nicht zu beobachten. Obwohl hier tektonische Lineamente mit einem NW-SO-Streichen kartiert worden sind, ist unbekannt, wie sich diese Einheiten weiter unter dem Schelf fortsetzen.

Als Resultat der kontinuierlichen Driftbewegung öffnete sich die Fram Strasse zwischen 3 und 15 Mio. Jahren. Bis heute ist die Fram Strasse die einzige Tiefwasserverbindung des arktischen Ozeans mit den Weltozeanen. Es wird angenommen, dass die Ausbildung dieser Tiefwasserverbindung einen erheblichen Einfluss auf das Weltklima gehabt hat. Kaltes Tiefenwasser aus der Arktis konnte sich nun ungehindert mit Wassermassen im Nordatlantik austauschen. Wahrscheinlich verursachte dieses tektonische Ereignis eine Veränderung des ozeanischen Strömungssystems im Nordatlantik. Die Nordwanderung des mittelozeanischen Rückensystems entlang der Küste Spitzbergens ist für eine relativ seltene geodynamische Situation verantwortlich. In nur 100 km Entfernung vom Kontinent befindet sich ein aktiver mittelozeanischer Rücken. Von besonderem Interesse ist, wie das aktive Spreizungszentrum den Kontinentalrand tektonisch und thermisch verändert.

Weiter im Norden ist die tektonische Situation weniger klar. Nördlich 80°N bildet der Lena Trog die morphologische Verbindung zum arktischen Spreizungszentrum, dem Gakkelerücken. Besteht der Lena Trog tektonisch aus einer Reihe von Transformstörungen oder ist er ebenfalls ein aktiver mittelozeanischer Rücken? Dies sind wissenschaftliche Fragestellungen, die immer noch nicht zufriedenstellend beantwortet sind, und während der kommenden "Polarstern"-Expedition untersucht werden sollen.

Ein erstes erfolgreiches Experiment zur Beantwortung dieser Fragenkomplexe wurde im Jahr 1997 mit dem Forschungseisbrecher "Polarstern" durchgeführt. Die ersten seismischen Profile entlang 81°N, 80°30'N und 80°N über die gesamte Framstraße konnten trotz schwerer Eisbedingungen vermessen werden. Diese neuen Daten zeigen komplexe geologische Strukturen auf dem grönländischen Kontinentalhang und im Lena Trog nördlich 80°30'N. Fächersonardaten zeigen, dass der Lena Trog eine kontinuierliche bathymetrische Struktur zwischen 80°N und 81°N darstellt. Bei ca. 81°N verändert sich das Streichen des Troges Richtung Nordwesten. Hier zeigt der zentrale Teil des Rückens eine Wassertiefe von ca. 4400 m. Fernerhin kann bei 81°N eine Transformstörung erster Ordnung beobachtet werden. Eine derartige Struktur tritt dann auf, wenn sich die Spreizungsrichtung leicht verändert. Im Gegensatz zum grönländischen Kontinentalhang zeigt der konjugierende Yermak Plateau Hang keinerlei Anzeichen für aktive Tektonik. Zwischen 80°N und 81°N ist dieser Kontinentalhang von bis zu 2 km dicken Sedimenten bedeckt. Dieses sind mit hoher Wahrscheinlichkeit Kontourite, deren Material von Strömungen entlang der Küste von Westspitzbergen hertransportiert und abgelagert werden.

Zum besseren Verständnis der tektonischen Einheiten entlang der beiden Kontinentalränder sollen weitere seismische Profile ergänzt durch Schwere, Magnetik und Bathymetriedaten gesammelt werden. Ebenfalls ist eine petrologische Beprobung des Lena Trops geplant. Wenn die Eisbedingungen es erlauben, sollen diese Programme zwischen 80°N und 82°N durchgeführt werden. Das seismische Netzwerk (Reflexionsseismik) auf der grönländischen Seite soll auf den Bereich der Wandel See und den südlichen Bereich der Ob-Bank ausgedehnt werden. Neue refraktionsseismische Daten sollen in den Nordgrönland-Fjorden wie Hyde, Independence, Hagen und Denmark Fjord gesammelt werden. Sowohl das Yermak Plateau als auch der westliche Kontinentalrand von Spitzbergen sollen mit denselben Methoden untersucht werden. Wenigstens zwei tiefenseismische Profile sollen über den Kontinentalrand vermessen werden. Von besonderem Interesse ist der Übergang von kontinentaler zu ozeanischer Kruste in diesem Gebiet.

2.2 Marine Geologie (AWI, GEOMAR)

Der Schwerpunkt des Programms der marin-geologischen Arbeitsgruppe liegt zum einen auf einer zeitlich möglichst hochaufgelösten Rekonstruktion der Änderungen von Meereisbedeckung, Paläoproduktivität, paläo-ozeanischer Zirkulation und Paläoklima im Arktischen Ozean und den angrenzenden Kontinentalrandgebieten im Spätquartär. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Langzeitentwicklung, d.h. die Entwicklung der Klimageschichte des spätmesozoisch-altertiären warmen, eisfreien Arktischen Ozeans, sowie der Zeitraum des Übergangs vom eisfreien zum eisbedeckten Ozean im Verlauf des mittleren bzw. oberen Tertiärs.

Die geplanten Untersuchungen am nordostgrönländischen Kontinentalrand sollen das laufende Forschungsprogramm vervollständigen. Die übergreifende Auswertung der Datenserien vom grönländischen und eurasischen Kontinentalrand (Kara See, Laptev See und Ostsibirische See) und aus der zentralen Arktis (ARCTIC '91 und ARCTIC '98) soll dazu führen großräumige paläoozeanographische und paläoklimatische Veränderungen im Nordpolarraum während des Quartärs und deren Beziehung zur globalen Klimaentwicklung aufzuzeigen.

Darüber hinaus besteht auf dem Morris Jessup Rise die Möglichkeit, altteriäre Sedimente zu kernen (siehe ARCTIC '91). Hier soll versucht werden, durch eine gezielte, auf genauen Hydrosweep- und Parasound-Vermessungen basierende Beprobung dieser älteren Gesteinseinheiten durchzuführen. Bei optimaler Kernnahme sollte ein zusammengesetztes Profil verfügbar sein, das die einmalige Chance bieten könnte, die langfristige känozoische Vereisungsgeschichte im Nordpolargebiet, d.h. den Übergang vom präglazialen (warmen) zum quartären glazialen (kalten) Arktischen Ozean zu untersuchen.

Im einzelnen lassen sich die Ziele des Forschungsprogramms wie folgt zusammenfassen:

- Hochauflösende stratigraphische Einstufung der Sedimentabfolgen (Isotopenstratigraphie, AMS14C-Datierungen, Aminosäuren, Magn. Suszeptibilität).
- Terrigener Sedimenteintrag und Paläoströmungsrekonstruktionen (hochauflösende Granulometrie, Ton- und Gesamtmineralogie, Schwerminerale, geochemische Tracer),
- Kartierung spezieller Sedimentmächtigkeiten (Parasound)
- Organischer Kohlenstoff-Flux, marin vs. terrigen (Org. Geochemie, Kerogenpetrographie),
- Paläoproduktivität im Arktischen Ozean: Rekonstruktionen nach organisch- und anorganisch-geochemischen Tracern (Biomarker, Barium, etc.: Biogenopal),

- Reaktionen der marinen Biota auf Umweltveränderungen (Foraminiferen, Coccolithophoriden, Diatomeen etc.),
- Korrelation der marinen Sedimentprofile mit GRIP-Eiskern (Rekonstruktion der Vereisungsgeschichte von Grönland)

2.3 Petrologie (MPI)

siehe englischer Text: Punkt 2.3

2.4 Bathymetrie in der nördlichen Framstraße (AWI)

Seit 1984 (ARK II/4) wurde die Bathymetrie der zentralen Framstraße systematisch vermessen. Im Verlauf von neun "Polarstern"-Fahrten wurde bisher das Gebiet zwischen 78°N und 80°N und 6°W und 8°E mit vollständiger Überdeckung erfaßt.

Die Framstraße ist die einzige Tiefseeverbindung zwischen dem Arktischen Ozean und dem Nordatlantik. Die Kenntnis der Meeresbodentopographie ist daher für die Berechnung des Wassermassenaustausches von besonderer Bedeutung. Die Vermessung großräumiger Strukturen dient darüber hinaus zur Interpretation geologischer und geophysikalischer Messungen. In Flachwassergebieten, z. B. auf dem grönländischen Schelf, unterstützt die Bathymetrie außerdem glaziologische und andere klimarelevante Untersuchungen.

Hochauflösende bathymetrische Geländemodelle werden zur Berechnung von ozeanischen Gezeiten benötigt. Die am AWI vorhandenen und die während der Fahrt gewonnenen Fächer-sonar-daten sollen zur Herstellung der neuen "International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean" (IBCAO), die mit deutscher Beteiligung unter der Organisation der IHO und IOC geplant ist, genutzt werden. Ein wesentlicher Beitrag bei der Kartenherstellung wird durch den Framstraßenatlas geliefert, der am AWI bearbeitet wird.

Im Verlauf der Expedition soll das bisher vermessene Gebiet, abhängig von der Eissituation, nach Norden und Nordosten erweitert werden, so daß das Übergangsgebiet von der Spitzbergen Bruchzone zum Lena Graben erfaßt wird. Darüber hinaus ist es geplant das Gebiet westlich der auf der "Polarstern"-Fahrt ARK XIII/2 angelegten Profile zu erweitern. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt in der Ergänzung der Framstraßenvermessung und in der kontinuierlichen Vermessung mit Hydrosweep DS-2 während der gesamten Fahrt.

2.5 Untersuchung polarer planktischer Foraminiferen in der Wassersäule (GEOMAR)

Das primäre Anliegen des Projektes "Polare Planktische Foraminiferen" ist es, die Abbildung der Sauerstoff- und Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse des Wassers in den Kalkgehäusen von lebenden planktischen Foraminiferenarten zu untersuchen. Dazu soll das Tiefenhabitat und die Kalzifizierungstiefe der einzelnen Foraminiferenarten in Abhängigkeit von den verschiedenen polaren Bedingungen und den hydrographischen Parametern (Eisbedeckung, T, S, Nährstoffe etc.) erfaßt werden und Isotopenmessungen an Foraminiferengehäusen und Wasserproben (Isotopenlabor des GEOMAR und Leibniz Labor der CAU, Kiel) durchgeführt werden. Bisherige Untersuchungen in polaren Gebieten deuten darauf hin, daß das Tiefenhabitat und die Kalzifizierungstiefen sich parallel zu den hydrographischen Regimen ändern, es ist jedoch nicht

bekannt, welche Parameter diese Wechsel steuern. Für die Abbildung der Kohlenstoff- und Sauerstoffisotopensignale des Wassers in den Kalkgehäusen der Foraminiferenart *N. pachyderma* (sin.) wurden sogenannte "Vitaleffekte" beobachtet. Die beobachteten Vitaleffekte in den Kohlenstoffisotopen zeigen zwischen verschiedenen hydrographischen Regimen eine gravierende Diskrepanz. Die Ergebnisse der Untersuchungen dieses Projektes sollen weitere notwendige Erkenntnisse für die Interpretation paläozanographischer Zeitserien liefern. Außerdem können sie durch einen Vergleich mit Sedimentoberflächenproben zur Ermittlung des Ausmaßes des anthropogenen CO₂ Eintrags in den Ozean dienen.

Es sollen Proben für die Konservierung und für die Härtung lebenden Materials gewonnen werden. Dazu soll ein Multinetz (ca. 15 Stationen; 64 mm Maschenweite; 5 Tiefenintervalle auf max. ca. 500 m Wassertiefe) parallel zu CTD und Rosette gefahren werden, so daß hydrographische Daten vorliegen und Wasserproben für d¹⁸O, d¹³C und Nährstoffanalyse entnommen werden können. Die Probennahme der Wasserproben für Isotopenmessungen (ca. 250 ml in Glasschliffflaschen) und Nährstoffkonzentrationen (ca. 200 ml für Phosphat- und Silikatanalysen) erfolgt von CTD-Cast, welche unmittelbar vor oder nach dem Einsatz des Multinetzes gefahren werden sollen.

Die Multinetzstationen sollen auf einem Ost-West-Schnitt bei 80°N in der Framstraße liegen und soweit möglich weiter nördlich bis zum Morris-Jessup-Rücken reichen, so daß die verschiedenen hydrographischen Regime abgedeckt werden. Zusätzlich sind ca. 2 Planktonfänge für die Gewinnung lebenden Materials unabhängig von der geographischen Position geplant.

2.6 Ökologie und Verteilung kleinster benthischer Organismen (AWI)

Die Framstraße stellt eine Grenzregion zur zentralen Arktis da. Das Benthos dieser Region wird, auf geographisch kleinem Raum, durch verschiedenartige biotische und abiotische Faktoren beeinflusst. So können Algenblüten an der nahen Eiskante diesen Lebensraum ebenso mit verhältnismäßig großen Mengen partikulären organischen Materials (POM) versorgen, wie der Zustrom von warmem und nährstoffreichem Atlantischen Wasser. Die westlichen Bereiche der Framstraße werden eher von dem Ausströmen des kalten und nährstoffarmen Wassers aus der zentralen Arktis bestimmt. Diese Einflüsse können sich in unterschiedlichen Diversitäts- und Verteilungsmustern der benthischen Organismen widerspiegeln. Besonders die mikroskopisch kleinen Organismen (<1000 µm) vermögen schnell auf kurzzeitige Schwankungen in der Nahrungsverfügbarkeit zu reagieren. Hiermit sind vorwiegend Protozoen gemeint, die sich aufgrund ihrer kurzen Reproduktionszyklen und Dauerstadien gut an wechselnde Nahrungsangebote anpassen können. Somit spiegeln sie auch kleinräumige Variabilitäten sehr gut wieder.

Der geplante Schnitt nördlich von 80°N dient einer Ergänzung von bereits 1997 auf der Reise ARK XIII/2 erfolgten Schnitten über das Yermak-Plateau und durch die Framstraße. Untersuchungen zur Organismenverteilung sind insbesondere an der Basis des Yermak-Plateaus und in den tiefen Bereichen der Framstraße bzw. deren Canyons von Interesse.

Die Transportwege partikulärer organischer Substanzen wurden bislang insbesondere in den östlichen Randmeerbereichen des Arktischen Ozeans untersucht. In den westlichen Bereichen des arktischen Mittelmeeres besteht jedoch noch weitestgehend Unklarheit über solcherlei Prozesse und deren Bedeutung für das Benthos der tiefen Becken. Daher ist eine Beprobung des optionalen Untersuchungsgebietes 'Morris Jessup Rise' von besonderem Interesse. Auch hier stehen die Untersuchungen von Verteilungs- und Diversitätsmustern mikroskopisch kleiner Organismen am Meeresboden im Mittelpunkt.

Generell werden die geplanten taxonomischen Untersuchungen durch biochemische Untersuchungen zur Identifizierung verschiedener biogener Sedimentkomponenten ergänzt. Hierbei handelt es sich um Parameter zur Abschätzung des Eintrages von partikulärem Phytodetritus (chloroplastische Pigmente), um Biomasseparameter (Phospholipide, Adenylate) sowie um Analysen zu exoenzymatischen Umsatzprozessen von Bakterien im Sediment (Esterase-Aktivitäten).

Zur Gewinnung von weitgehend ungestörten Sedimentproben wird ein videounterstützter Multicorer eingesetzt. Soweit erforderlich, wird ein Teil der Analysen bereits an Bord durchgeführt. Dies ist vor allem zur Messung bakterieller Aktivitäten notwendig, sowie bei der Bestimmung der lichtempfindlichen pflanzlichen Pigmente ratsam. Die übrigen Proben werden für eine spätere Bearbeitung an Land entweder bei -80°C schockgefroren oder chemisch fixiert (4% Formol oder Glutaraldehyde).

Mikroskopische Lebenduntersuchungen der Sedimente werden stichprobenartig durchgeführt um einen Überblick über Form und Vielfalt lebender Nanoфаuna zu bekommen. Zu diesen sehr fragilen Organismen mit einer Körpergröße zwischen $2\ \mu\text{m}$ und $32\ \mu\text{m}$ zählen vorwiegend Protozoen (Foraminiferen, Flagellaten, Ciliaten) sowie kleinste Metazoen.

2.7 Das Nioghalvfjordsfjorden Gletscher Projekt (GEUS)

siehe englischer Text: Punkt 2.7

Fahrtteilnehmer/ Cruise participants - ARK XV/2

Name	Institut/ Institute
Böhm, Joachim	HSW
Brauner, Ralf	DWD
Czuba, Wojciech	PAS
Didié, Claudia	GEOMAR
Dzewas, Jessica	AWI
Ehrhardt, Axel	AWI
Forwick, Matthias	AWI
Gierlichs, Anette	AWI
Gussone, Nikolaus	GEOMAR
Hass, Christian	AWI
Hellebrand, Eric	MPIM
Hillebrandt, Marc-Oliver	HSW
Hohmann, Constanze	AWI
Jokat, Wilfried (Fahrtleiter)	AWI
Köhler, Herbert	DWD
Kühn, Daniela	IGM
Kukina, Natalia	MMBI
Lahrmann, Uwe	HSW
Lange, Gert	Freier Journalist
Lauer, Britta	Fotografin
Lensch, Norbert	AWI
Martens, Hartmut	AWI
Meyer, Sandra	AWI
Netzer, Jennifer	GEOMAR
Nicolaus, Marcel	IGM
Olesen, Ole	GEUS
Schewe, Ingo	AWI
Schmidt-Aursch, Mechita	AWI
Sroda, Piotr	PAS
Stangeew, Elena	GEOMAR
Whittington, Robert	IES
Wildeboer Schut, Etienne	AWI
Zepick, Burkhard	HSW

Beteiligte Institute/ Participating Institutes - ARK XV/2

<u>Adresse/Address</u>	<u>No.of participants</u>
<u>Bundesrepublik Deutschland/Germany</u>	
AWI Alfred-Wegener-Institut für Polar-und Meeresforschung 27515 Bremerhaven	13
DWD Deutscher Wetterdienst Geschäftsfeld Seeschifffahrt Bordwetterdienst Bernhard-Nocht-Str. 76 20359 Hamburg	2
GEOMAR Forschungszentrum für marine Geowissenschaften der Christian-Albrechts-Universität Wischhofstraße 1 - 3 24148 Kiel	2
HSW Helikopter Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 22393 Hamburg	4
IGM Institut für Geophysik der Westfälischen Wilhelms-Universität Corrensstr. 24 48149 Münster	2
MPIM Max-Planck-Institut f. Chemie Abt. Geochemie Postfach 30 60 55020 Mainz	1
<u>Dänemark/Denmark</u>	
GEUS Geological Survey of Denmark and Greenland Thoravej 8 DK-2400 Copenhagen NV	1
<u>Großbritannien/Great Britain</u>	
IES Institute of Geography and Earth Sciences University of Wales, Aberystwyth Aberystwyth Ceredigion SY23 3DB	1

Adresse/Address _____ No.of participants

Polen/Poland

PAS	Institute of Geophysics Polish Academy of Sciences KS Janusza 64 01-452 Warsaw	2
-----	---	---

Rußland/Russia

MMBI	Murmansk Marine Biological Institute Russian Academy of Sciences 17, Vladimirkayastreet Murmansk, 183019	1
------	---	---

ARKTIS XV-2
FS "Polarstern"

21.07.- 08.09.1999 - Tromsø - Tromsø

Chief Scientist:
Dr. Wilfried Jokat

1. Summary

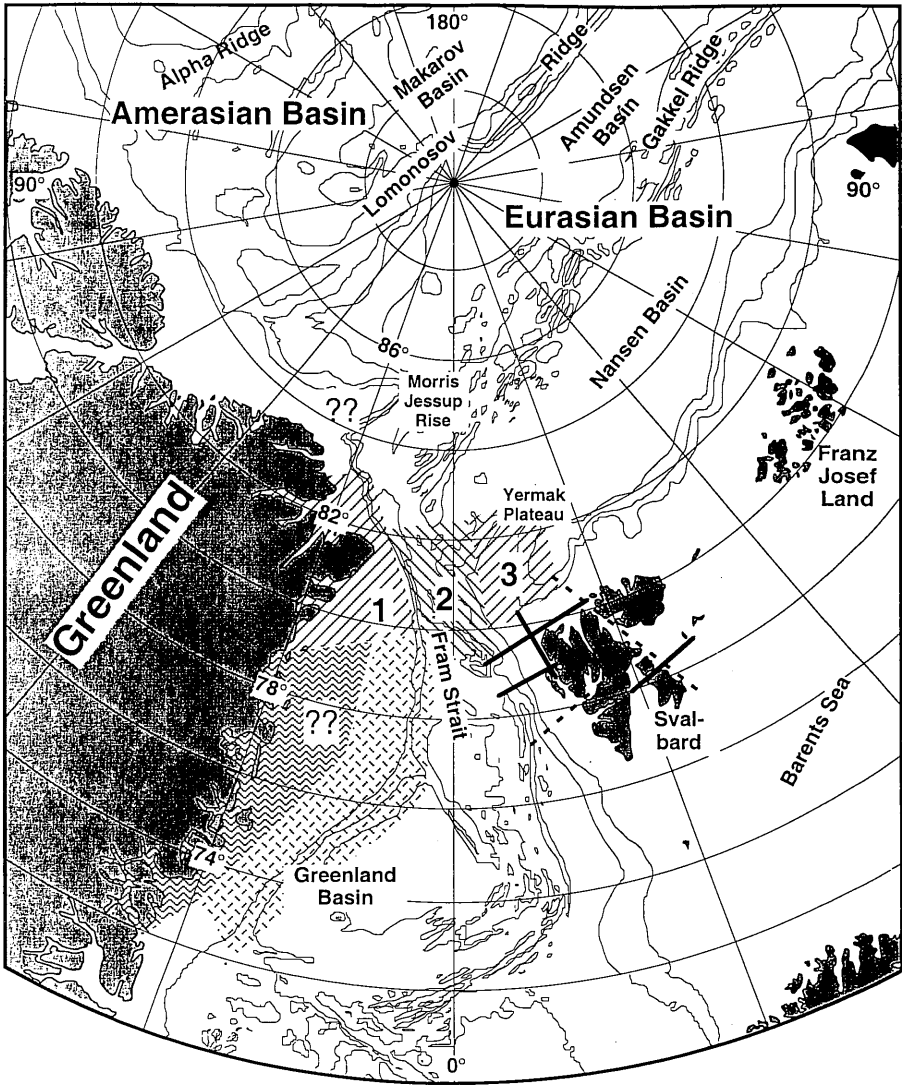
The "Polarstern" cruise ARK XV/2 will start at the 21st of July in Tromsø and terminates at the 8th of September 1999 again in Tromsø. The scientific shipboard party will try to conduct geophysical, geological, petrological, bathymetric and biological research in the Fram Strait north of 80°N. Research activities are planned to be carried out on the North Greenland Shelf, the central part of the Fram Strait, the northern part of the Yermak Plateau and the western margin of Svalbard. If the ice conditions permit the research programme will be extended to the Morris Jessup Rise and the northern fjords of Greenland.

The geophysical programme will concentrate to acquire new seismic reflection and refraction data on the North Greenland Shelf to constrain its tectonic evolution. Similar data will be acquired within the Lena Trough and on the Yermak Plateau if the ice conditions permit. Finally, deep seismic sounding profiles will be shot across the western margin of Svalbard to shed new insights on the structure of this transform margin. The general objective is to collect new geophysical data to enhance the understanding of the opening history of the Fram Strait. This investigations will be supplemented with bathymetric investigations in the central part of the Lena Trough to complete the survey of 1997 and to extend the bathymetric information as far north as possible. Here, the bathymetric information is essential to understand the overall structure of the Lena Trough and the sheared margin of North Greenland. While the geophysical and bathymetric data deliver only indirect information on the geology, the petrological investigations will try to sample the Lena Trough and Molloy Deep directly. With the geochemical analyses and age data from the dredge hauls it is suggested to constrain geodynamic models for processes along ultra-slow spreading ridges. The Lena Trough is believed to represent such segment of ultra-slow spreading.

The other two magmatic tectonic units in this area are the Morris Jessup Rise and the Yermak Plateau. While one of the scientific targets will be to recover some basement samples from known escarpment, the geological investigation will try to recover sediments cores from this areas which might reveal information on the paleoceanographic conditions back to the Early Tertiary and/or Late Mesozoic. If these areas cannot be reached due to ice conditions, the sampling programme will be concentrated on the North Greenland Shelf, basement highs in the Fram Strait and to a minor extend along the western margin of Svalbard to complete the Quaternary paleoceanographic information for this area.

These geoscientific orientated programmes will be supplemented by two biological programmes and one glaciological. The biological project "polar planktonic foraminifera" will try to provide new information for a better understanding of the oxygen and carbon isotopic composition of living planktonic foraminifera in relation to the isotopic composition of the surrounding water. Multinet stations to water depths of 500 m are necessary. The second biological programme will sample the Fram Strait at all water depths with a video multi-corer between the Morris Jessup Rise and the Yermak Plateau. Investigations of organism-distribution at the rise of the Yermak Plateau and in the deep Fram Strait and/or its canyon systems are of special interest. The description of distribution and diversity patterns of the smallest benthic biota will provide first information about the colonisation of the seabed in this region.

The glaciological programme will concentrate to download the echosounder and recover the climate stations deployed on the Nioghalvfjærdsfjorden glacier in 1998. North-East Greenland is particularly interesting in the study of the relationships between ice and climate as global circulation model studies predict this area to be a region of high climatic variability and sensibility, even under present day conditions. During a model study of the mass-balance of selected sectors of the Greenland ice sheet, an unreasonable large positive balance was obtained for the entire northern sector. The sensor deployed in the last season will deliver direct measures of bottom melting at the base of the glacier which will constrain appropriate models for this area.




 Area of geophysical investigations

Fig. 1: The main research areas are indicated with the number 1, 2, 3; the planned deep seismic sounding lines off Western Svalbard are marked with bold lines. The other marked areas represent the alternate regions in case of bad ice conditions.

2. Research Programmes

2.1 Marine Geophysics (AWI, IES)

The current geographical position of Svalbard relative to the Greenlandic island is the consequence of a continuous strike slip and/or oblique rifting between the Greenland and Eurasian plates. Current plate tectonic reconstructions locate the Svalbard archipelago north of the North Greenland coast some 60 - 70 Ma. While the Eurasian Basin began to open approximately 60 Ma, relative movements between Svalbard and Greenland also started. Evidence for such a large strike slip movements can be found along the western coast of Svalbard. Here, the Tertiary fold belt of Svalbard is exposed with altitudes up to 1000 m. This coast parallel fold belt, however, has no such prominent expression at the onshore geology of North Greenland. Although tectonic lineaments with NW-SE striking trends exist, it is not known how the North Greenland shelf has been affected by this tectonic event.

As a result of this continuous rifting some time between 3 and 15 Ma the Fram Strait opened. Till today the Fram Strait is the only deep water gateway of the Arctic Ocean to the world oceans. It is believed that the formation of such a deep water passage had a profound influence on Earth's climate. Cold deep water masses from the Arctic could now freely exchange with the North Atlantic. Most likely this event caused a change in ocean circulation in the Atlantic to the system which we know at present. The propagation of the mid-ocean ridge system towards the north placed the active mid-ocean Knipovich Ridge close to the continental margin of western Svalbard. This world wide quite rare geodynamic situation rise questions how the modern crustal structure is affected by this thermal rifting event. Further north the tectonic situation is less obvious. North of 80°N, the Lena Trough is the morphological connection to the well known mid-Arctic spreading center, the Gakkel Ridge. Does the Lena Trough consists out of a series of transforms or is it also an active spreading center? These scientific problems are still not resolved and are the main geophysical objectives of the forthcoming cruise.

A first successful experiment to put constraints on the geodynamic evolution of the area was conducted in 1997 using the research icebreaker "Polarstern". First seismic profiles could be acquired at 81°N, 80°30'N and 80°N across the whole Fram Strait. The new data show complex geological structures across the Greenlandic continental margin and in the Lena Trough north of 80°30'N. The swath bathymetry data indicate that the trough is a continuous bathymetric feature from 80°N to 81°N. Here, the strike of the eastern flank slightly turns to the NW. The central part of the Lena Trough has a water depth of 4400 m and has a first order transform at 81°N. A typical feature indicating change in spreading directions. In strong contrast to the North Greenland continental margin, the conjugate Yermak Plateau Margin shows no evidence for recent tectonics. It is covered by sediments up to 2 km thick. These units are most likely contourites deposited by current along the West Svalbard margin transporting an enormous amount of load towards the north.

For a more detailed investigation of the tectonic features on both margins it is planned to acquire new seismic profiles supplemented by gravity, magnetic and bathymetric data as well as petrological sampling of the ridge's flank. If ice permits these experiments will be carried out between 80°N and 82°N. The seismic reflection network on the Greenlandic side should be extended into the Wandel Sea, the southern part of the Ob-Bank. New seismic refraction data should be acquired in the North Greenland fjords like Hyde, Independence, Hagen and Denmark Fjord. On the conjugate margin the Yermak Plateau will be investigated as well as the West Svalbard Margin with the same methods. At least two seismic refraction profiles are

planned to be acquired across this margin. Here, the transition from the continental crust of the Svalbard archipelago towards the oceanic crust in the west and to unknown crust in the north will be investigated.

2.2 Marine Geology (AWI, GEOMAR)

The focus of the working program of the marine geology group includes reconstructions of the sea-ice cover, paleoproductivity, paleocurrents as well as paleoclimate reconstructions of the late Quaternary Arctic Ocean and adjacent continental areas in high temporal resolution. Further emphasis will be placed on the long-term evolution of the area, i.e. the climatic development of the warm late Mesozoic/early Tertiary Arctic Ocean as well as on the transition from ice-free conditions to the permanently ice-covered modern Arctic Ocean that took place during the middle and upper Tertiary.

The planned investigations on the northeast Greenland continental margin will complete the current research program. The synoptic evaluation of scientific results from the Greenland and Eurasian continental margins (Kara Sea, Laptev Sea, East-Siberian Sea) and from the central Arctic Ocean (ARCTIC 91, ARCTIC 98) will provide a thorough insight into the paleoceanographic and paleoclimatic changes in the northern polar region and their relevance for the global climatic development during the Quaternary.

Additionally, the Morris Jessup Rise offers the opportunity to obtain early Tertiary sediments (see ARCTIC 91). Based on accurate Hydrosweep and Parasound mappings selective sampling of these older sediments shall be carried out. Provided that suitable sediment cores can be obtained a combined profile will be available that makes it possible to investigate the Cenozoic glaciation history, i.e. the transition from a warm pre-glacial to the Quaternary glacial Arctic Ocean.

In particular the marine geologic research program comprises the following investigations:

- high resolution stratigraphy of the obtained sediment sections (isotope stratigraphy, AMS ¹⁴C age determinations, aminoacids, magnetic susceptibility),
- terrigenous sediment supply and paleocurrent reconstructions (high resolution granulometry, bulk and clay mineralogy, heavy minerals, geochemical tracers),
- mapping of the sediment cover (Parasound)
- organic carbon flux, marine vs. terrigenous (organic geochemistry, kerogenpetrography),
- paleoproductivity in the Arctic Ocean (biomarkers, barium, bio-opal),
- reaction of marine biota to environmental changes (foraminifers, diatoms, coccolithophores),
- correlation of marine sediment sequences with the GRIP ice core (reconstruction of Greenland's glaciation history).

2.3 Petrological Objectives (MPI)

Sampling of the spreading axes north of Iceland has yielded several important discoveries for our ideas on how axial magmatic systems function. The low spreading rate and hence degree of melt generation makes the Arctic Atlantic an ideal testing ground for models of magma generation from mantle of varying composition. Sampled lavas show large variations in the degrees of mantle incompatible element enrichment coupled to ridge depth.

North of Knipovich Ridge, very little is known about the petrology of MOR lavas, because no samples of basalt exist between the northern Knipovich Ridge and two small basalt fragments from Gakkel Ridge at 86 and 87N. In between, in parts of Molloy Ridge (79°10', -79°45', N) peridotite has been sampled in five dredge hauls. These samples consist of modally highly variable plagioclase-bearing and plagioclase-free abyssal peridotites with signs of low-degree partial melting. There are two possible explanations for the widespread occurrence of mantle-derived rocks within the Molloy Ridge region. The first is that a sudden change in obliquity at the southern boundary of the Molloy region causes a shutting down of magmatic production in this region. This is consistent with the low degree of partial melting seen in the samples. Another possibility is that Molloy Ridge consists of an amagmatic near-continent rifting environment such as seen at the Iberian margin (ODP Legs 103, 149, and 173) or Zabargad Island, Red Sea. In that case, the peridotites sampled from Molloy Ridge could be remnants of subcontinental lithospheric mantle stranded by the rifting process.

The two basalt fragments from Gakkel Ridge to the north of Fram Strait are primitive MORB ($Mg\# > 70$, $MgO > 9$ wt.-%) that are slightly enriched in incompatible elements ($(La/Sm)_N = 1$). They have high Na_{8.0} values of 3.3 suggesting some of the lowest degrees of partial melting observed on the global ridge system. Sr and Pb isotopic data show a mantle source region similar to Kolbeinsey basalts and traces of an enrichment similar to the DUPAL signature. This suggests also that the chemistry of any basalts found in Fram Strait will also be unusual and significant.

Scientific Problems/Questions

Fram Strait begins northward from the Spitsbergen Fracture Zone, which is the northern boundary of Molloy Ridge. After a distinct bend in the ridge orientation at 83°N, Fram Strait continues into the Arctic Gakkel Ridge. The seafloor in Fram Strait is characterized either by a very high spreading obliquity, or by multiple large-throw fracture zones or both. In similar environments elsewhere (e.g., along the Southwest Indian Ridge) the lowered effective spreading rate due to the obliquity of spreading has resulted in "shutting down" of the magmatic system. This is predicted by nearly any thermophysical model of magma production at mid-ocean ridges. Either way, it is very likely that mantle peridotites are highly abundant along exposures of crust generated in Fram Strait, as they are at Molloy Ridge.

The primary aim of sampling will be to determine whether magmatic or amagmatic processes were responsible for generating the crust. This determination is crucial to the interpretation of seismic results, because altered peridotite effectively mimics the seismic characteristics of basalt. In the case of amagmatic spreading, an indistinct layer 2 - 3 boundary is predicted, and the MOHO is interpreted not as an igneous or mineralogical contact (as in normal oceanic crust) but as a front of hydration of the mantle.

Basalt samples from Fram Strait (if present) will be derived from some of the smallest degrees of melting of any basalts yet sampled at mid-ocean ridges. If low-degree melts sample primarily pyroxenite layers then these low degree melts will be crucial to our understanding of the composition of these materials in the upwelling asthenospheric mantle. Already samples from Gakkel ridge have been shown to have the lowest degree of melting yet observed on the ocean floor. Fram Strait, while having nearly the same spreading rate as Gakkel Ridge, spreads strongly obliquely to the ridge axis, for a much lower effective spreading rate.

Peridotite samples from Fram Strait represent fragments of upper mantle that will be either of oceanic or continental lithospheric origin. In principle, this can be tested using Os isotopes, as has been done for the Zabargad peridotite body (Red Sea). This test will help settle the question

of whether amagmatic rifting exposes continental lithosphere in this region. Further the low degree of melting expected of these samples will help explain how melt forms and is extracted from the mantle in such slowly spreading environments. Finally, the low degree of melting will help settle some of the controversy surrounding the unmelted state of the sub-oceanic mantle. If pyroxenitic veins are indeed the source of recycled signals in oceanic basalts, then some of these veins should remain in the nearly unmelted Fram Strait mantle rocks. If so, this would be the first documented instance of such an occurrence, and an extremely powerful support for the now two decades old pyroxenite vein melting and, marble-cake mantle, hypotheses.

2.4 Bathymetry Surveys in the Northern Fram Strait (AWI)

The Bathymetry of the Northern Fram Strait has been systematically surveyed by RV "Polarstern" since 1984. The area between 78°N, 80°N and 1°W, 8°E was covered during nine expeditions. The focus during this expedition will be to expand the systematic survey of the Fram Strait and to continuously collect data throughout.

The Fram Strait is the only deep sea connection between the Arctic Ocean and the North-Atlantic. The exact knowledge of the seafloor topography is, therefore, essential for the calculation of water mass exchanges between both oceans. Furthermore, the data may be used for the interpretation of Geological and Geo-physical processes. In shallow water areas the collected data also aids glaciological and therewith climate relevant researches.

High resolution bathymetrical models are needed for the modeling of the ocean tides. Also, the data collected will be used for the creation of the new "International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean" (IBCAO), that is planned in cooperation with the IHO and IOC organizations. A significant contribution to this effort is the Fram Strait atlas that is worked on at the AWI.

During the expedition the systematically surveyed area should be expanded to the north and north-east, so that the transition of the Spitzbergen Fracture Zone to the Lena Trough is charted. Also, an area to the west of a survey performed during expedition ARK XIII/2 should be charted.

2.5 Investigation of polar planktonic foraminifera in the water column (GEOMAR)

Main goal of the project "polar planktonic foraminifera" is to provide a better understanding of the oxygen and carbon isotopic composition of living planktonic foraminifera in relation to the isotopic composition of the surrounding water. We will investigate the depth of habitat and of calcification of each foraminiferal species in dependence of the different polar environments and hydrographic parameters (sea ice coverage, T, S, nutrients etc.) and the isotopic composition of foraminiferal calcite and of water samples will be analysed (Isotope laboratory at GEOMAR and Leibniz Laboratory at CAU, Kiel).

Depth of habitat and of calcification have been shown to vary parallel to hydrographic regimes in polar environments, but it is not known which parameters govern this. Changes. "Vital effect" have been observed for the imprint of carbon and oxygen isotope signals of the surrounding water in the isotope composition in foraminiferal shells of *N. pachyderma* (sin.). Observed carbon isotope "vital effect" are significant different between different hydrographic regimes. The results of this investigations will provide further information for the interpretation of

paleoceanographic time series. By a comparison with sediment surface data these results can additionally serve for an estimate of the extent of the anthropogenic input of CO₂ into the ocean.

We plan to collect foraminifera from plankton samples for conservation and for culturing of living material. A multinet (ca. 15 stations; 64 mm mesh; 5 depth intervals over max. 500 m water depth) will be run for plankton samples parallel to CTD and rosette to provide matching hydrographic data and water samples for d¹⁸O, d¹³C and nutrient analysis.

Sampling of water for isotopic analysis (ca. 250 ml in glass bottles) and nutrients (ca. 200 ml for phosphate and silicate) is planned in cooperation with the CTD group.

Multinet stations are planned on a east- west transect at 80°N in Fram Strait and if possible further north up to Morris Jessup Rise. This will ensure, that different hydrographic regimes will be covered. Additionally about 2 stations are planned to collect foraminifera for culturing experiments independent of geographic positions.

2.6 Ecology and distribution of smallest benthic biota (AWI)

The Fram Strait can be understood as an boundary area to the central Arctic Ocean. Here, the benthic environment is influenced by various biotic and abiotic factors on a geographic small scale. Algae blooms on the near ice edge may supply this environment with comparatively great lots of particular organic matter (POM), just as the inflow of warm and nutrient rich Atlantic water. The western parts of the Fram Strait are dominated by the outflow of cold and oligotrophic waters from the central Arctic Ocean. These influences are reflected in different diversity and distribution patterns. Especially the microscopic small organisms (<1000 µm) are able to react rapidly to short-term variations in food availability. Consequently, they reflect likewise spatial and temporal differences very well.

The planned transect north of 80°N serves as an extension of already 1997 on the ARK/XIII 2 cruise sampled transects over the Yermak Plateau and across the Fram Strait. Investigations of organism-distribution at the rise of the Yermak Plateau and in the deep Fram Strait and/or its canyon systems are of special interest.

Transport paths of particulate organic matter were examined particularly in the eastern marginal seas of the Arctic Ocean. However, in the western parts of the Arctic Mediterranean such processes and their importance for the benthos of the deep basins are still unclear. Therefore, a sampling of the optional Morris Jessup Rise area would be on special interest. The description of distribution and diversity patterns of the smallest benthic biota will provide first information about the colonisation of the seabed in this region.

Taxonomical investigations are generally accompanied by biochemical analyses of various biogenic sediment-components. These are parameters indicating of the input of particular phytodetritus (chloroplastic pigments), and biomass parameters of the small benthic infauna (phospholipids, adenylates) as well as analyses of bacterial exoenzymatic turnover rates in the sediment (esterase activities).

For the sampling of almost undisturbed sediments a video equipped multicorer is employed. Part of the analyses is already done on board. This is especially necessary for measurements of bacterial activities and advisable for determination of photosensitive plant pigments. The

remaining samples will be fixated for a later examination on land by deep freezing (-80°C) or by chemically fixation (4% formol or glutaraldehydes).

Microscopic investigations of the sediments will be randomly done on board to get an overview of shape and diversity of the living sediment-inhabiting nanofauna. Mainly protozoa (foraminiferans, flagellates, ciliates) as well as smallest metazoans are comprised in this group of very fragile organisms with a body size between 2µm and 32µm.

2.7 The Nioghalvfjordsfjorden glacier project (GEUS)

In the years 1996-1998 the floating glacier tongue filling the Nioghalvfjordsfjorden was the focus of a glaciological project involving scientists from five nations including glaciologists from AWI. The project was supported by the "European Community Environment and Climate Programme" aiming at a better understanding of the basic processes which contribute to changes in the ocean volume (sea level) with a changing climate.

North-East Greenland is particularly interesting in the study of the relationships between ice and climate as global circulation model studies predict this area to be a region of high climatic variability and sensibility, even under present day conditions. Also, the North Atlantic is recognised as an area of crucial importance for global climate, since large-scale changes in ocean circulation can be linked to rapid climate oscillations during both glacial and interglacial periods. The trigger mechanism for these climate oscillations is not fully understood but massive changes in iceberg discharge and melt-water flux into the ocean is believed to have an important influence.

During a model study of the mass-balance of selected sectors of the Greenland ice sheet, an unreasonable large positive balance was obtained for the entire northern sector. The study indicated two likely reasons for this: (1) The applied topographical models were too coarse, having a spatial resolution of about 10 km; (2) Melting along the bottom surface (ice-ocean interface) of the extended floating glaciers in North and North-East Greenland could constitute a significant term in the mass-balance equation.

The Nioghalvfjordsfjorden glacier was chosen as the area for studying the second problem. A network of ablation stakes was set up and precision positioned so that both surface melting and the movement of the different parts of the glacier could be obtained. Also, a total of six automatic climate stations were established along the glacier in order to tie ablation and local climate together. Results show that the surface melting on the floating part of the glacier varies between 1.2 - 0.7 of ice/yr while ice velocities decreases from 1240 m/yr at the grounding line to 250 m/yr near the front.

Ice flux modelling, using four cross-sections of the tongue, show a decrease in ice-flux from 5.7 km³/yr 50 km behind the front to 1.8 km³/yr 30 km further downstream. This decrease corresponds to a net ice balance of -5.2, -7.4, and -5.5 m/yr between the four sections to account for this reduction in ice flux along the glacier. As the surface balance is around -1 m/yr a bottom melting of 4 - 5 m/yr is needed to compensate for this change. Near the grounding line balance estimates suggests a basal melt rate of as much as -31 m/yr.

Direct measuring of bottom melting was attempted by drillings through the glacier with a hot-water drill and using a simple folding anchor as the measuring devise. Both drilling and measuring proved feasible but the sites chosen was unfortunately in an area with very little

bottom melting. This has later been confirmed by a mass-flux diverging model using a detailed 15-year-average velocity field and glacier thickness derived from photogrammetric mapping.

In 1998 an upward looking echosounder was installed below the base of the glacier at a site where the mass-flux diverging model shows bottom melting in the order of 1 m/yr. Due to very bad weather conditions at the end of the field season we were not able to download the echosounder and recover the climate stations. This should be done during this "Polarstern" cruise. Additionally we plan to visit the new islands, which oceanographers from AWI discovered in 1997, in order to get a precise position, measure the gravity field and make a geological recognisance.

ARKTIS XV/3
FS "Polarstern"
10.09. - 15.10.1999 - Tromsø - Bremerhaven

Fahrtleiter:
Dr. Ursula Schauer

1. Zusammenfassung und Fahrtverlauf

Der Fahrtabschnitt ARK XV/3 führt in den nördlichen Teil des Europäischen Nordmeers (Abb. 1). Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt bei physikalischen und chemischen Untersuchungen, die im Rahmen der Klimaforschung erfolgen, und bei Untersuchungen des Ökosystems Meereis und eisbedeckter Ozean. Bei dem ersten Thema sollen die Mechanismen des Wärmeaustauschs zwischen Ozean und Atmosphäre erforscht werden. Bei den Meer- eisuntersuchungen stehen Fragen nach der Artenzusammensetzung und -dominanz innerhalb der Lebensgemeinschaft im Eis und in der darunterliegenden Wassersäule im Vordergrund, sowie nach den Energieflüssen innerhalb dieses Ökosystems. Ferner erfolgen Arbeiten zum Sedimenttransport durch Meereis, zur Physiologie polaren Zooplanktons und zur Verbreitung mariner Pilze in der Arktis.

Das Europäische Nordmeer und das Nordpolarmeer stellen ein System von Becken dar, die miteinander in Austausch stehen und in denen unterschiedliche Prozesse zur Wassermassenmodifikation führen. Aus dem Atlantik wird warmes, salzreiches Wasser in das Arktische Mittelmeer geführt und dort durch Wärmeabgabe und Eisbildung umgewandelt. Während in der Grönlandsee die Vermischung im offenen Ozean vorherrscht, dominieren im Nordpolarmeer Prozesse auf den Schelfen. Die umgewandelten Wassermassen werden im Ostgrönlandstrom nach Süden transportiert und leisten einen erheblichen Beitrag zur Erneuerung des Tiefenwassers des Weltmeeres.

Die Intensität des Austauschs durch die Framstraße reguliert die Wechselwirkung zwischen Europäischem Nordmeer und Nordpolarmeer. Sie ist durch großräumige Antriebsbedingungen und durch die lokale Dynamik beim Durchströmen der Straße bestimmt, bei der die komplizierte Bodentopographie eine wesentliche Rolle spielt. Da der größte Teil der Wassermassen, die von Süden in die Framstraße einströmen, dort rezirkulieren, muß der Nettotransport als Differenz zwischen dem erheblichen Ein- und Ausstrom gemessen werden. Die Transporte unterliegen starken Fluktuationen, so daß Zeitreihen über mehrere Jahre gemessen werden müssen, um aussagekräftige Werte zu erhalten. Die komplizierte räumliche Struktur des Systems erfordert eine hohe horizontale Auflösung der Beobachtungen. Da der Süßwasseranteil von besonderer Bedeutung für die Stabilität der Wassersäule ist, werden unter anderem Zeitreihen der Eisdicke und Eisdrift, sowie des Salzgehalts des Meerwassers in den oberen Schichten benötigt.

Für die Tiefenwassererneuerung im Nordpolarmeer stellt die Bildung von kaltem Schelfwasser und dessen Abfluß in lokal begrenzten, bodengeführten Schelfwasserfahnen den entscheidenden Mechanismus dar. Diese Schelfwasserfahnen sind für den Wärme- und Salzaustausch wichtig, aber sie transportieren auch partikuläres und gelöstes Material von den Schelfen in die Tiefsee. Ihre zeitlich sehr variablen Eigenschaften werden beispielhaft durch Langzeitmessungen südlich von Spitzbergen untersucht und in einer Pilotstudie wird geprüft, ob ähnliche Prozesse auch vor Ostgrönland stattfinden.

Das mehrjährige Packeis des Nordpolarmeeres bildet ein ausgeprägtes Ökosystem. Die biologischen Untersuchungen des Meereises beinhalten die qualitative und quantitative

Erfassung der gesamten Meereislebensgemeinschaft (Viren bis Metazoen). Besonderes Augenmerk gilt den speziellen Anpassungen der Eisorganismen zur Überbrückung des polaren Winters sowie der gesamten Dynamik des Nahrungsnetzes der sympagischen Lebensgemeinschaft. So nutzen herbivore Copepoden, eine in der Arktis dominierende Schlüsselart, offenbar auch einen großen Teil des von Eisalgen produzierten partikulären organischen Materials zur Nahrung. Arbeiten zur Funktion und Diversität von Bakteriengemeinschaften sollen Aufschluß darüber geben, welche Bakterien spezifisch für das sympagische System sind, welche physiologischen Leistungen und Prozesse für sie charakteristisch sind, ob sich diese auf spezifische Horizonte einengen und ob es endemische Arten gibt.

Arktisches Meereis enthält z.T. große Mengen an feinkörnigen Sedimenteinschlüssen aus den nordamerikanischen und sibirischen Schelfmeeren, die dort durch turbulente Prozesse während der Eiskristallbildung in das Meereis eingebunden werden. Das inkorporierte Material wird aus den Schelfmeeren exportiert und trägt somit bedeutend zum Sedimentbudget des Nordpolarmeer und des Nordatlantiks bei. Arktische Meereissedimente enthalten z.T. deutlich erhöhte Konzentrationen künstlicher Radionuklide, möglicherweise aus der Kara- und Laptevsee. Ziel der sedimentologischen Arbeiten ist es, das Vorhandensein und die Freisetzung von Partikeln aus dem Meereis in den Ablationsgebieten der Barentssee und der östlichen Framstraße näher zu untersuchen.

In polaren Zooplanktonarten wurden hohe Metallanreicherungen im Verhältnis zu den äußerst niedrigen gelösten Schwermetallkonzentrationen im Meerwasser beobachtet. Da Metalle hauptsächlich als freie Ionen aufgenommen werden, wären die akkumulierten Konzentrationen ohne effektive Entgiftungsmechanismen innerhalb der Zellen akut toxisch. Daher haben Aufnahme- und Entgiftungsmechanismen sowie der gesamte Metallmetabolismus für Organismen mit hohen akkumulierten Metallgehalten eine große Bedeutung. Für die Weiterentwicklung eines konzeptionellen Modells zum Metallmetabolismus in marinen Amphipoden, Copepoden und Decapoden aus polaren Meeresgebieten sollen Freilandproben gewonnen werden.

Der überwiegende Teil aller arktischen Pilzisolats ist - im Unterschied zur Antarktis - identisch mit ubiquitär verbreiteten Arten. Dennoch finden sich auch spezifisch arktische Arten darunter, die vor allem den öko-physiologischen Gruppen der psychrophilen und der wirtsassoziierten Pilze angehören. Mehrere dieser Pilze stellen neue Arten dar, die noch der taxonomisch korrekten Beschreibung und systematischen bzw. phylogenetischen Zuordnung bedürfen. Sie sollen im Verlaufe der jetzigen Expedition isoliert und kultiviert werden.

Auf der Reise werden entlang von Transekten (Abb. 1) Messungen der Vertikalverteilung von Temperatur und Salzgehalt mit CTD-Sonden (Conductivity, Temperature, Depth) durchgeführt sowie Wasserproben genommen, um Spurenstoffe wie Sauerstoff und Nährsalze zu messen. Auf den Transekten werden Netzfänge und Sedimentproben für die biologischen und sedimentologischen Untersuchungen genommen. Ferner werden 15 ozeanographische Verankerungen aufgenommen und 13 wieder ausgelegt, um kontinuierliche Meßzeitreihen aus dem Untersuchungsgebiet zu erhalten (Tab. 1). Auf zwei mehrtägigen Eisstationen werden biologische Prozesse in und unter dem Eis auf verschiedenen zeitlichen und räumlichen Skalen untersucht. Dazu werden Eisproben erbohrt und Netze, Videogeräte und Sedimentfallen eingesetzt. Parallel finden In-situ-Inkubationsversuche statt.

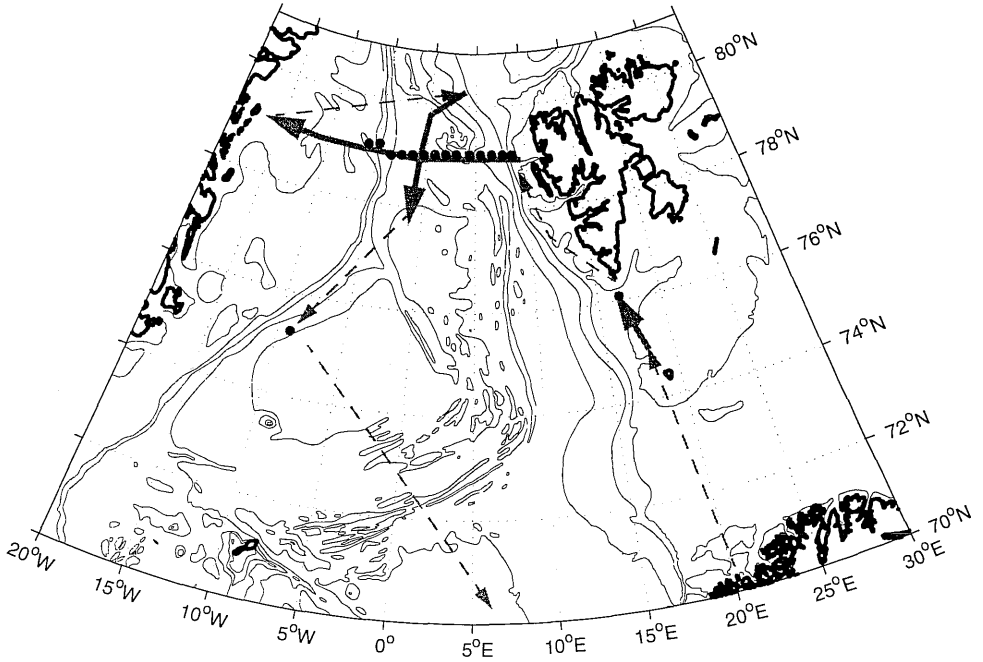
Bei den physikalischen Arbeiten handelt es sich um Beiträge zu einem Langzeitprogramm, das international im Rahmen der "Arctic Climate System Study" (ACSYS) des "World Climate Research Programme" (WCRP) eingebunden ist und von der Europäischen Union als Projekt "VEINS" (Variability of Exchanges in Northern Seas) mitfinanziert wird. Vier der Verankerungen in der Framstraße werden durch das Norsk Polarinstitut gestellt. Die Verankerungen am Kontinentalabhang von Spitzbergen und Ostgrönland stellen einen Beitrag zum Tiefseeforschungs-Projekt des BMBF ARKTIEF dar.

Die Reise beginnt am 10. September 1999 in Tromsø (Abb. 1). Von dort aus werden wir Spitzbergen anlaufen, wo im Ausstrom aus dem Storfjord eine Verankerung aufgenommen und ein hydrographischer Schnitt durchgeführt wird. Die Fortsetzung der Arbeiten erfolgt auf einem zonalen Schnitt durch die Framstraße bei etwa 79°N. Auf dem Zonalschnitt durch die Framstraße werden 14 Verankerungen z. T. ausgetauscht und CTD-Profile (Conductivity, Temperature, Depth) mit Wasserschöpferproben, sowie Netzfänge ausgeführt und Sedimentkerne gezogen. In Bereich des Ostgrönlandstroms werden an zwei Positionen mehrtägige Eisstationen durchgeführt. Es folgt ein Schnitt beim Nullmeridian nach Süden, um die Rezirkulation in der südlichen Framstraße zu erfassen. Zum Schluß wird eine Pilotverankerung auf 75°N ausgelegt. "Polarstern" kehrt am 15. Oktober nach Bremerhaven zurück.

Tab. 1: Verankerungsaufnahmen und -auslegungen

Verankerungs ID	Position Breite	Position Länge	Wassertiefe/m	
S1-2	76°13.4'N	15°31.6'E	320	R
V1-2	78°50.3'N	08°37.7'E	330	R,D
V2-2	78°51.1'N	08°21.1'E	755	R,D
V3-2	78°50.1'N	07°56.6'E	1035	R,D
V4-2	78°50.0'N	06°55.5'E	1505	R,D
V5-2	78°49.4'N	06°27.3'E	1990	R,D
V6-2	78°49.8'N	05°00.4'E	2640	R
V7-2	78°48.5'N	04°02.7'E	2305	R,D
V8-2	78°49.9'N	02°33.8'E	2470	R
V9-2	78°59.6'N	00°16.3'E	2480	R,D
V10-2	79°00.2'N	02°02.6'W	2580	R,D
V11-2	79°00.9'N	03°01.1'W	2365	R,D
V12-2	78°58.8'N	04°15.3'W	1795	R,D
V13-2	78°58.3'N	05°18.7'W	1030	R,D
V14-2	79°01.7'N	06°50.8'W	282	R,D
414-4	74°53.0'N	07°45.6'W	3345	D

R: Aufnahme, D: Auslegung



Working area during ARKXV-3 (10 Sept - 15 Oct 1999)

Full lines: Hydrographic sections including biological water and ice stations

- moorings,
- stippled lines: steaming

Abb.1/Fig. 1: Fahrtroute während ARK XV/3.

2. Die Arbeitsprogramme

2.1 Wassermassenbildung und Zirkulation in der Framstraße

2.1.1 Schelfwasserabflüsse aus dem Storfjord (AWI)

Ziele

Das Europäische Nordmeer und das Nordpolarmeer stellen ein System von Becken dar, die miteinander in Austausch stehen und in denen unterschiedliche Prozesse zur Wassermassenbildung führen. Während in der Grönlandsee die Vermischung im offenen Ozean vorherrscht, dominieren im Nordpolarmeer Prozesse auf den Schelfen. Dabei spielt die Vermischung an Fronten, die zwischen dem Süßwasser der Festlandsabflüsse und dem Meerwasser entstehen, sowie der winterliche Vertikalaustausch bei der Eisbildung eine Rolle. Im Europäischen Nordmeer sinkt am Kontinentalabhang von Spitzbergen Schelfwasser, das aus dem Storfjord und der Barentssee stammt, in die Tiefsee ab. Der Storfjordabfluß wird aus logistischen Gründen modellhaft für die Abflüsse im Nordpolarmeer untersucht.

Die Einschichtungen neugebildeten Tiefenwassers aus dem Storfjord sind durch ihre Temperatur und ihren Salzgehalt sowie durch die erhöhte Trübstoffkonzentration zu erkennen. Die Struktur und die Eigenschaften dieser Einschichtungen unterliegen erheblichen Fluktuationen. Langzeitmessungen sollen dazu dienen, die Dynamik des Absinkens und der horizontalen Einschichtung zu verstehen. Dabei soll auch die Rolle von resuspendiertem Sediment als Beitrag zum Dichtegewinn von Schelfabflüssen untersucht werden.

Arbeiten auf See

Zur Erfassung der Wassermasseneigenschaften des Ausstroms aus dem Storfjord werden entlang eines Transekts CTD-Profilen und Wasserproben südlich von Spitzbergen aufgenommen. Auf dem Transekt wird eine Strömungsmesserverankerung geborgen (Abb. 1, Tab. 1). Diese Arbeiten stellen einen Beitrag zum Tiefseeforschungs-Verbundprojekt des BMBF ARKTIEF dar.

2.1.2 Der Austausch durch die Framstraße (AWI, GIB, NPI, UNIS)

Ziele

Die Intensität des Austauschs durch die Framstraße reguliert die Wechselwirkung zwischen Europäischem Nordmeer und Nordpolarmeer. Sie ist durch großräumige Antriebsbedingungen und durch die lokale Dynamik beim Durchströmen der Straße bestimmt, bei der die komplizierte Bodentopographie eine wesentliche Rolle spielt. Da der größte Teil der Wassermassen, die von Süden in die Framstraße einströmen, dort rezirkulieren, muß der Nettotransport als Differenz zwischen dem erheblichen Ein- und Ausstrom gemessen werden. Die Transporte unterliegen starken Fluktuationen, so daß Zeitreihen über mehrere Jahre gemessen werden müssen, um aussagekräftige Werte zu erhalten. Die komplizierte räumliche Struktur des Systems erfordert eine hohe horizontale Auflösung der Beobachtungen. Da der Süßwasseranteil von besonderer Bedeutung für die Stabilität der Wassersäule und damit für den thermohalinen Antrieb der Tiefenwasserzirkulation ist, werden auch Zeitreihen der Eisdicke und Eisdrift, sowie des Salzgehalts des Meerwassers in den oberen Schichten gemessen.

Arbeiten auf See

Auf der Reise werden Messungen mit Temperatur- und Salzgehaltssonden ausgeführt sowie Wasserproben genommen, um natürliche Spurenstoffe zu messen. Ferner werden 14 ozeanographische Verankerungen aufgenommen und 12 wieder ausgelegt, um kontinuierliche mehrjährige Meßreihen aus dem Untersuchungsgebiet zu erhalten (Abb. 1, Tab. 1).

Bei diesem Programm handelt es sich um Beiträge zu einem Langzeitprogramm, das international im Rahmen der "Arctic Climate System Study" (ACSYS) des "World Climate Research Programme" (WCRP) eingebunden ist und von der Europäischen Union als Projekt "VEINS" (Variability of Exchanges in Northern Seas) mitfinanziert wird.

2.1.3 Meereschemische Untersuchungen (IST)

Ziele

Die meereschemischen Arbeiten stehen in engem Zusammenhang mit den hydrographischen und auch den planktologischen Untersuchungen. Nährsalz- und Sauerstoffkonzentrationen eignen sich als "Tracer" für die Identifizierung und Verfolgung von Wassermassen. Die Konzentrationen werden auf allen Schnitten gemessen, um aus dem Vergleich mit früheren Fahrten die saisonalen und jährlichen Veränderungen zu bestimmen. Insbesondere Silikat, aber auch Phosphat, sind als Tracer geeignet, um den Anteil arktischen Oberflächenwassers im Ausstrom aus dem Nordpolarmeer zu identifizieren. Die verschiedenen Wassermassen mit ihren unterschiedlichen Nährsalzkonzentrationen beeinflussen die Entwicklung des Phytoplanktons und die Entstehung von Phytoplanktonblüten.

Arbeiten auf See

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

2.2 Meereis

2.2.1 Zur Energetik höherer trophischer Ebenen - die Schlüsselrolle dominanter Zooplankter und Vertebraten im Energiefluß eisbedeckter Polarmeere (UBMZ)

Ziele

Die pelagischen Lebensgemeinschaften eisbedeckter Polarmeere sind charakterisiert durch die Dominanz relativ weniger Schlüsselarten. In der Arktis nutzen herbivore Copepoden, vor allem der Gattung *Calanus*, die Primärproduktion des Phytoplanktons und nach neuen Erkenntnissen auch einen großen Teil des von Eisalgen produzierten partikulären organischen Materials. Copepoden und herbivore Amphipoden bilden ihrerseits die Nahrungsgrundlage für die carnivoren Amphipoden *Themisto libellula* und *Gammarus wilkitzkii* sowie für die kryopelagischen Fischarten *Boreogadus saida* (Polardorsch) und *Arctogadus glacialis*. Aufgrund des weitgehenden Fehlens großer piscivorer Fische, wie Haie und Thune, in den Polarmeeren, besitzen Seevögel und Meeressäuger eine große Bedeutung als Endkonsumenten.

Arbeiten auf See

Mit Hilfe von stratifizierten Hols (0-100 m Tiefe) soll die vertikale Verteilung des Mesozooplanktons unter dem Meereis untersucht werden. Zusätzlich werden Individuen der dominanten Zooplankton- und Fischarten gefangen, um ihre Ingestions- und Respirationsraten experimentell zu bestimmen. Weiteres Probenmaterial wird für biochemische Analysen (Lipidzusammensetzung, Enzymaktivität und stabile Isotopenverhältnisse) gesammelt, um die trophische Stellung der Schlüsselarten zu charakterisieren. Der Bestand an Seevögeln soll durch Zählungen quantifiziert werden. Nach Möglichkeit sollten die Untersuchungen auf einem Transekt vom Spitzbergenscheff zur ostgrönländischen Küste durchgeführt werden, um regionale Gradienten der Abundanz und des Artenspektrums in Abhängigkeit von der Entfernung zur Küste und/oder zur Eiskante erfassen zu können. Basierend auf diesen Daten soll der Energiebedarf der höheren trophischen Stufen bilanziert und deren Bedeutung für den Energiefluß diskutiert werden.

2.2.2 Multidisziplinäre Untersuchungen am arktischen Packeis (GEOMAR, IPÖ, UH, PRIC)

Ziele

Das Meereis bedeckt zwischen 7 (Sommer) und 14 (Winter) Millionen km² des arktischen Ozeans. Die Grönländische See bildet die Hauptaustauschregion des mehrjährigen Packeises des Arktischen Mittelmeeres mit den angrenzenden Meeresregionen. Die Untersuchungen im Rahmen dieser Expedition beinhalten chemische, physikalische und biologische Studien am Packeis dieser Region. Hierbei sollen a) Kurzzeitstationen sowie b) 2 Dauerstationen von je ca. 4 Tage Dauer zur Probegewinnung und für experimentelle Studien genutzt werden. Die physikalischen Untersuchungen werden die Bestimmung von Eistemperatur und -salzgehalt sowie Strahlungsmessungen im PAR sowie spektral zwischen 350 und 700 nm beinhalten. Die biologischen Untersuchungen konzentrieren sich auf die qualitative und quantitative Erfassung der gesamten Meereislebensgemeinschaft (Viren bis Metazoen). 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.

Arbeiten auf See

Hierzu soll Lebendvideomikroskopie an Eisproben an Bord "Polarstern"s durchgeführt werden. Weiterhin sollen Wachstums- und Wegfraßexperimente Einblicke in die Dynamik des Nahrungsnetzes der sympagischen Lebensgemeinschaft vermitteln. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Untersuchung der sympagischen (eis-assoziierten) Meiofauna. Im Packeis umfaßt diese Gruppe hauptsächlich Nematoden, Copepoden, Turbellarien, Rotatorien und Ciliaten. Die Abhängigkeit der Verteilung 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 ermittelt. Zusätzlich wird die Primärproduktion (14C - Methode) und die bakterielle Sekundärproduktion (3H - Methyl - Thymidin - Methode) für spezielle Horizonte des Meereises mittel in situ Inkubation und parallel mit Sauerstoffsensoren gemessen. Diese Ergebnisse ermöglichen eine Aussage über den Einfluss der Eisfauna 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.

2.2.3 Untersuchungen des Untereishabitats (IPÖ)

Ziele

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 hauptsächlich Gruppen: 1. den Untereis-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. Die jetzige Fahrt bietet eine Gelegenheit, die Besiedlung und Prozesse unter dem Eis auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen zu studieren.

Arbeiten auf See

Zur Beschreibung der morphologischen Strukturen und zur Aufnahme der Amphipoden-abundanzen wird ein Untereis-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 der "Polartern" durchgeführt werden.

2.2.4 Funktion und Diversität von Bakteriengemeinschaften im Meereis (IfMK)

Ziele

Bakterien sind die bedeutendste heterotrophe Komponente im Meereis polarer Systeme. Ihre Funktion in pelagischen, besonders aber sympagischen Systemen der Arktis ist bisher nur ansatzweise untersucht. Ihre Diversität ist weitestgehend unerforscht und über dominante Spezies und ihre metabolischen und physiologischen Leistungen so gut wie nichts bekannt.

Die Eis- und Freiwasserbeprobungen sollen dahingehend Einblicke gewähren, welche Bakterien spezifisch für das sympagische System sind, welche physiologischen Leistungen und Prozesse für sie charakteristisch sind, ob sich diese auf spezifische Horizonte einengen und ob es endemische Arten gibt. Die Untersuchungen stellen den Beginn von Studien über bakterielle Funktion und Diversität in ein- und mehrjährigen Eis im Rahmen eines BMBF Verbundprojektes dar, welches sich mit den möglichen Auswirkungen globaler Erwärmung auf die sympagischen und pelagischen Systeme der Arktis beschäftigt. Der Datensatz für bakteriologische Variablen ist derzeit so ungenügend, daß die Konsequenzen einer Abnahme mehrjährigen Eises und einer Zunahme offener Wasserflächen z. B. für die Produktivität und den Stofffluß im System, für den Bakterien von zentraler Bedeutung sind, nicht abschätzbar sind. In diesem Zusammenhang soll auch erforscht werden, ob Schwankungen in der Sauerstoffspannung im Eis eine autotrophe Produktion der Bakterien begünstigen und in welcher Größenordnung - vermutlich in Abhängigkeit vom Eisalter - diese möglicherweise von Bedeutung ist.

Arbeiten auf See

Bakterielle Biomasse, Produktion sowie die mit molekular-genetischen Methoden erfassbare Artenvielfalt maßgeblicher Bakteriengruppen sollen im Profil des mehrjährigen Eises sowie dem Untereiswasser untersucht werden. Im Vordergrund steht hierbei die Aufnahme der kleinskaligen räumlichen Variabilität von deren Ergebnis durch zukünftige Beprobung weiterer arktischer Regionen eine grundsätzliche Bedeutung für das heterogene Ökosystem Arktis ableitbar wird.

2.2.5 Meereissedimente (GEOMAR)

Ziele

Arktisches Meereis enthält z.T. große Mengen an feinkörnigen Sedimenteinschlüssen. Die geologische Bedeutung derartiger Meereiseinschlüsse wurde in einer Vielzahl von Studien in der nordamerikanischen und sibirischen Arktis hervorgehoben. Demzufolge wird ein Großteil der feinkörnigen Sedimente durch turbulente Prozesse während der Eiskristallbildung durch Suspensionsgefrieren (suspension freezing) in das auf den flachen Schelfgebieten der Arktis gebildete Meereis eingetragen. Das inkorporierte Material wird aus den Schelfmeeren exportiert und trägt somit bedeutend zum Sedimentbudget des Arktischen und Nordatlantischen Ozeans bei.

Nach neuesten Untersuchungen enthalten arktische Meereissedimente gegenüber den meisten der bislang untersuchten Schelfsedimente z.T. deutlich erhöhte Konzentrationen künstlicher Radionuklide. Verschiedene Studien identifizierten insbesondere die Kara- und Laptevsee als potentielle Herkunftsgebiete kontaminierter Meereissedimente. Als mögliche Abschmelzregion des Eises aus der Kara See ist vorwiegend die Barents See anzusehen, während das Eis aus der Laptevsee mit dem sibirischen Teil der Transpolardrift in die Framstraße gelangt.

Es gibt nur wenige Erkenntnisse über die Freisetzung und den Verbleib von Meereissedimenten und sorbierten Verschmutzungsstoffen (z.B. Radionuklide). Ziel der Arbeiten ist es, das Vorhandensein und die Freisetzung von Partikeln aus dem Meereis in den Ablationsgebieten der Barentssee und der östlichen Framstraße näher zu untersuchen.

Arbeiten auf See

Im Vordergrund der Geländearbeit steht von daher die Beprobung von Meereissedimenten und Bodenablagerungen in der östlichen Framstraße und der SW Barents See. An mehrtägigen Eisstationen (MIZ) werden zudem Sedimentfallen ausgebracht, um die ausschmelzenden Meereispartikel aufzufangen.

Am Probenmaterial werden die qualitative und quantitative Probenzusammensetzung, die Grob- und Feinfraktionsverteilung, die Tonmineralvergesellschaftung sowie Sr-Isotopen Verhältnisse untersucht. Zudem werden die Sedimentproben bezüglich ihres Gehaltes und der Konzentration an verschiedenen künstlichen Radionukliden analysiert. Diese sedimentologischen und radiochemischen Signalträger werden mit Charakteristika von Oberflächen-Ablagerungen aus den flachen Schelfgebieten der sibirischen Arktis verglichen, um Aussagen über Quellregionen und Transportwege von sedimentbeladenem Meereis treffen zu können.

Desweiteren sollen die Beprobung und radiometrische Untersuchung von Untereis- und Benthosfaunen Auskunft über den möglichen Verbleib schmelzbedingt freigesetzter Radionuklide in der niederen Nahrungskette geben.

Die Gelände- und Laborarbeiten beinhalten:

- Eiskernentnahme für sedimentologische Untersuchungen
- Entnahme von Eisoberflächen-Sedimenten
- Gewinnung von suspendiertem Material durch Sedimentfallen
- Schmelzen und Filtrieren von Eisproben
- Korngrößenanalysen von Meereissedimenten
- Siltverteilung und Tonmineralanalysen
- Raster-Elektronen-Mikroskop Untersuchungen
- Sr Isotopenanalysen
- Analyse anthropogener Radionuklide

2.2.6 Radionuklide im Meereis (MSRC)

Das Forschungsvorhaben ist fokussiert auf die Nutzung von Radionukliden (^{210}Pb ; ^7Be ; $^{238,239,240}\text{Pu}$) als Signalträger für die Quelle von Meereispartikeln und für den Einfluß von Meereis-transportierten Radionukliden auf die Sedimentinventare der Ablationsgebiete.

Vornehmliche Fragestellungen:

- Welche Ausprägung zeigen Stärke und Variabilität von ^{210}Pb Aktivitäten in Meereissedimenten?
- Welche Rolle spielt der atmosphärische Beitrag von ^{210}Pb in Meereispartikeln?
- Geben Pu Verhältnisse in Meereissedimenten Hinweise auf deren Herkunft (Quellgebiet)?
- Welche Rolle spielen Meereispartikel für die Inventare partikelreaktiver Radionuklide in den Sedimenten der Ablationsgebiete?

2.3 Schwermetallmetabolismus polarer Zooplanktonarten (COOU)

Ziele

In den letzten Jahren wurde verstärkt über hohe Metallkonzentrationen, insbesondere von Cadmium, in marinen Amphipoden und Decapoden aus polaren Meeresgebieten berichtet. Besonders hyperide Amphipoden aus der Arktis und der Antarktis weisen sehr hohe Cadmiumgehalte bis zu 100 mg kg^{-1} bezogen auf die Trockenmasse auf; Tiefseeamphipoden der Art *Eurythenes gryllus* aus dem Canada Becken sogar bis zu 360 mg kg^{-1} . Erhöhte Cadmiumgehalte findet man aber auch bei decapoden Crustaceen aus polaren Meeren. Diese Metallanreicherungen in den Organismen stehen dabei im Gegensatz zu den äußerst niedrigen gelösten Schwermetallkonzentrationen im Meerwasser. Da Metalle hauptsächlich als freie Ionen aufgenommen werden, wären die akkumulierten Konzentrationen ohne effektive Entgiftungsmechanismen innerhalb der Zellen akut toxisch. Daher haben Aufnahme- und Entgiftungsmechanismen sowie der gesamte Metallmetabolismus für Organismen mit hohen akkumulierten Metallgehalten eine große Bedeutung, wobei die physiologischen und biochemischen Mechanismen bisher nur unvollständig bekannt sind.

Ziel dieses Projektes ist die Weiterentwicklung eines konzeptionellen Modells zum Metallmetabolismus in marinen Amphipoden, Copepoden und Decapoden aus polaren Meeresgebieten, basierend auf Untersuchungen zur Akkumulationsstrategie sowie zu Speicherungs- und Detoxifikationsmechanismen. Hierdurch wird auch eine Grundlage gelegt, den möglichen Transfer von Schwermetallen über das Nahrungsnetz bis hin zu den Top Predatoren abzuschätzen. Eine wichtige Voraussetzung zur Erreichung dieses Zieles besteht in der Kombination von Freilanduntersuchungen und Bioakkumulationsexperimenten an Bord des Forschungsschiffs.

Die durch die Experimente und Freilandproben gewonnenen Daten (i) zur Aufnahme und Ausscheidung von Metallen, (ii) zur Bindung von Metallen an spezifische Liganden (z.B. Metallothionein, Hämocyanin), (iii) zur möglichen Bildung unlöslicher Präzipitate (z.B. Granula), (iv) zur möglichen Bindung an membrangebundene Vesikel (Lysosomen) und (v) zum Einfluß der Life-history und abiotischer Faktoren sollen am Ende des Projektes in einem Gesamtmodell zusammengefaßt werden.

Arbeiten auf See

Folgende Arbeiten sind vorgesehen:

- Gewinnung von Freilandproben (z.B. *Themisto abyssorum*; *T. libellula*; *Calanus hyperboreus*; *Metridia longa*; *Meganctiphanes norvegica*; *Conchoecia borealis*) für spätere Schwermetallanalysen unter Berücksichtigung der Elemente Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Co, As und Hg.
- Biologische Charakterisierung der Organismen an Bord (Bestimmung der Art, des Geschlechts, des Fruchtbarkeitsstatus der Weibchen usw.) mit nachfolgender differenzierter Aufarbeitung der Proben für die Schwermetallanalysen.
- Lebendhaltung der Organismen an Bord zur Durchführung von toxicokinetischen und konzentrationsabhängigen Bioakkumulationsexperimenten und zur Induktion von Cd- und Cu-bindenden Eiweißen (z.B. Metallothioneinen).

2.4 Biodiversität, Assoziationen und Interaktion mariner Pilze und pilzähnlicher Protisten im Meereis, Pelagial und Benthos der Arktis im Herbst (AWI)

Ziele

Die marin-mykologische Forschungsgruppe des AWI beteiligte sich bisher an drei arktischen Forschungsexpeditionen: ARK IV/2 in die Grönlandsee und Framstraße (Sommer 1987), ARK V/1 in die Grönlandsee und westlich Spitzbergen (Frühjahr 1988) und ARK VIII/1 in die Framstraße, Grönlandsee und NO-Grönland-Polynya (Sommer 1991). Es fehlen aber entsprechende Untersuchungen im Herbst und Winter, um ein Gesamtbild der Verbreitung, Assoziationen und Funktionen mariner Pilze und pilzähnlicher Protisten im Ökosystem des nordatlantischen Sektors des Arktischen Ozeans zu gewinnen.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse beziehen sich vor allem auf das Vorkommen, die Abundanz und Verbreitung der Pilze im Meereis bzw. innerhalb der sogenannten mikrobiellen Meereseisgemeinschaft (Sea Ice Microbial Community Organisms). Es zeigt sich, daß sowohl pilzähnliche Protisten als auch niedere und höhere Pilze regelmäßig, allerdings in sehr heterogener lokaler Verteilung im arktischen Ozean verbreitet sind. Außer zahlreichen, rein saprophytischen Pilzarten kommen mehrere, mit anderen Organismen (Algen, Invertebraten) in unterschiedlicher Intensität vergesellschaftete bzw. assoziierte Arten, wie epi- und endobiotische, symbiotische und parasitische Pilze vor. Beispielsweise konnte von uns ein als *Cladochytrium* sp. identifizierter Pilz auf der Diatomee *Melosira arctica* nachgewiesen werden. Auch auf dem Phytoplankton werden nicht selten epi- und endophytische pilzähnliche Protisten beobachtet. Sie sollen im Verlaufe der jetzigen Expedition isoliert und kultiviert werden.

Der überwiegende Teil aller arktischen Pilzisolats ist - im Unterschied zur Antarktis - identisch mit ubiquitär verbreiteten Arten. Dennoch finden sich auch spezifisch arktische Arten darunter, die vor allem den öko-physiologischen Gruppen der psychrophilen und der wirtsassoziierten Pilze angehören. Mehrere dieser Pilze stellen neue Arten dar, die noch der taxonomisch korrekten Beschreibung und systematischen bzw. phylogenetischen Zuordnung bedürfen.

Arbeiten auf See

Während ARK XV/3 sollen erneut vor allem Meereisproben (Eisbohrkerne), einschließlich sogenannter Dirty-Ice- und Untereiswasser-Proben, aber auch Proben von pelagialen und benthalen Organismengemeinschaften gewonnen werden, um an Bord hinsichtlich Biodiversität, Assoziationsbildung und Interaktionen mariner Pilze und pilzähnlicher Protisten analysiert zu werden. Diese Proben werden mit Hilfe von Planktonnetzen (Bongo- und Apsteinnetze) sowie verschiedenen Trawls, Dredgen, Kastengreifer und Van Veen-Greifer gewonnen.

Die im Probenmaterial jeweils vorkommenden Pilz- und Protistenarten werden quantitativ erfaßt, isoliert, in Reinkultur überführt und identifiziert. Später, im AWI, werden sie dann mit Hilfe geeigneter Laborexperimente hinsichtlich ihrer spezifischen Adaptationsfähigkeiten an die extremen Lebensbedingungen ihrer natürlichen Umwelt getestet. Darüber hinaus dienen sie - anhand zielorientierter Auswahlkriterien - zur Anzucht von Untersuchungsmaterial für molekulargenetische Charakterisierungen sowie chemische und pharmakologische Screenings auf bioaktive Substanzen. Der letztgenannte Aspekt, die Erschließung neuer mikrobieller Quellen für die Isolierung, Identifizierung und chemisch-pharmakologische Evaluation hinsichtlich neuer Wirkstoffe, stellt eine Erweiterung der bisherigen, überwiegend floristisch, biogeographisch und ökologisch ausgerichteten marin-mykologischen Forschungsarbeiten in arktischen Gewässern dar. Er dient der Entwicklung innovativer, marktfähiger Produkte durch die chemische, pharmazeutische und biotechnologische Industrie im Rahmen aktueller, vom BMBF im Schwerpunkt "Marine Naturstoff-Forschung" geförderter Verbundforschungsprojekte.

Die insgesamt durchzuführenden Feldarbeiten und Probenahmen werden zum überwiegenden Teil in enger Kooperation mit den übrigen Forschungsteams, insbesondere der Arbeitsgruppe "Eisbiologie" (IPO-Kiel) durchgeführt. Dementsprechend werden auch die Auswertungen, Analysen und Darstellungen der Ergebnisse weitestgehend integriert erfolgen.

2.5 Planktonökologie und vertikaler Partikelfluß (AWI)

Ziele

Untersuchungen zur Planktonökologie in tiefen eisbedeckten polaren Ozeanen haben in den letzten Jahren gezeigt, daß in der meisten Zeit im Jahr kleine autotrophe und heterotrophe Flagellaten dominieren. Von großen Diatomeen dominierte Phytoplanktonblüten, die neben frischen Zooplanktonfaeces eine wichtige Nahrungsquelle für das Benthos sein können, wenn sie aus den oberen Wasserschichten absinken, sind eher die Ausnahme.

Das marine Ökosystem im Bereich der Framstraße und der Grönlandsee ist durch eine heterogene Hydrographie sowie das Vorkommen von Eis und dessen Dynamik stark beeinflusst. Bisherige Untersuchungen zeigen daher große interannuelle Schwankungen des vertikalen Partikelflusses, die größtenteils auf physikalische Einflüsse bei der Primärproduktion zurückzuführen sind. Besonders die Stabilität der Eisrandzone sowie die Ausbildung von Polynien sind für erhöhte Phytoplanktonproduktion verantwortlich und scheinen die Artenzusammensetzung und Biomasse des Planktons sowie den Partikelfluß in diesen Gebieten zu steuern. Allerdings ist recht wenig über die Bedeutung der Eisalgen für das pelagische System sowie auch über den Wegfraß von Algen durch einzelliges Protozooplanktons in diesem Gebiet bekannt.

Arbeiten auf See

Unsere Untersuchungen werden sich auf den Auf-, Um- und Abbau sowie die Sedimentation organischer Substanz in Abhängigkeit von physikalischen Randbedingungen konzentrieren. Die Verteilung der Phytoplanktonbiomasse in Abhängigkeit von der Meereisbedeckung soll großräumig mit SeaWiFS Daten verfolgt werden.

Folgende Parameter sollen untersucht werden:

- Verteilung und Veränderung von summarischen Parametern wie partikulärer organischer Kohlenstoff und Stickstoff, biogenes Silikat und Chlorophyll a .
- Verteilung und Interaktionen zwischen Eisalgen im Wasser, Phytoplankton und Protozooplankton in eisfreien und eisbedeckten Gebieten
- Pigmentanalysen

Fahrtteilnehmer / Cruise participants - ARK XV/3

Name	Institut/ Institute
Broehl, Stefanie	AWI
Büchner, Jürgen	HSW
Buldt, Klaus	DWD
Civitarese, Guiseppe	IST
Cochran, J. Kirk	MSRC
Dethleff, Dirk	GEOMAR
Erdmann, Hilger	DWD
Fehling, Johanna	IPÖ
Feldt, Oliver	HSW
Fossan, Kristen	NPI
Giesenhagen, Hanna	IfMK
Gradinger, Rolf	IPÖ
Guerra, Bianca Rosa	IST
He, Jianfeng	PRIC, IPÖ
Köhler, Herbert	DWD
Krack, Axel	MPIB
Krause, Helma	AWI
Krause, Peter	HSW
Krell, Andreas	AWI
Lindfors, Antti	UH
Lipizer, Marina	IST
Lorenzen, Christiane	AWI
Macrander, Andreas	AWI
Maletzke, Tom	COUO
Meiners, Klaus	IPÖ
Monsees, Matthias	UBUP
Noack, Cornelius C.	UBTP
Osterhus, Svein	GIB
Roth, Peter	AWI
Schauer, Ursula	AWI
Schünke, Henning	AWI
Schütt, Ekkehard	AWI
Scharvogel, Heidi	COUO
Thoms, Silke	AWI
Tverberg, Vigdis	UNIS
Verduin, Jennifer	AWI
Wang, Zipan	AWI
Werner, Iris	IPÖ
Wisotzky, Andreas	AWI
Zauke, Gerd Peter	COUO
NN	NPI
NN	IPÖ
NN	IPÖ
NN	IPÖ
NN	UBMZ
NN	UBMZ

Beteiligte Institute/Participating Institutes - ARK XV/3 -

<u>Adresse/Address</u>		<u>No. of participants</u>
<u>Finnland/Finland</u>		
UH	University of Helsinki Department of Geophysics FIN-00014 Helsingin Yliopisto	1
<u>Deutschland/Germany</u>		
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße D-27568 Bremerhaven	13
COUO	Carl von Ossietzky Universität Oldenburg Institut f. Chemie und Biologie des Meeres Postfach 2503, D-26111 Oldenburg	3
DWD	Deutscher Wetterdienst - Seewetteramt - Bernhard-Nocht-Str. 76 D-20359 Hamburg	3
GEOMAR	GEOMAR Research Center for marine Geosciences Wischhofstraße 1-3, Geb. 4 D-24148 Kiel, Germany	1
HSW	Helicopter-Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 D-22393 Hamburg	3
IfMK	Institut für Meereskunde der Universität Kiel Düsternbrooker Weg 20 D-24105 Kiel	1
IPÖ	Institut für Polarökologie Wischhofstr. 1-3, Geb. 12 24148 Kiel	7
MPIB	Max-Planck-Institut f. Marine Mikrobiologie Bremen	1
UBMZ	Marine Zoologie (FB2), Universität Bremen Postfach 33 04 40 D-28334 Bremen	2

<u>Adresse/Address</u>		<u>No. of participants</u>
UBTP	Theoretische Physik (FB1), Universität Bremen Postfach 33 04 40 D-28334 Bremen	1
UBUP	Umweltphysik (FB1), Universität Bremen Postfach 33 04 40 D-28334 Bremen	1
<u>Italien/Italy</u>		
IST	Istituto Sperimentale Talassografico Viale R. Gessi, 2 34123 Trieste	3
<u>Norwegen/Norway</u>		
GIB	Geophysical Institute, University of Bergen Allegt. 70 N-5007 Bergen	1
NPI	Norsk Polarinstitutt Storgata 25A Box 399 N-9001 Tromsø	2
UNIS	The University Courses on Svalbard P. O. Box 156 N-9170 Longyearbyen	1
<u>Volksrepublik China/Peoples Republic of China</u>		
PRIC	Polar Research Institute of China, Shanghai 451 Jinqiao Road, Shanghai 200129	1
<u>Vereinigte Staaten/USA</u>		
MSRC	Marine Sciences Research Center State University of New York, Stony Brook, N.Y. 11794-5000, USA	1

ARKTIS XV/3
FS "Polarstern"

10.09. - 15.10.1999 - Tromsø - Bremerhaven

Chief Scientist:
Dr. Ursula Schauer

1. Summary and Itinerary

The "Polarstern"-cruise ARK XV/3 will operate in the northern part of the Nordic Seas (Fig. 1). Physical and chemical oceanography investigations are carried out as part of climate research and a large part of the biological work aims to better understand the sea ice ecosystem. In addition, the transport of sediment through sea ice, the physiology of zooplankton and the distribution of marine fungi will be studied.

Exchanges between the North Atlantic and the Arctic Ocean result in the most dramatic water mass conversions in the World Ocean: warm and saline Atlantic waters, flowing through the Nordic Seas into the Arctic Ocean, are modified by cooling and freezing into shallow fresh waters (and ice) and saline deep waters. The outflow from the Nordic Seas to the south provides the initial driving of the global thermohaline circulation cell. Measurement of these fluxes is a major prerequisite for the quantification of the rate of overturning within the large circulation cells of the Arctic and the Atlantic Oceans, and is also a basic requirement for understanding the role of these ocean areas in climate variability on interannual to decadal scales.

The Fram Strait represents the only deep connection between the Arctic Ocean and the Nordic Seas. Just as the freshwater transport from the Arctic Ocean is thought to be of major influence on water mass formation in the Nordic Seas, the transport of warm and saline Atlantic water significantly affects the water mass characteristics in the Arctic Ocean. The obtained data will be used, in combination with a regional model, to investigate the nature and origin of the transport fluctuations as well as the modification of signals during their propagation through the strait.

Whereas in the Nordic Seas the ventilation of deeper layers is dominated by open ocean convection, in the Arctic Ocean the sinking of shelf water plumes is the major ventilation process. For example, water masses from the Storfjord and the Barents Sea sink along the continental slope off Spitsbergen into the deep ocean. The plumes of newly formed water can be detected by the measurement of temperature, salinity, tracers and, possibly, also suspended sediment (via light attenuation), the latter since it is hypothesised that the suspended matter can help create the density gain required for a sinking plume. As the plumes are subject of significant variability, time series are needed to understand the dynamics of the sinking plumes and their injection from the shelf into the open ocean.

Measurements will be carried out with a CTD (Conductivity, Temperature, Depth) probe combined with a water sampler. The water samples will be used to measure the concentrations of oxygen and nutrients. In addition, 15 oceanographic moorings will be recovered and redeployed (Tab. 1).

The multiyear ice of the Arctic Ocean constitutes a very specific ecosystem. The biological investigations address the qualitative and quantitative description of the community within and below the sea ice. Some of the key species of Arctic herbivorous copepods are obviously involved in the dynamics of the sea ice related food web which - due to the near absence of large piscivorous fishes in polar oceans has a direct link to sea birds and marine mammals.

In a multidisciplinary approach the organism biomass and abundance in different size classes will be studied in relation to physical and chemical conditions. Of particular interest are 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. The layer immediately below 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). Its colonization and processes will be investigated in different temporal and spatial scales.

Bacteria are the dominating heterotrophic component in the sea ice of polar systems. Sampling of ice and under ice water will give insights into which bacterial species are specific for the sympagic system and which physiological performances and processes are characteristic.

Arctic sea ice widely contains fine grained sediments which are entrained into newly forming ice through turbulent processes like suspension freezing in the Canadian and Siberian shelf seas. 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. The occurrence and melt-release of sea ice sediments in the ablation areas of the SW Barents Sea and the E Fram Strait, will be quantified. Thereby, the radionuclide concentration of sea ice- and bottom sediments will be used to identify potential source regions and to trace transport pathways of ice.

Marine amphipods and decapods in polar regions have high metal accumulation which is in contrast to the low soluble metal concentrations normally found in Arctic sea water. Without efficient mechanisms of storage and detoxification, the metal ions taken up by the organisms would be toxic. Experiments with marine amphipods, copepods and decapods will be carried out onboard to study their specific metal metabolism.

In the Greenland Sea and Fram Strait the stable stratified water column in the marginal ice zones and Polynyas enhances primary production and therefore plankton biomass and vertical particle flux. However, little is known about the function of ice algae and of heterotrophic protozoan grazers for the pelagic system. biomass build-up, modification, and sedimentation in relation to the physical constraints at the ice edge will be studied.

The biodiversity, associations and interactions of marine fungi and fungus-like protists will be analysed in sea ice and under ice water and also samples from pelagic and benthic communities.

The physical/chemical investigations represent a contribution to a long term programme in the framework of the "Arctic Climate System Study" (ACSYS) of the "World Climate Research Programme" (WCRP). The work is partly funded by the European Union project "VEINS" (Variability of Exchanges in Northern Seas). Four of the moorings in Fram Strait are contributed by the Norsk Polarinstitutt. The moorings at the continental slope of Spitsbergen and of East Greenland are a contribution to the Deep Sea Research programme ARKTIEF of the German Ministry of Education, Science and Technology (BMBF).

The cruise will start at 10 September in Tromsø (Fig. 1). The first operations will take place on the southern shelf of Spitsbergen where one oceanographic mooring will be recovered and a hydrographic section will be carried out. The observations will continue along a zonal section across Fram Strait at 79°N. On the section across Fram Strait, 14 oceanographic moorings will be recovered and redeployed and CTD measurements with water sampler profiles will be taken as well as net hauls and box cores. Besides shorter ice stations during the CTD-casts, we intend to have two extensive ice stations of several days length in the western Fram Strait. A further section to the south along 0°E is planned to measure the recirculation in the southern Fram

Strait. Finally, one mooring will be deployed on the East Greenland continental slope. "Polarstern" will return to Bremerhaven at 15 October.

2. Scientific Programmes

2.1 Physical Oceanography

2.1.1 Shelf plumes from the Storfjord (AWI)

Objectives

Whereas in the Nordic Seas the ventilation of deeper layers is dominated by open ocean convection, in the Arctic Ocean the sinking of shelf water plumes is the major ventilation process. For example, water masses from the Storfjord and the Barents Sea sink along the continental slope off Spitsbergen into the deep ocean. The plumes of newly formed water can be detected by the measurement of temperature, salinity, tracers and, possibly, also suspended sediment (via light attenuation), the latter since it is hypothesised that the suspended matter can help create the density gain required for a sinking plume. As the plumes are subject of significant variability, time series are needed to understand the dynamics of the sinking plumes and their injection from the shelf into the open ocean.

Work at Sea

Measurements will be made to estimate the effect of the Storfjord on deep ocean ventilation within the framework of the German ARKTIEF programme. For this purpose, a section will be surveyed with CTD/water sampler profiles south of Svalbard and one oceanographic mooring will be recovered.

2.1.2 Exchanges through Fram Strait (AWI, GIB, NPI, UNIS)

Objectives

Exchanges between the North Atlantic and the Arctic Ocean result in the most dramatic water mass conversions in the World Ocean: warm and saline Atlantic waters, flowing through the Nordic Seas into the Arctic Ocean, are modified by cooling and freezing into shallow fresh waters (and ice) and saline deep waters. The outflow from the Nordic Seas to the south provides the initial driving of the global thermohaline circulation cell; the outflow to the north has a major impact on the large scale circulation of the Arctic Ocean. Measurement of these fluxes is a major prerequisite for the quantification of the rate of overturning within the large circulation cells of the Arctic and the Atlantic Oceans, and is also a basic requirement for understanding the role of these ocean areas play in climate variability on interannual to decadal scales.

Fram Strait represents the only deep connection between the Arctic Ocean and the Nordic Seas. Just as the freshwater transport from the Arctic Ocean is thought to be of major influence on water mass formation in the Nordic Seas, the transport of warm and saline Atlantic water significantly affects the water mass characteristics in the Arctic Ocean. The inflow from the Arctic Ocean into the Nordic Seas determines to a large extent the formation of water masses which are advected through Denmark Strait to the south and participate in the formation of the North Atlantic Deep Water. The obtained data will be used, in combination with a regional model, to investigate the nature and origin of the transport fluctuations as well as the modification of signals during their propagation through the strait.

The specific objectives are:

- to measure the current, temperature and salinity fields on sections across Fram Strait
- to determine the characteristic time scales of the fluctuations, in particular, the contribution of the seasonal cycle
- to calculate seasonal and annual mean transports of mass, heat and salt
- to understand the origin of the fluctuations
- to detect the influences of low frequency fluctuations of the transports through Fram Strait on remote variations further south
- to detect interannual variability of the described processes.

Polar oceans are generally weakly stratified and hence oceanic currents are primarily determined by the barotropic flow component. Thus, geostrophic calculations based on hydrographic sections are not sufficient to determine the current field to the required accuracy. In these ice-covered areas, the barotropic component can only be determined from direct current measurements, since satellite altimetry is not yet able to properly measure sea level fluctuations under ice. Due to relatively large contributions of boundary and frontal areas and the small Rossby radius of deformation, relatively high horizontal resolution is required for the measurements.

Work at Sea

To measure the current field between East Greenland and West Spitsbergen, actually 14 mooring arrays are deployed across Fram Strait at 79°N, in water depths of between 200 m and 2600 m water depth (Tab. 1). For a sufficient vertical resolution, 3 to 4 instruments per mooring are required. Temperatures and salinities are measured together with the currents, to allow derivation of the heat and salt transports. The moorings will be recovered and 12 of them will be redeployed.

Salinity sensors on moored instruments still suffer from uncertainties and are too expensive to be deployed in a large number. Therefore CTD sections are conducted to ensure calibration of the moored instruments and to supply much higher spatial resolution. The CTD-measurements will be complemented by water samples to measure nutrients and oxygen to identify trends in the variability in the properties of the advected water masses. One hydrographic section will cross Fram Strait from the Svalbard shelf to the East Greenland shelf. A second section is planned in a quasi-meridional sense to estimate the cross strait circulation.

2.1.3 Marine Chemistry (IST)

Objectives

The aim of the Istituto Sperimentale Talassografico of Trieste is the determination of the budgets and of the fluxes of some chemical substances (dissolved oxygen, silicate, phosphate and nitrate, organic nitrogen, phosphorus and carbon) through Fram Strait. The main task is to characterise the different water masses found in the Strait according to these chemical parameters in order to obtain, in combination with the mooring programme, time series of water and salt fluxes between the Arctic and the Nordic Seas and to quantify the magnitude and the variability of these fluxes. Chemical constituents, and especially conservative tracers such as NO and PO (Broecker, 1974), have been widely used to identify and follow different water masses in the Arctic Ocean since, particularly in the upper 200 m, these chemical tracers provide a valuable addition to water mass characterisation based only on temperature and salinity data.

Work at Sea

On all hydrographic sections, water samples for the analysis of dissolved oxygen and dissolved inorganic nutrients (silicate, phosphate, nitrate and nitrite) will be taken with the CTD/rosette system and the samples will be analysed directly on board ship.

Dissolved oxygen is measured according to the Winkler method using potentiometric titration; inorganic nutrients are determined with a Chemlab Continuous Flow Analyser, according to the procedures described by Grasshof et al. (1983). Samples for the determination of dissolved organic nitrogen, phosphorus and carbon are stored frozen after collection and analysed in the laboratory in Italy after UV photo-oxidation for nitrogen and phosphorus, and with High Temperature Catalytic Oxidation for organic carbon (Sigmura and Suzuki, 1988).

From water samples on the other sections, the nutrients nitrate, nitrite, ammonium, phosphate and silicate, and the total dissolved nitrogen are determined immediately on board with an Autoanalyser-system using standard methods.

2.2 Sea Ice

2.2.1 On the energetics of higher trophic levels - the key role of dominant species of zooplankton and vertebrates in the energy flow of ice-covered polar oceans (UBMZ)

Objectives

Pelagic communities in ice-covered polar oceans are characterized by the dominance of relatively few key species. In the Arctic, herbivorous copepods, especially of the genus *Calanus*, exploit the primary production of phytoplankton and according to recent investigations they also make use of a large portion of the particulate organic matter produced by ice algae. Copepods and herbivorous amphipods provide the food supply for the carnivorous amphipods *Themisto libellula* and *Gammarus wilkitzkii* as well as for the cryopelagic fishes *Boreogadus saida* (polar cod) and *Arctogadus glacialis*. Due to the near absence of large piscivorous fishes such as tuna or sharks in polar oceans, sea birds and marine mammals are of major importance as top predators in these regions.

Work at Sea

The vertical distribution of mesozooplankton under the sea ice will be investigated by means of stratified hauls in the upper 100 m. In addition, specimens of the dominant species of zooplankton and fish will be collected in order to experimentally determine their ingestion and respiration rates. Samples will also be taken for biochemical analyses (lipid composition, enzyme activity, stable isotope ratio) to characterize the trophic position of the key species. The stock of sea birds will be quantified by shipboard countings. Investigations should be carried out on a transect from the Svalbard shelf to the East Greenland coast to record regional gradients in abundance and species diversity in relationship to the distance from the coast or from the ice edge. Based on these data the energy demand of higher trophic levels will be assessed and their significance on the overall energy flow will be discussed.

2.2.2 Multi-Disciplinary Sea Ice Investigations (GEOMAR, IPO, UH, PRIC)

Objectives

The sea ice covers 7 (summer) to 14 (winter) Mio km² of the Arctic Ocean. The Greenland Sea area is the major outflow of mostly multi-year sea ice out of the central Arctic basin. Our multi-disciplinary work will include physical, chemical and biological measurements conducted on material from the same sampling locations take at several short term stations (3-5 h) and two longer stations (4 days each). Our investigations will characterize the physical properties within and directly below the ice floes in respect to salinity, temperature and light. 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. 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.

Work at Sea

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. Additionally we measure primary production (14C-Method) and bacterial secondary production (3H-Methyl-Thymidin-Method) for selected horizons of the pack ice by *in situ* incubations and oxygen sensors. 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.

2.2.3 Under-ice investigations (IPO)

Objectives

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. The colonization and the processes under the ice will be investigated in different temporal and spatial scales.

Work at Sea

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 as well.

2.2.4 Function and diversity of bacterial sea ice communities (IfMK)

Objectives

Bacteria are the dominating heterotrophic component in the sea ice of polar systems. Their function in pelagic and especially in sympagic systems of the Arctic has, to date, only been poorly investigated. Bacterial diversity is generally unexplored and virtually nothing is known about dominant species and their metabolic and physiological performance.

Sampling of ice and under ice water will give insights into which bacterial species are specific for the sympagic system and which physiological performances and processes are characteristic. Samples should also reveal if specific processes are restricted to specific ice layers and if there are any endemic bacterial strains. The investigations are the beginning of a German federal co-ordinate project on bacterial function and diversity, addressing the possible effects of global warming on sympagic and pelagic systems of the Arctic. To date the data records for bacteriological variables are not sufficient to evaluate the consequences of a possible decrease in multi-year ice and increasing open water areas with respect to productivity and substrate transfer within the system. In this connection advanced investigations shall elucidate if low oxygen concentrations within the ice allow a marked autotrophic bacterial production and to estimate its relevance - probably depending on the ice age - for overall primary productivity.

Work at Sea

Bacterial biomass, production and the diversity of major groups, recorded by means of molecular-genetic tools, will be investigated along profiles of multi-year ice cores and within the water. Special emphasis will be placed on small-scale variability.

2.2.5 Sea ice sediments (GEOMAR)

Objectives

Arctic sea ice widely contains fine grained sediments. The geological importance of sediment inclusions in Arctic sea ice has been demonstrated by various studies conducted in the US-Canadian shelf and the Siberian Arctic. Accordingly, shelf surface deposits are entrained into newly forming ice through turbulent processes like 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.

According to recent investigations Arctic sea ice sediments partly contain enhanced concentrations of man-made radionuclides as compared to most shelf surface sediments investigated. Different studies identified particularly the Kara and Laptev Seas as potential source areas of contaminated sea ice sediments. Sea ice originating from the Kara Sea is preferably transported toward - and melts in - the Barents Sea, while ice formed in the Laptev Sea is transported by the Siberian branch of the Transpolar Drift System toward Fram Strait. Only little is known about the melt-release and fate of sea ice sediments and attached pollutants (e.g. radionuclides). Purpose of the field investigations is to determine and quantify the occurrence and melt-release of sea ice sediments in the ablation areas of the SW Barents Sea and the E Fram Strait.

Work at Sea

Sampling during this cruise will focus on sea-ice and bottom sediments in Fram Strait and - if possible - in the SW Barents Sea. Furthermore, sediment traps will be deployed at the MIZ in order to collect particulate material released from the ice.

All sample material will be investigated in respect to quantitative and qualitative composition, coarse- and silt grain size distribution, clay mineral assemblages and Sr isotope ratios. Additionally, the radionuclide concentration of sea ice- and bottom sediments will be determined. Sedimentological fingerprints and radionuclide patterns of sea-ice entrained material will be compared to characteristics of shelf surface deposits from the Siberian Arctic in order to identify potential source regions and to trace transport pathways of ice sediments.

Additionally, under-ice- and benthic fauna will be sampled for radiochemical analyses in order to trace the potential fate of sea-ice released man-made radionuclides in the lower food-chain. Field and laboratory work being carried out will focus on:

- drilling ice cores for sedimentological investigation
- collecting ice surface sediments
- collecting suspended particles by sediments traps
- melting and filtration of ice cores
- performing grain size analyses of sea ice sediments
- conducting silt grain size- and clay mineral analyses
- investigating silt fraction under the Scanning Electron Microscope
- determining Sr isotope ratio in the fine fraction (<63µm)
- performing radiochemical analyses

2.2.6 Radionuclides in sea ice (MSRC)

The research will focus on the use of radionuclides (210Pb; 7Be; 238,239,240Pu) as tracers of sources of particles in sea ice and the impact of sea ice transport of radionuclides on inventories in sediments of ablation areas. The study will enable us to extend the work to see if the patterns seen in the North East Water Polynya hold for other similar areas.

Specific questions:

- What are the magnitudes and variability of activities of excess 210Pb of particles contained in sea ice?
- What is the importance of the atmosphere as a source for excess 210Pb in sea ice particles?
- Do Pu isotope ratios in particles recovered from sea ice give clues to the provenance of the particles?
- What is the role of particles transported by sea ice on inventories of particle-reactive radionuclides in the sediments of areas of ice melting (Fram Strait, Barents Sea)?

2.3 Investigations on the metal metabolism in polar zooplankton (COUO)

Objectives

In recent years high metal concentrations (especially regarding Cadmium) were reported in marine amphipods and decapods from polar regions. In particular, hyperiid amphipods from the Arctic and Antarctic showed extremely high cadmium levels up to 100 mg kg⁻¹ d.w.; deep sea amphipods *Eurythenes gryllus* from the Canada Basin levels up to 360 mg kg⁻¹. But also decapod crustaceans from polar oceans display elevated cadmium levels. This high ability for metal accumulation is in contrast to the low soluble metal concentrations normally found in Arctic sea water. Without efficient mechanisms of storage and detoxification, the metal ions taken up by the organisms would be toxic. Thus, uptake and detoxification strategies as well as mechanisms of the metal metabolism are essential issues for those organisms accumulating high

amounts of metals. The corresponding physiological and biochemical mechanisms are not fully understood as yet.

The main goal of the project is to develop and improve a conceptual model of the metal metabolism in marine amphipods, copepods and decapods from polar waters, based on investigations on the accumulation strategies and related storage and detoxification mechanisms. This would be a precondition to assess the importance of trophic transfer of metals, for example, to seabirds, marine mammals or man. To achieve this goal integrated field studies and toxicokinetic experiments on board ship are necessary. The experiments and field work will result in a set of data about the (i) water borne uptake and depuration of metals, (ii) their binding to specific, soluble, ligands, (metallothioneins and hemocyanin), (iii) the formation and sequestration of insoluble precipitates in concretions or granules and probably (iv) their compartmentalisation within membrane-limited vesicles (lysosomes) and (v) the influence of life-history and abiotic factors. These results will be the basis for the modelling of a conceptual model at the end of the project.

Work at Sea

Intended work content:

- sampling of organisms (e.g. *Themisto abyssorum*; *T. libellula*; *Calanus hyperboreus*; *Metridia longa*; *Meganyciphanes norvegica*; *Conchoecia borealis*) for subsequent analyses of metals, regarding Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Co, As and Hg.
- Biological characterisation of the organisms sampled (species, sex, fecundity status of females) and selective preparation of such samples for metal determination.
- performance of bioaccumulation experiments on board ship to evaluate the toxicokinetics and the concentration dependent uptake of selected metals and to induce Cd- and Cu-binding proteins like metallothioneins.

2.4 Biodiversity, associations and interactions of marine fungi and fungus-like protists within sea-ice, pelagic and benthic habitats in the Arctic ocean during autumn (AWI)

Objectives

The marine mycology research group at the AWI participated in three Arctic expeditions in the past: ARK IV/2 to the Greenland Sea and the Fram Strait (summer 1987), ARK V/1 to the Greenland Sea and West of Spitzbergen (spring 1988), ARK VIII/1 to the Greenland Sea, Fram Strait and the NE-Greenland-Polynya (summer 1991). There is a lack of investigations in autumn and winter times to obtain a complete picture of distribution, the associations and effects of marine fungi and fungus-like protists in the ecosystem of North Atlantic sector of the Arctic Ocean.

The previously collected data mainly address the qualitative and quantitative occurrence of marine fungi in sea ice and in the sea ice microbial community, respectively. A regular but heterogeneous local distribution could be demonstrated for fungus-like protists, lower and higher fungi in the Arctic Ocean. Numerous saprophytic species as well as fungi associated, at various degrees, with algae or invertebrates in an epi-, endo-, symbiotic or parasitic manner were observed. For example, on the diatom *Melosira arctica* we could detect and determine the fungus *Cladochytrium* sp. Observations of epi- and endobiotic fungus-like protists on

phytoplankton have been made frequently, too. These fungi and protists will be isolated and cultivated during the current expedition.

In contrast to the Antarctic fungal flora the Arctic fungal isolates are dominated by ubiquitous species. However, there are specific arctic species occurring, too. These species belong to the eco-physiological groups of psychrophilic and host associated fungi. Some of these represent new species, which await correct taxonomic description and systematic and phylogenetic classification.

Work at Sea

During ARK XV/3, the biodiversity, associations and interactions of marine fungi and fungus-like protists will be analysed in samples of sea ice (drilled cores) including dirty-ice, and under ice water and also samples from pelagic and benthic communities. The samples will be obtained by plankton nets (Bongo and Apstein nets) and by different trawls, dredges, box_corer and Van Veen-grab.

Fungi and fungus-like protists present in the samples will be quantified, isolated and identified. Tests for specific capabilities of the fungi to adapt to the extreme conditions of their natural environment will be carried out in laboratory experiments at AWI. Fungi (selected by target orientated criteria) will be grown in culture and used for molecular/genetic characterizations as well as chemical and pharmacological screenings for bioactive substances. In the past marine-mycological investigations primary dealt with floristic, biogeographic and ecological aspects of the Arctic waters. The use of Arctic fungi as a new resource of natural products will enlarge the field of investigations by the aspect of isolation, identification and chemical and pharmacological evaluation of new agents. These results may be used to develop innovative, marketable products by the chemical, pharmacological and biotechnological industries. This is a part of an actual composite project, funded by the BMBF, within the research program on "Marine Natural Substances".

The field work and sampling will be done in co-operation with other teams taking part in the expedition, primarily with the research group on "ice biology" (IPÖ-Kiel). Correspondingly, the evaluation, analysis and elaboration of results will be conducted in an integrated way.

2.5 Plankton ecology and vertical particle flux (AWI)

Objectives

Latest investigations on the ecology of plankton over deep polar seas have shown a dominance of small autotrophic and heterotrophic flagellates in the pelagic system throughout the year; diatom blooms seem to be rather the exception. In the Greenland Sea and Fram Strait higher biomass can be correlated to hydrography and sea ice melting. In this area, vertical particle flux seemed to be related to sea ice cover. The stability of the marginal ice zones and polynyas might enhance primary production as well as determine plankton species composition, biomass, and vertical particle flux. However, little is known about the function of ice algae for the pelagic system. The role of heterotrophic protozoan grazers has also not been well understood.

Work at Sea

Our investigations will concentrate on biomass build-up, modification, and sedimentation in relation to the physical constraints. The distribution of phytoplankton biomass in relation to sea ice cover will be compared by analysing remote sensing data from SeaWiFS.

The following parameters will be investigated:

- Distribution and variability of species composition, biomass (chlorophyll a), particulate organic carbon and nitrogen, and biogenic silica.
- Interactions amongst ice-algae, phytoplankton, and protozooplankton in ice-covered and ice-free waters.
- samples will be collected for pigment analyses

Schiffspersonal / Ship's crew - ARK XV/ 1-3

Rank	ARK XV/1	ARK XV/2	ARK XV/3
Master	Keil, Jürgen	Keil, Jürgen	Pahl, Uwe
1. Offc.	Grundmann, Uwe	Grundmann, Uwe	Schwarze, Stefan
1. Offc.	Rodewald, Martin	Rodewald, Martin	Rodewald, Martin
Ch. Eng.	Schulz, Volker	Schulz, Volker	Schulz, Volker
2. Offc.	Peine, Lutz	Peine, Lutz	Fallei, Holger
2. Offc.	Thieme, Wolfgang	Thieme, Wolfgang	Thieme, Wolfgang
Doctor	Zavvakidis, Nikolaos	Zavvakidis, Nikolaos	Zavvakidis, Nikolaos
R. Offc.	Hecht, Andreas	Hecht, Andreas	Hecht, Andreas
2. Eng.	Delff, Wolfgang	Delff, Wolfgang	Delff, Wolfgang
2. Eng.	Folta, Henryk	Folta, Henryk	Folta, Henryk
2. Engl.	Simon, Wolfgang	Simon, Wolfgang	Simon, Wolfgang
Electron.	Piskorzynski, Andreas	Piskorzynski, Andreas	Piskorzynski, Andreas
Electron.	Fröb, Martin	Fröb, Martin	Fröb, Martin
Electron.	Baier, Ulrich	Baier, Ulrich	Baier, Ulrich
Electron.	Bretfeld, Holger	Bretfeld, Holger	Bretfeld, Holger
Electr.	Holtz, Hartmut	Holtz, Hartmut	Holtz, Hartmut
Boatsw.	Loidl, Reiner	Loidl, Reiner	Loidl, Reiner
Carpenter	Neisner, Winfried	Neisner, Winfried	Neisner, Winfried
A.B.	Bäcker, Andreas	Bäcker, Andreas	Bäcker, Andreas
A.B.	Hagemann, Manfred	Hagemann, Manfred	Hagemann, Manfred
A.B.	Schmidt, Uwe	Schmidt, Uwe	Schmidt, Uwe
A.B.	Winkler, Michael	Winkler, Michael	Winkler, Michael
A.B.	Moser, Siegfried	Moser, Siegfried	Moser, Siegfried
A.B.	Bastigkeit, Kai	Bindernagel, Kurt	Bindernagel, Kurt
A.B.	Bohne, Jens	Bohne, Jens	Bohne, Jens
A.B.	Hartwig, Andreas	Hartwig, Andreas	Hartwig, Andreas
Storek.	Beth, Detlef	Beth, Detlef	Beth, Detlef
Mot-man	Arias Iglesias, Enr.	Arias Iglesias, Enr.	Arias Iglesias, Enr.
Mot-man	Giermann, Frank	Giermann, Frank	Giermann, Frank
Mot-man	Fritz, Günter	Fritz, Günter	Fritz, Günter
Mot-man	Krösche, Eckard	Krösche, Eckard	Krösche, Eckard
Mot-man	Dinse, Horst	Dinse, Horst	Dinse, Horst
Cook	Silinski, Frank	Silinski, Frank	Silinski, Frank
Cooksmate	Tupy, Mario	Tupy, Mario	Tupy, Mario
Cooksmate	Fischer, Matthias	Fischer, Matthias	Fischer, Matthias
1. Stwdess	Dinse, Petra	Dinse, Petra	Dinse, Petra
Stwdss/KS	Wöckener, Martina	Wöckener, Martina	Wöckener, Martina
2. Stwdess	Streit, Christina	Streit, Christina	Streit, Christina
2. Stwdess	Schmidt, Maria	Schmidt, Maria	Schmidt, Maria
2. Stwdess	Silinski, Carmen	Silinski, Carmen	Silinski, Carmen
2. Steward	Huang, Wu-Mei	Huang, Wu-Mei	Huang, Wu-Mei
2. Steward	Wu, Chi Lung	Wu, Chi Lung	Wu, Chi Lung
Laundrym.	Yu, Kwok Yuen	Yu, Kwok Yuen	Yu, Kwok Yuen

