

EXPEDITIONSPROGRAMM NR. 56

FS POLARSTERN

ARK XVI/ 1 und 2

2000

Z 432

56
2000



STIFTUNG ALFRED-WEGENER-INSTITUT
FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG

BREMERHAVEN, MAI 2000

1894

EXPEDITIONSPROGRAMM NR. 56

FS POLARSTERN

ARK XVI/ 1

30.06.2000 – 30.07.2000

UND

ARK XVI/2

30.07.2000 – 27.08.2000

Koordinator: W. Arntz

Fahrtleiter:

ARK XVI/1: G. Krause

ARK XVI/2: U. Schauer

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

Mai 2000

INHALTSVERZEICHNIS / CONTENTS

FAHRTABSCHNITT ARK XVII/1- BREMERHAVEN – LONGYEARBYEN

1	EINLEITUNG	4
2	WISSENSCHAFTLICHE VORHABEN	5
2.1	Messungen der Konzentrationen atmosphärischer Spurengase mittels FTIR-Spektroskopie (AWI)	5
2.2	Messungen persistenter organischer Schadstoffe (AWI)	6
2.3	Erfassung der hydrographischen Verhältnisse in der Grönlandsee (AWI)	7
2.4	Nährsalzuntersuchungen (AWI)	8
2.5	Strukturcharakteristiken der Plankton-Gemeinschaften in der Grönland-See (MMBI)	9
2.6	Benthische Besiedlungsmuster und Umsatzprozesse in Rinnensystemen der östlichen Grönlandsee (AWI)	9
2.7	Marine Geologie (AWI)	10
2.8	Methan in der Wassersäule (AWI)	11
1	SUMMARY	12
2	SCIENTIFIC ACTIVITIES	13
2.1	Measurements of atmospheric trace gases by solar absorption FTIR spectroscopy (AWI)	13
2.2	Measurements of persistent organic pollutants (AWI)	14
2.3	Investigations of the hydrographic conditions in the Greenland Sea (AWI)	14
2.4	Investigation of nutrients (AWI)	15
2.5	Structural characteristics of the plankton community in the Greenland Sea (MMBI)	16
2.6	Benthic distribution patterns and turn-over processes in channel systems of the eastern Greenland Sea	16
2.7	Marine Geology (AWI)	16
2.8	Methane in the water column (AWI)	17
3.	FAHRTTEILNEHMER/-INNEN / PARTICIPANTS ARK XVII/1	19
4.	BETEILIGTE INSTITUTE / PARTICIPATING INSTITUTES	20
5.	SCHIFFSBESATZUNG / SHIP'S CREW ARK XVII/1 AND 2	21

FAHRTABSCHNITT ARK XVII/1- LONGYEARBYEN - BREMERHAVEN

1.	ZUSAMMENFASSUNG UND FAHRTVERLAUF	23
2.	WASSERMASSENAUSTAUSCH ZWISCHEN NORDPOLARMEER UND ATLANTIK	25
2.1	Zirkulation in der Framstraße (AWI, NPI, UEA)	25
2.2	Transport künstlicher Radionuklide mit Meeresströmungen, Meereis und Sedimenten (NRPA)	26
3.	TIEFSEE BIOLOGIE	28
3.1	Verwertung von „Large food falls“ (AWI, IAP, IOPAS)	28

INHALTSVERZEICHNIS / CONTENTS

3.2	Kohlenstoffremineralisierung durch die benthische Lebensgemeinschaft (AWI)	29
3.3	Kleinräumige Variabilität von Nano- und Meiofauna in arktischen Tiefsee-Sedimenten (AWI)	29
4.	UNTERSUCHUNGEN ZU BRYOZOENGEMEINSCHAFTEN IN DER WESTLICHEN FRAMSTRAßE (GPI)	31
5.	MIKROBIOLOGIE (AWI)	32
6.	MARINE GEOLOGIE (AWI, GEOMAR)	33
7.	MULTIDISZIPLINÄRE UNTERSUCHUNGEN AM ARKTISCHEN PACKEIS	33
7.1	Biologie und Ökologie der sympagischen Gemeinschaften (IPÖ)	33
7.2	Geochemische und strukturelle Eigenschaften des Meereises (UH)	34
7.3	Zur Energetik höherer trophischer Ebenen –die Schlüsselrolle dominanter Zooplankter und Vertebraten im Energiefluß eisbedeckter Polarmeere (MAZUB)	35
1.	ITINERARY AND SUMMARY	37
2.	EXCHANGES THROUGH FRAM STRAIT	38
2.1	Physical Oceanography (AWI, NPI)	38
2.2	Distinction of fresh water components by oxygen isotopes (UEA)	39
2.3	Transport of artificial radionuclides with ocean currents, sea ice and particulate matter (NRPA)	39
3.	DEEP SEA BIOLOGY	41
3.1	Large food cells (AWI, IAP, IOPAS)	41
3.2	Carbon remineralisation by the benthic community (AWI)	42
3.3	Micro-spatial variability of nano- and meiofauna in Arctic Deep Sea sediments (AWI)	43
3.4	Molecular genetic as a tool to understand small-scale heterogeneity in populations of Arctic nematodes at the deep-seafloor (AWI)	43
4.	ANALYSIS OF BRYOZOAN COMMUNITIES OF THE WESTERN FRAM STRAIT (GPI)	44
5.	MICROBIOLOGY (AWI)	45
6.	MARINE GEOLOGY (AWI, GEOMAR)	45
7.	MULTI-DISCIPLINARY SEA-ICE INVESTIGATIONS	46
7.1	Biology of sympagic communities (IPÖ)	46
7.2	Geochemical and structural properties of sea ice (UH)	47
7.3	On the Energetics of Higher Trophic Levels – the Key Role of Dominant Zooplankton and Vertebrates for the Energy Flux in Ice-Covered Polar Seas (MaZUB)	47
8.	FAHRTTEILNEHMER-INNEN / PARTICIPANTS ARK XVI/2	50
9.	BETEILIGTE INSTITUTIONEN / PARTICIPATING INSTITUTIONS ARK XVI/2	52

FAHRTABSCHNITT ARK XVI/1- BREMERHAVEN – LONGYEARBYEN (30.06.2000 – 30.07.2000)

1 EINLEITUNG

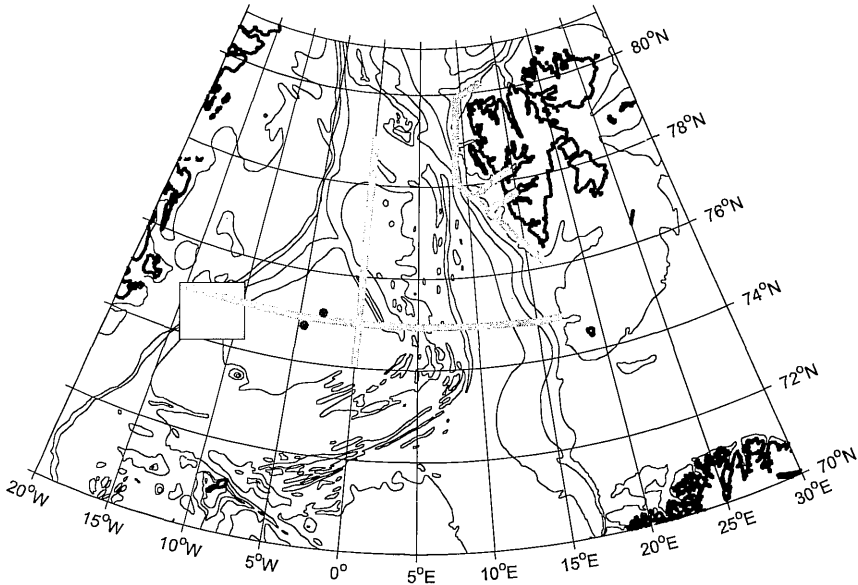
Mit dem Auslaufen aus dem Heimathafen am 30. Juni 2000 wird die 16. Arktisexpedition von FS "POLARSTERN" in die Gewässer der Grönlandsee und der Framstraße starten. Die Arbeiten beginnen in der Nähe der Bäreninsel mit einem hydrographischen Schnitt entlang des 75. Breitengrades bis auf den Grönlandschelf. Hier werden, wie bereits seit 1988, als Beitrag zur Klimaforschung die Veränderungen in der Schichtung der Wassermassen untersucht, um den immer noch nicht befriedigend bekannten Prozessen der Bodenwassererneuerung auf die Spur zu kommen. Neben hochgenauen Messungen von Temperatur und Salzgehalt werden auch die gleichzeitig bestimmten Konzentrationen einiger Nährstoffe als Wassermassenindikatoren herangezogen. Der Schnitt dient ferner der Erfassung der saisonalen und jährlichen Veränderungen der Nährsalzkonzentrationen und einer Bestandsaufnahme des Planktons.

Am Ende des Schnittes steht anschließend der ostgrönländische Kontinentalrand im Mittelpunkt der Interessen der beteiligten biologischen und geologischen Projektgruppen im multidisziplinären Verbundvorhaben ARKTIEF. In der Benthosbiologie sollen die Besiedlungsmuster der Bodentiergemeinschaften und die biologischen Umsatzprozesse am Meeresboden erfaßt werden, um deren Bedeutung für das Ökosystem "Arktische Tiefsee" abzuschätzen.

In Zusammenarbeit mit der Benthosarbeitsgruppe wird im gleichen Gebiet die Sedimentzufuhr in die Tiefsee mit dem Ziel studiert, zusammen mit bereits vorhandenen paläozenographischen Datensätzen möglichst hochaufgelöste Rekonstruktionen des Klimas im Spätquartär durchführen zu können. Das Interesse gilt besonders den Rinnensystemen am Kontinentalhang, in denen laterale gravitative Sedimentflüsse die pelagische Sedimentation überdecken können.

Im gesamten Fahrtgebiet, insbesondere aber auf einem Schnitt entlang der Westküste von Spitzbergen und in zwei Fjorden soll der Methankreislauf in den nördlichen hohen Breiten untersucht werden. Es geht dabei insbesondere um die Quantifizierung der Beträge untermeerischer Gasaustritte zur atmosphärischen Methanbilanz.

Schließlich werden fortlaufend Messungen der Konzentrationen atmosphärischer Spurengase und persistenter organischer Schadstoffe durchgeführt. Diese ergänzen ein Meßprogramm zur Bestimmung globaler Stofftransporte, zu welchem bereits Daten von der Antarktis bis 50°N vorliegen.



Working area during ARK XVI-1

- Dots: moorings; line: hydrographic sections;
grey area: geological and biological programs

2 WISSENSCHAFTLICHE VORHABEN

2.1 Messungen der Konzentrationen atmosphärischer Spurengase mittels FTIR-Spektroskopie (AWI)

Meßmethode

Die FTIR Absorptionsspektroskopie hat sich in den letzten Jahren als wichtige Meßmethode in der Atmosphärenphysik/chemie etabliert. Mit Hilfe von Sonne oder Mond als Lichtquelle können die Säulenkonzentrationen vieler verschiedener Spurengase in der Tropo- und Stratosphäre über ihre Absorptionseigenschaften ermittelt werden. Durch die langen Absorptionswege bei niedrigem Sonnenstand ist die Methode sehr empfindlich. Als vorwiegend in der Troposphäre vorkommende Spurengase können z.B. CO, C₂H₂, C₂H₆, CH₂O, OCS und verschiedene FCKWs gemessen werden. Von den vorwiegend in der Stratosphäre vorhandenen Spurengasen werden z.B. O₃, HCl, HNO₃, NO, NO₂ und ClONO₂ erfasst. Eine Auswertung der druckabhängigen Verbreiterung isolierter Spektrallinien ermöglicht bei einigen Spurengasen, wie z.B. HCl, O₃ oder CO die Bestimmung des vertikalen Konzentrationsprofils mit einer begrenzten Höhengauflösung.

Hintergrund und Ziele der Messungen

Die Messungen auf diesem Fahrtabschnitt sollen im wesentlichen der Untersuchung von Transport- und Abbauprozessen troposphärischer Spurengase und der Klärung offener Fragen im Zusammenhang mit der polaren stratosphärischen Ozonchemie dienen.

Die Verteilung troposphärischer Spurengase in der freien Troposphäre ist bislang durch Messungen kaum dokumentiert. Während in-situ Messungen nur die Bodenkonzentrationen erfassen, detektieren Satellitenmessungen die Spurengase nur oberhalb von etwa 10km Höhe. Eines der Ziele während des Fahrtabschnittes ist z.B. die Untersuchung der Ausbreitung anthropogener Substanzen, wie z.B. CO, C₂H₆ oder C₂H₂ von den Quellregionen, d.h. den Industrieregionen in Europa und Amerika, in die Polargebiete.

Erste Messungen mit unserem FTIR Spektrometer während des Fahrtabschnittes ANTIV-1 zwischen 50°N und 40 °S und eine inzwischen erfolgte Profilanalyse deuten auf eine große Variabilität der Spurengaskonzentrationen in der freien Troposphäre hin. FTIR Messungen an der Koldewey Station liefern starke saisonale Variationen der Spurengaskonzentrationen von CO, C₂H₆, C₂H₂ und CH₂O mit Maximalwerten in den Wintermonaten. Die geplanten Messungen in diesem Fahrtabschnitt lassen neue Erkenntnisse über die Ausbreitung und chemische Umwandlung einiger troposphärischer anthropogener Substanzen in der Nordhemisphäre nördlich von 50 °N erwarten.

Der stratosphärische polare Ozonabbau spielt sich im wesentlichen in großen, den Winter über weitgehend isolierten stratosphärischen Tiefdruckgebieten ab, die sich im jeweiligen Spätsommer/Herbst über den Polargebieten bilden. Weder die dynamischen Prozesse während der Bildung der Polarwirbel noch die Zusammensetzung der Luftmassen, die zu diesem Zeitpunkt in den Wirbel eingeschlossen werden, sind bislang ausreichend durch Messungen vom Erdboden dokumentiert. Für die Ozonchemie ist insbesondere die Aufteilung des stratosphärischen, anorganischen Chlorreservoirs von großer Bedeutung. In den Polarregionen wird diese Aufteilung im Laufe der jeweiligen Winter durch heterogene Chemie auf Partikeln Polarer Stratosphärischer Wolken empfindlich gestört. Große Teile des anorganischen Chlors werden dabei in aktive Verbindungen überführt, die bei Sonnenbestrahlung im Frühjahr schnellen katalytischen Ozonverlust verursachen.

Jüngere FTIR-Messungen unseres Geräts an der Koldewey Station zeigen, daß sich eine Verschiebung der Partitionierung des Chlorreservoirs in der Arktis bereits deutlich früher ergibt als erwartet. Auch der negative Trend im polaren Ozon scheint bereits deutlich früher einzusetzen, als man das bei derzeitigem Kenntnisstand der stratosphärischen Chemie erwarten würde. Die geplanten Messungen während dieses Fahrtabschnittes ermöglichen eine Untersuchung der Zusammensetzung der Stratosphäre und ermöglichen eine Beurteilung der beteiligten chemischen und dynamischen Prozesses.

2.2 Messungen persistenter organischer Schadstoffe (AWI)

Die geplanten Messungen dienen der Untersuchung der meridionalen Verteilung persistenter organischer Schadstoffe (POPs) wie PCBs, HCHs, HCB, DDT sowie einiger anderer Verbindungen. Zur Untersuchung dieser Frage wurden Luft- und

Wasserproben auf den Fahrten ANT XVII 1, 2 im Dezember 1999 bis März 2000 genommen. Die Arktisreise stellt eine sinnvolle Ergänzung der bisherigen Messungen dar und bietet die Möglichkeit, Gradienten zwischen Nord- und Südhemisphäre zu untersuchen. Anhand der parallelen Luft- und Wasserkonzentrationen lassen sich Transportflüsse zwischen Meer und Atmosphäre berechnen. Während in der Vergangenheit die Meere überwiegend als Senke anzusehen waren, wurde für einige POPs eine Umkehr des Nettotransfers vom Meer in die Atmosphäre festgestellt. Dies gilt z.B. für a-HCH in der Arktis sowie für einige PCBs in den Great Lakes in Nordamerika. Ursache hierfür waren Anwendungsverbote und dadurch verursachte Emissionsminderungen, die zu einer schnellen Abnahme der atmosphärischen Konzentrationen führten, während sich die Meerwasserkonzentrationen nur langsam dem neuen Gleichgewichtszustand annähern. Neben diesen Untersuchungen zum Austausch von POPs zwischen Ozean und Atmosphäre sollen grundsätzliche Vorgänge untersucht werden, die beim globalen Transport erfolgen. Durch temperaturabhängige Phasengleichgewichte und meridional unterschiedliche atmosphärische Abbauraten z.B. durch OH-Radikale, erfolgt eine Fraktionierung der Zusammensetzung der Gemische persistenter organischer Verbindungen. Diese Effekte lassen sich entweder auf meridionalen Schnitffahrten oder durch Langzeitmessungen an einzelnen Stationen untersuchen. Experimentelle Untersuchungen des globalen Transportes sind vor allem notwendig, um Transportmodelle zu entwickeln bzw. zu verbessern, um z.B. globale Halbwertszeiten von POPs abschätzen zu können.

2.3 Erfassung der hydrographischen Verhältnisse in der Grönlandsee (AWI)

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

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

Dabei sind u.a. folgende Fragen bisher ungeklärt:

- Behindert oder fördert Eisbedeckung die winterliche Konvektion?
- Sind die Konvektionstiefen mit dem NAO-Index korreliert?
- Wieso steigen Spurenstoffgehalte im Bodenwasser, obwohl keine tiefe winterliche Konvektion auftritt?
- Ist die Veränderung der Bodenwassereigenschaften immer durch den Einfluß tiefer Arktischer Wassermassen bedingt oder gibt es daneben andere Modifikationsmechanismen?

Es gelang bisher nicht, tiefe Konvektionsereignisse direkt zu beobachten, und wir gehen davon aus, dass schiffsgestützte Versuche hierzu geringe Erfolgsaussichten

haben, da Konvektionseignisse kleine räumliche Skalen besitzen und nur kurze Zeit dauern. Dagegen können durch Messungen von einem Schiff in zwei aufeinanderfolgenden Jahren die Vorbedingungen und Ergebnisse der Wassermassenmodifikation durch den zwischenliegenden winterlichen atmosphärischen Antrieb untersucht werden. Diese Untersuchungen führen zu Abschätzungen der Bildungsrate von Tiefen- und Zwischenwasser sowie der Wärmeinhalts- und Salzinhaltsänderungen dieser Wassermassen. Zudem tragen sie bei zur Untersuchung des Typs der Winterventilation, der hydrographischen Vorbedingungen hierfür, der Bedeutung des Zusammenwirkens von Eisbildung und Konvektion, und auch zu verbesserten Transportabschätzungen der Stromsysteme in der Grönlandsee.

Komplementiert werden diese Sommer-CTD-Untersuchungen durch Messungen mit im AWI entwickelten selbstprofilierenden Verankerungen, die tägliche Profile über die gesamte Wassersäule liefern. Hiermit werden die Zeitpunkte und Ausmaße von Veränderungen in der Wassersäule bestimmt, was eine genauere Identifizierung der Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen atmosphärischem Antrieb und Änderungen im Ozean gestattet. Auf diese Expedition sollen zwei solche Verankerungen ausgewechselt und der langjährige zonale Standardschnitt auf 75°N (ca. 53 Stationen) vermessen werden.

2.4 Nährsalzuntersuchungen (AWI)

Die meereschemischen Arbeiten stehen in engem Zusammenhang mit den hydrographischen und planktologischen Untersuchungen. Während des Grönlandsee-Schnitts, auf dem grönländischen Schelf und am Hang werden die Nährsalzkonzentrationen gemessen, um im Vergleich zu früheren Fahrten die saisonalen und jährlichen Veränderungen zu bestimmen. Phosphat und insbesondere Silikat haben sich als gute Tracer für den Ausstrom arktischen Oberflächenwassers erwiesen, da die Konzentrationen wesentlich höher sind als im Atlantischen Wasser. Konzentrationen von bis zu 30 μM Silikat in Wassertiefen zwischen 50 und 100 m wurden an der nördlichen Spitze Grönlands gemessen. Die Untersuchungen in der Grönlandsee sollen zusätzliche Hinweise auf die Tiefenwasserbildung ergeben.

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

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

2.5 Strukturcharakteristiken der Plankton-Gemeinschaften in der Grönland-See (MMBI)

Das Hauptziel der beabsichtigten Plankton-Studie besteht in der Untersuchung der grundlegenden Strukturcharakteristiken der Plankton-Gemeinschaften in der Grönland-See.

Besonderer Wert wird dabei auf taxonomische Zusammensetzung, Zelldichte und Biomasse der pelagischen Mikroalgen, des Mesozooplanktons und mit Formaldehyd fixierbarem Mikrozooplanktons gelegt ebenso wie auf ihre horizontalen und vertikalen Verteilungen in Relation zu den ozeanographischen Variablen. Es ist geplant, Proben aus der Wassersäule aus Schichten zu nehmen, die der thermolinen Struktur entsprechend gewählt werden. Probenahmen werden hauptsächlich mit Hilfe von Rosetten-Flaschen (Probe ca. 2 Liter) und dem Multinetz durchgeführt.

2.6 Benthische Besiedlungsmuster und Umsatzprozesse in Rinnensystemen der östlichen Grönlandsee (AWI)

Ziel der biologischen und biochemischen Arbeiten im BMBF-Verbundvorhaben ARKTIEF-II ist es, großskalige Besiedlungsmuster im Bereich eines hangnormalen Rinnensystems am ostgrönländischen Kontinentallhang und in der tiefen Grönlandsee zu erfassen und hier ablaufende biologische Umsatzprozesse in ihrer Bedeutung für das Ökosystem "Arktische Tiefsee" abzuschätzen. Die großräumigen Verteilungsmuster in der Aktivität und Biomasse benthischer Organismen als Indikatoren der Nahrungszufuhr-/verfügbarkeit und der Nahrungsqualität sollen mit der großskaligen Wasserzirkulation in der Grönlandsee, vor allem aber mit den advektiven Transportprozessen im Bereich der Kontinentallhänge in Beziehung gesetzt werden. Anhand der festgestellten Aktivitäten und Biomassen benthischer Organismen sollen Rückschlüsse auf die Häufigkeit und Intensität von partikelbeladenen Hangabflüssen in den Rinnensystemen sowie die biologische Verwertbarkeit des transportierten Materials gezogen werden. Die Kombination der fotografischen Registrierung größerer benthischer Organismen mit der Erfassung von großskaligen Verteilungsmuster in der Aktivität und Biomasse kleiner sedimentbewohnender Organismen durch biochemische Verfahren ermöglicht die Beurteilung, ob es sich um "aktive" oder "fossile" Rinnensysteme handelt. Schwerpunkte der geplanten Untersuchungen sind:

- die optische Erfassung der Lebensraumheterogenität (geologische und biogene Strukturen) und Kartierung der Megafaunaassoziationen in einem Rinnensystem vom Schelf in die Tiefsee,
- die Erfassung großskaliger Verteilungsmuster in der Aktivität und Biomasse der kleinen benthischen Infauna (Größenklasse: Bakterien bis Meiofauna) durch biochemische Verfahren,
- eine regionale Bilanzierung des Nahrungsbedarfs des Benthos auf der Grundlage von Biomasseverteilungen.

2.7 Marine Geologie (AWI)

Die marin-geologischen Arbeiten konzentrieren sich auf den Bereich der Grönlandsee und des ostgrönländischen Kontinentalrandes. Im Rahmen des multidisziplinären Verbundvorhabens ARKTIEF II sollen in Zusammenarbeit mit Ozeanographen, Planktologen und Benthologen die rezenten und spätquartären Sedimentationsprozesse im Bereich des submarinen Rinnensystems auf 75°N untersucht werden. Frühere Arbeiten im Rahmen des SFB 313 in Kiel zeigten, daß gravitative Massentransporte im Bereich der Kontinentalhänge des Europäischen Nordmeeres die pelagische Sedimentation deutlich überprägen können. Um den Einfluß der lateralen Sedimentzufuhr auf die holozäne und spätglaziale Sedimentation abschätzen und vertikale von lateralen Sedimentflüssen unterscheiden zu können, sollen sedimentologische, geochemische und mikropaläontologische Untersuchungen an Meereis- und Wassersäulenproben sowie Oberflächensedimenten und Kernprofilen durchgeführt werden. Die Sedimentbeprobung soll gezielt die Rinnensysteme und die angrenzenden Tiefseebereiche erfassen.

Neben diesem Schwerpunkt sollen die auf früheren Polarstern-Ausfahrten, insbesondere ARK VII/3b und ARKX/2, entlang des ostgrönländischen Kontinentalhanges gewonnenen paläozeanographischen Datensätze vervollständigt werden, um zeitlich möglichst hochaufgelöste Rekonstruktionen der Änderungen von Meereisbedeckung, Paläoproduktivität, paläozeanischer Zirkulation und Paläoklima im Spätquartär durchführen zu können.

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

- Hochauflösende stratigraphische Einstufung der Sedimentabfolgen (Isotopenstratigraphie, AMS14C-Datierungen, Magn. Suszeptibilität),
- Terrigener Sedimenteintrag und Paläoströmungsrekonstruktionen (hochauflösende Granulometrie, Ton- und Gesamtmineralogie, Schwerminerale, geochemische Tracer),
- Kartierung spezieller Sedimentmächtigkeiten (Parasound)
- Organischer Kohlenstoff-Flux, vertikal vs. lateral (Org. Geochemie, Kerogenpetrographie),
- Paläoproduktivität in der Grönlandsee: Rekonstruktionen nach organisch- und anorganisch-geochemischen Tracern (Biomarker, Biogenopal),
- Reaktionen der marinen Biota auf Umweltveränderungen (Foraminiferen, Coccolithophoriden, Diatomeen, Dinoflagellaten etc.),
- Korrelation der marinen Sedimentprofile mit GRIP-Eiskern (Rekonstruktion der Vereisungsgeschichte von Grönland)

2.8 Methan in der Wassersäule (AWI)

Ziele

Der rezente marine Methan-Kreislauf wird hauptsächlich durch atmosphärisches Methan, eingetragen durch Diffusion und konvektive Ventilation, durch fossiles Methan, freigesetzt an Gasaustrittsstellen am Meeresboden, eine mikrobielle in-situ Methan-Produktion in der oberen Wassersäule und Methanoxidation in der gesamten Wassersäule beeinflusst. Die geplanten Untersuchungen sollen dazu beitragen, die Veränderungen des Methan-Hintergrundsignals der Wassersäule durch aktive Gasaustrittsstellen am Meeresboden und durch die in-situ Produktion von Methan in der oberen Wassersäule zu verstehen und zu quantifizieren. Ziel der Untersuchungen ist die Abschätzung der Balance des rezenten marinen Methankreislaufs und die Erfassung der sich daraus ergebenden Isotopen-Fraktionierungsprozesse. Das Methanbudget der unterschiedlichen Wassermassen soll mit Hilfe der Hintergrundkonzentrationen und der Übersättigungen in der Wassersäule bestimmt werden.

Ein weiteres Ziel ist die Quantifizierung des Senken- und Quellenpotentials des nördlichen Nordatlantiks bezogen auf die atmosphärische Methanbilanz der nördlichen hohen Breiten unter besonderer Berücksichtigung untermeerischer Gasaustritte.

Konkrete Arbeitsziele sind:

- der Nachweis fossilen Methans im Tiefenwasser an rezent aktiven Gasaustrittsstellen
- die Differenzierung fossilen und atmosphärischen Methans im Tiefenwasser mit Hilfe der Isotopensignatur des Methans
- Die Abschätzung des Methan Budgets in unterschiedlichen Wassermassen
- die Messung der in-situ Produktion des Methans im Oberflächenwasser
- Die Berechnung des Methanaustausches mit der Atmosphäre an Hand von Fluxraten

Arbeiten auf See

Die geplanten Untersuchungen knüpfen an die im Rahmen der Expeditionen ARK XIII und ARK XIV durchgeführten Arbeiten zur Methan Verteilung in der Wassersäule der Framstrasse an. Mit der Rosette sollen Wasserproben aus unterschiedlichen Tiefen auf Stationen der Transekte bei 75° und 79° N genommen werden. Ebenso sollen auf Stationen auf dem Spitzbergen Schelf und Grönland Schelf Methanmessungen durchgeführt werden. In der oberen Wassersäule (200m) werden zusätzlich Wasserproben für DMSP und Spurenelementanalysen genommen. Die Messung der Methankonzentrationen erfolgt an Bord. Gasproben für Isotopen-Untersuchungen und die Proben für die Durchführung der DMSP- und ICP-MS-Messungen werden aufbewahrt und im Labor des AWI gemessen.

**CRUISE LEG ARK XVI/1- BREMERHAVEN – LONGYEARBYEN
(30.06.2000 – 30.07.2000)**

1 SUMMARY

On June 30, 2000 RV "POLARSTERN" will start for her 16th Arctic expedition from her homeport into the Greenland Sea and the Fram Strait. Scientific programmes are scheduled to begin in the vicinity of Bear Island on a hydrographic section along 75°N as far as the Greenland Shelf. The study of variations of the stratification of water masses which has been carried out since 1988, will be continued as a contribution to climate research,

The objective is a better understanding of the processes involved in bottom water renewal, the details of which are not yet known to us to a satisfactory extent. Measurements on a high accuracy standard will be carried out to take temperature and salinity. Apart from that, also the concentrations of several nutrients will be used as tracers for the water masses. In addition to these research tasks, the section serves as an area to study the seasonal and annual changes of the nutrient concentrations and for stocktaking of the plankton communities.

At the end of the section the Greenland continental slope is in the focus of interests of the participating biological and geological groups in the multidisciplinary project ARKTIEF. The benthos project aims at an assessment of the distribution patterns and activities of benthic organisms and their relevance for the ecosystem "Arctic Deep-sea".

In co-operation with the benthos group the flux of sediment into the deep-sea will be studied. It is envisaged to reconstruct the climate with a high temporal resolution in the late quaternary based on new samples together with available paleo-oceanographic data sets. Previous studies revealed that in the submarine channel systems and on the slope the lateral gravitational mass transport may overprint the pelagic sedimentation.

During this cruise leg the cycle of methane in Northern high latitudes will be investigated in all areas to be visited by the expedition with special emphasis on the research at a section off the West coast of Svalbard and in two fjords. The scientific objective is to particularly quantify the contributions of submarine archive gas venting sites.

Finally, continuous measurements of the concentrations of atmospheric trace gases and persistent organic pollutants will be performed. These measurements will supplement a program for the determination of global matter fluxes for which data already exist from Antarctica up to 50°N.

2 SCIENTIFIC ACTIVITIES

2.1 Measurements of atmospheric trace gases by solar absorption FTIR spectroscopy (AWI)

Measurement technique

The FTIR spectroscopy has been established as a suitable tool for atmospheric chemistry and physics. Using the sun or moon as light source, the total column abundances of several tropospheric and stratospheric gases can be measured by the absorption properties of the compounds. Due to the long absorption paths through the atmosphere at high solar zenith angles the technique is very sensitive. Among the species with mainly tropospheric abundances that can be studied are CO, C₂H₂, C₂H₆, CH₂O, OCS and various CFCs. Important stratospheric species include O₃, HCl, HNO₃, NO, NO₂ and ClONO₂. Due to the pressure broadening of spectral lines the analysis of isolated spectral lines allow for a few compounds (HCl, O₃ or CO) to retrieve the vertical profiles in a few atmospheric layers.

Background and aim of the campaign

The focus of the measurements during ARK XVI/1 are investigations of the transport and chemistry of tropospheric trace gases and open questions in the stratospheric ozone chemistry.

Information on the distributions of trace gas concentrations in the free troposphere are still sparse. Ground based in-situ measurements cover only the surface layer and satellite instruments are typically limited to the altitudes above 10 km. One of the aims during the cruise is for example the investigation of the transport of anthropogenic compounds, e.g. CO, C₂H₆ or C₂H₂, from the source regions (industrial regions in Europe and America) into the polar areas.

First measurements by our FTIR-spectrometer during ANTXVI-1 between 50°N and 40°S and a profile analysis yield a large variability of several tropospheric compounds in the free troposphere. FTIR observations at the Koldewey station yield strong seasonal variabilities for CO, C₂H₆, C₂H₂ and CH₂O with maximum values in winter. The measurements during this campaign will allow to study the transport processes and chemical conversion of a few tropospheric anthropogenic compounds in the northern hemisphere north of 50°N.

The stratospheric polar ozone loss occurs mainly in relatively isolated stratospheric low pressure systems that form during late summer/fall in the polar regions. Neither the dynamical processes during the formation of the vortices nor the initial chemical composition of the air masses in the vortices while they are built are sufficiently documented by ground-based measurements. The ozone chemistry during the polar winter depends to a great extent on the partitioning of the stratospheric anorganic chlorine reservoir. During the polar winter this partitioning changes dramatically due to heterogeneous reactions on the surfaces of Polar Stratospheric Cloud (PSC) particles, that can form at extremely low temperatures. A large fraction of the anorganic chlorine is converted from more passive compounds into active species, that rapidly destroy ozone after the return of the sun in spring.

Recent results from our FTIR instrument at the Koldewey station suggest that changes in the chlorine partitioning occur earlier than expected. Also, the negative trend in the polar ozone seem to occur earlier than one would expect from our

current understanding of the stratospheric chemistry. The FTIR observations during this campaign will help to study the stratospheric composition in some detail and help to draw conclusions on the chemical and dynamical processes involved.

2.2 Measurements of persistent organic pollutants (AWI)

The planned measurements shall contribute to a better understanding of the meridional distribution of persistent organic pollutants (POPs) like PCBs, HCHs, HCB, DDT and several other compounds. For this purpose air and water samples were taken on the cruise ANT XVII 1,2 from December 1999 to March 2000. This cruise to the Arctic is a good completion of the so far done measurements and offers the chance to investigate gradients between the northern and southern hemisphere. By the use of parallel air and water concentrations exchange rates between the atmosphere and the ocean can be calculated for these chemicals. Whereas the oceans were in the past regarded as a sink for these compounds now a reversal of the net transfer is observed for some POPs. Examples for such chemicals are the PCBs in the Great Lakes system and α -HCH in the Arctic Ocean. Reasons for this phenomenon were reduced emissions due to the restricted usage of PCBs and technical HCH which lead to a fast decline of the atmospheric concentrations whereas the seawater concentrations are approaching much slower to the new balance.

In addition to these investigations concerning the air-sea exchange of POPs also basic phenomena of the global transport are of interest. A meridional fractionation of the mixtures of persistent organic compounds is caused by temperature dependent phase distributions and also by the photochemical degradation reaction with OH radicals. These effects can be either studied on meridional transect cruises or by long term measurements at single stations. Experimental investigations of the global transport are first of all needed for developing and improving transport models for the prediction of the global fate of POPs.

2.3 Investigations of the hydrographic conditions in the Greenland Sea (AWI)

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

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

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

- Does ice coverage inhibit or facilitate winter convection?

- Are ventilation depths correlated with NAO index?
- How can tracer concentrations in the deep waters rise despite the lack of convective events?
- Are the changes of bottom water properties generally due to the impact of deep Arctic waters, or do other mechanisms exist which also modify the Greenland Sea Deep Water?

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

These summer investigations are complemented by self-profiling moorings which are developed in AWI. CTD-measurements are performed from top to bottom of the 3500 m deep water column. They indicate time and extent of modifications, thus helping to better identify relations between forcing and results. In 2000, two of these moorings will be redeployed, and the standard zonal transect on 75°N (approx. 53 stations) will be performed.

2.4 Investigation of nutrients (AWI)

The determinations of nutrients are closely connected with the physical and planktological investigations. The change in nutrient concentrations will be followed during the Greenland Sea transect and across the Greenland shelf and slope. In comparison with similar transects in former years, the seasonal and interannual variability will be determined. In view of the water mass determination especially silicate but also phosphate are good tracers for the outflow of upper halocline Arctic surface water along the Greenland slope. This water mass is especially rich in silicate compared to Atlantic waters. Concentrations of up to 30 μM silicate were found at the northernmost tip off Greenland at water depths of 50 to 100 m. The nutrient concentrations in the Greenland Sea will be measured to get additional indications on deep water formation.

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

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

2.5 Structural characteristics of the plankton community in the Greenland Sea (MMBI)

The main goal of proposed plankton survey is to study basic structural characteristics of the plankton community in the Greenland Sea. Special attention will be paid to the taxonomic composition, cell densities and biomass of pelagic microalgae, mesozooplankton and formaldehyde-fixable microzooplankton as well as their horizontal and vertical distributions in relation to oceanographic variables. I'll plan to sample all the water column from layers chosen depending on its thermohaline structure. The main collecting gears will be Rosett sampling bottles (sample volume of about 2 litres) and Multinet.

2.6 Benthic distribution patterns and turn-over processes in channel systems of the eastern Greenland Sea

Objectives of the planned biological and biochemical investigations within the frame of the BMBF project ARKTIEF-II are to assess large-scale distribution patterns of benthic organisms in and around channel systems crossing the eastern Greenland continental margin and the deep central Greenland Sea, and to estimate benthic processes within these areas and their relevance for the Arctic Ocean ecosystem. Large-scale distribution patterns in activity and biomass of benthic organisms as indicators for regional varying organic matter input/availability and food quality will be connected to ocean-wide circulation pattern in the Arctic Ocean and especially to advective water transport phenomena at the continental margins. Based on activity and biomass data it might be possible to estimate the frequency and intensity of particle-loaded near-bottom currents within the channels, and to evaluate the quality of the suspended matter. The combination of results from optical surveys assessing distribution patterns of the larger epibenthic fauna with activity and biomass data for small sediment-inhabiting organisms from biochemical analyses will help to determine whether a channel system is "active" or "fossil". Main subjects are:

- optical assessment of the seafloor heterogeneity (geological and biogenic structures) and evaluation of megafauna assemblages in and around channel systems,
- large-scale assessment of activities and biomasses of the smallest sediment-inhabiting organisms (range: bacteria to meiofauna) using biochemical methods,
- estimation of food requirements based on distribution patterns of benthic biomass.

2.7 Marine Geology (AWI)

The program of the marine geology group will focus on investigations in the western Greenland Sea and at the adjacent East Greenland continental margin. In the frame of the multidisciplinary research programme ARKTIEF II, the recent and late

Quaternary sedimentation processes will be studied in the region of the submarine channel system on 75°N in collaboration with biologists and oceanographers. Previous studies of the joint research programme SFB 313 in Kiel revealed that gravitative mass transports may overprint the pelagic sedimentation at the continental slopes of the Nordic Seas. Sedimentological, geochemical and micropaleontological investigations will be conducted on sea ice, water column and sediment samples in order to estimate the influence of lateral sediment transport on the Holocene and late Glacial sedimentation and to distinguish vertical from lateral sediment fluxes. The sediment sampling program will focus on transects across the channel systems and the adjacent deep sea environments.

Additionally, paleoceanographic data sets from the East Greenland continental slope which were obtained during previous cruises of RV POLARSTERN, in particular ARK VII/3b and ARK X/2, will be supplemented in order to enable high resolution reconstructions of changes in sea ice cover, paleoproductivity, paleocirculation and paleoclimate during the Late Quaternary.

The specific goals of the marine geological investigations are

- high resolution stratigraphy of the obtained sediment sections (isotope stratigraphy, AMS 14C age determinations, to environmental changes (foraminifers, diatoms, coccolithophores, dinoflagellate cysts etc.),
- correlation of marine sediment sequences with the GRIP ice core (reconstruction of Greenland's glaciation 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 fluxes, vertical vs. lateral (organic geochemistry, kerogenpetrography),
- paleoproductivity in the Greenland Sea (biomarkers, bio-opal),
- response of marine biota history).

2.8 Methane in the water column (AWI)

Objectives

The present marine methane cycle is influenced mainly by atmospheric methane transported by downward diffusion and convective ventilation into the deeper ocean, by fossil methane released from gas venting sites at the sea floor, microbial in situ methane production in the upper ocean and microbial oxidation in the whole water column. With this expedition we expect to expand the knowledge about the modification of the methane background signal by methane, released from active gas venting sites and the methane in situ production in the upper water column and to quantify these processes. The aim of our investigations is to estimate the balance between the pathways and the resultant isotopic fractionation processes as well as the methane budget in different water currents related to background concentrations and supersaturations. Another goal is to calculate sink and source capacities of water currents influenced by gas venting sites in order to estimate this marine contribution to the atmospheric methane budget at the high northern latitudes.

the specific objectives are:

- to prove the impact of fossil methane in the deep water at recently active gas venting sites
- To distinguish fossil and atmospheric methane in the deep water by the isotopic signature
- to estimate the methane budget of different water masses
- to measure methane insitu production in the surface ocean
- to calculated the methane exchange with atmosphere by flux rates

Work at Sea

The investigations continue to the field work on methane distribution in the water column performed in the Fram strait during ARK/XIII and ARKXIV in 1997 and 1998 respectively. Water sampling will be done with the rosette in different water depths for a number of stations on the 75° and 79° N transect. Furthermore methane measurements are planned on stations at the Spitsbergen shelf and the Greenland shelf. Additionally, in the upper water column (200m) water samples for DMSP and trace element analyses will be collect. Methane concentration measurements have to be done an board. Gas samples for isotopic analyses, as well as samples for DMSP and ICP-MS measurements will be stored and analysed in the home lab.

3. FAHRTTEILNEHMER/-INNEN / PARTICIPANTS ARK XVI/1

1.	Adam	Susanne	Uni Oldenburg	Student
2.	Birgel	Daniel	AWI	Geology
3.	Blothe	Oliver	AWI	Student
4.	Buck	Bela Hieron	AWI	Student
5.	Budéus	Gereon	AWI	Oceanography
6.	Chiaventone	Birgit	AWI	Assistant
7.	Damm	Ellen	AWI	Geology
8.	Deckelmann	Holger	AWI Potsdam	Electronic Technician
9.	Ducardus	Pascal-Antoin	AWI	Student
10.	Fencker	Kale	GSDG	Student
11.	Hasemann	Christiane	AWI	Biology
12.	Hartmann	Carmen	AWI	Chem. Engineer
13.	Hoheisel- Huxmann	Reinhard	DSM Brhv.	Oceanography
14.	Jutzerzenka	Karen von		Biology
15.	Kierdorf	Christop	AWI	Student
16.	Köhler	Herbert	DWD	Meteorology
17.	Koukina	Natalja	MMBI/RAS	Geology
18.	Krause	Gunther	AWI	Chief Scientist
19.	Kulescha	Friedhelm	Oktopus	Technician
20.	Lakaschus	Sönke	AWI	Chemistry
21.	Langrock	Uwe	AWI	Geology
22.	Larionov	Victor	MMBI/RAS	Biology
23.	Matthiessen	Jens	AWI	Geology
24.	Plugge	Rainer	AWI	Electronic. Technician
25.	Pols	Hans-Arnold	AWI	Meteorology
26.	Queric	Nadia Valerie	AWI	Biology
27.	Ronski	Stephanie	AWI	Oceanography
28.	Stürcken- Rodewald	Marthi	AWI	Chemistry Technician
29.	Tambke	Jens	Uni Oldenburg	Student
30.	Terbrüggen	Anja	AWI	Chemistry
31.	Vernaleken	Jutta	AWI	Student
32.	Weber	Melanie	AWI	Biology
33.	Weinzierl	Christine	AWI Potsdam	Engineer
34.	Zeeb	Dorte		Student
35.	NN		GSDG	Student

4. BETEILIGTE INSTITUTE / PARTICIPATING INSTITUTES

Adresse Address		Teilnehmer Participants
AWI	Stiftung Alfred Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße D-27568 Bremerhaven	22
AWI	Stiftung Alfred Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung Forschungsstelle Potsdam Potsdam 600149 D-14401 Potsdam	2
DWD	Deutscher Wetterdienst Seewetteramt Bernhard-Nocht-Straße D-20359 Hamburg	2
DSM	Deutsches Schifffahrtsmuseum Hans-Scharonn-Platz 1 D-27568 Bremerhaven	1
GSDG	Geological Survey of Denmark and Greenland Thoravej 8 2400 Copenhagen Denmark	3
MMBI	Murmansk Marine Biological Institute, RAS 17, Vladimirskaia Str. Murmansk 183010 Russia	2
Oktopus	Firma Oktopus Wischhofstr. 1-3, Geb. D5 D-24148 Kiel	1
Uni Oldenburg	Universität Oldenburg Carl von Ossietzky Universität Oldenburg Ammerländer Heerstraße 114-118 D-26129 Oldenburg	2

5. SCHIFFSBESATZUNG / SHIP'S CREW ARK XVI/1 and 2

Master	Dr. Boche, Martin
1. Offic	Schwarze, Stefan
Ch.Eng.	Pluder, Andreas
2. Offic	Thieme, Wolfgang
2. Offic	Fallei, Holger
2. Offic	Spielke, Steffen
Doctor	Walther, Anke
R. Offic	Koch, Georg
1. Eng	Erreth, Mon.Gyula
2. Eng	Ziemann, Olaf
3. Eng	Richter, Frank
Electron.	Bretfeld, Holger
Electron.	Muhle, Helmut
Electron.	Greitemann-Hackl, A.
Electron.	Roschinsky, Jörg
Electr.	Muhle, Heiko
Boatsw.	Clasen, Burkhard
Carpenter	Reise, Lutz
A. B.	Gil Iglesias, Luis
A. B.	Pousada, Martinez, S.
A. B.	Kreis, Reinhard
A. B.	Schultz, Ottomar
A. B.	Burzan, G. Ekkehard
A. B.	Bastigkeit, Kai
A. B.	Schröder, Norbert
Trainee	Leoson, Robin
Trainee	Henninga, Claus
Storek.	Preußner, Jörg
Mot-man	Ipsen, Michael
Mot-man	Voy, Bernd
Mot-man	Grafe, Jens
Mot-man	Hartmann, Ernst-Uwe
Mot-man	Elsner, Klaus
Cook	Haubold, Wolfgang
Cooksmate	Völske, Thomas
Cooksmate	Silinski, Frank
1. Stwdess	Jürgens, Monika
Stwdss/KS	Hußmann, Mechthild

2. Stwdess	Czyborra, Bärbel
2. Stwdess	Silinski, Carmen
2. Stwdess	Neves, Alexandre
2. Steward	Huang, Wu-Mei
2. Steward	Möller, Wolfgang
Laundrym.	Yu, Kwok, Yuen
Apprentice	Kruse, Lars
Apprentice	Wanke, Steffen

FAHRTABSCHNITT ARK XVI/2 – LONGYEARBYEN - BREMERHAVEN

(30.07.2000 – 27.08.2000)

1. Zusammenfassung und Fahrtverlauf

Der Fahrtabschnitt ARK XVI/2 führt in den nördlichen Teil des Europäischen Nordmeers (Abb. 1), um physikalische, biologische und geologische Arbeiten und Untersuchungen des Ökosystems Meereis durchzuführen.

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. Die umgewandelten Wassermassen werden im Ostgrönlandstrom nach Süden transportiert und leisten einen erheblichen Beitrag zur Erneuerung des Tiefenwassers des Weltmeeres. Die Framstraße bildet den Übergang und stellt damit auch eine Grenzregion dar, in der Organismen auf geographisch kleinem Raum verschiedenen biotischen und abiotischen Einflüssen ausgesetzt sind. Diese Einflüsse können sich in unterschiedlichen Diversitäts- und Verteilungsmustern der Organismen in Eis, Ozean und Sediment widerspiegeln.

Die Intensität des Wasseraustauschs 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. Die Transporte unterliegen starken Fluktuationen, so daß Zeitreihen mit hoher horizontaler Auflösung über mehrere Jahre gemessen werden müssen, um aussagekräftige Werte zu erhalten. 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. Die Messung von Spurenstoffen, wie Radionukliden aus europäischen Wiederaufbereitungsanlagen oder natürlichen Sauerstoffisotopen, erlaubt ebenfalls Ausbreitungs- und Transportabschätzungen atlantischer und arktischer Wassermassen.

Die biologischen Arbeiten konzentrieren sich auf den Meeresboden und das Meereis. Untersuchungen in der Tiefsee, für die unter anderem ein neu entwickelter Freifall-Lander eingesetzt wird, gelten der Zusammensetzung benthischer Gemeinschaften und dem Lebenszyklus ausgewählter Arten. Die das Tiefseebenthos dominierenden Nematoden werden mit molekulargenetischen Methoden auf ihre arktischen Spezifikation geprüft. Ferner wird die Kohlenstoffremineralisierung durch die benthische Lebensgemeinschaft untersucht. Auf dem Ostgrönlandschelf stehen benthische Bryozoengemeinschaften im Blickpunkt des Interesses.

Die geologischen Arbeiten dienen der zeitlich möglichst hochaufgelösten Rekonstruktion der Änderungen von Meereisbedeckung, Paläoproduktivität, paläozeanischer Zirkulation und Paläoklima im Nordpolarmeer und in den angrenzenden Kontinentalrandgebieten im Spätquartär.

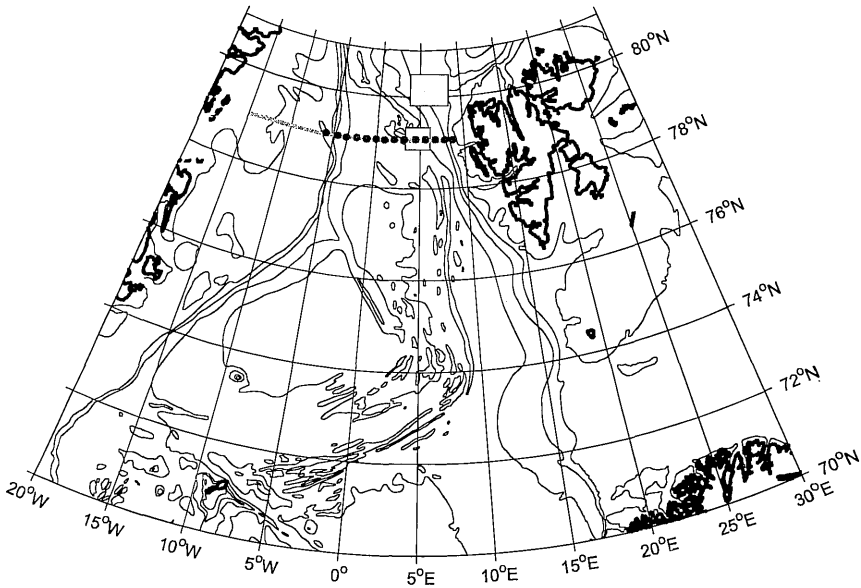
Das mehrjährige Packeis des Nordpolarmeeres bildet ein ausgeprägtes Ökosystem. Hier soll die gesamte Meereislebensgemeinschaft (Viren bis Metazoen) qualitativ und quantitativ erfasst werden, d.h. sowohl die Organismen innerhalb des Eises als auch diejenigen, die unmittelbar unter dem Eis leben. Besonderes Augenmerk gilt den speziellen Anpassungen der Eisorganismen zur Überbrückung des polaren Winters sowie der Dynamik des Nahrungsnetzes der sympagischen Lebensgemeinschaft. Weitere Arbeiten gelten dem Einfluss dominanter Zooplankter auf die kryo-pelagisch-benthische Kopplung.

Die Reise beginnt am 30. Juli 2000 in Longyearbyen. Auf einem Transekt entlang 79°N werden Messungen der Vertikalverteilung von Temperatur und Salzgehalt durchgeführt sowie Wasserproben genommen, um Spurenstoffe zu messen. Parallel werden Netzfänge ausgeführt und Sedimentkerne gezogen, letztere auch auf dem Yermak-Plateau. Ferner werden 11 ozeanographische Verankerungen aufgenommen und 14 wieder ausgelegt (Tab. 1), ebenso eine Sinkstofffallenverankerung auf der AWI-Tiefsee-Langzeitstation ("AWI-Hausgarten"). Hier und im Molloy Deep wird ein Freifall-Lander zur Messung biologischer und physikalischer Parameter eingesetzt. Auf Eisstationen werden biologische Prozesse in und unter dem Eis untersucht. Dazu werden Eisproben erbohrt und Netze, Videogeräte und Sedimentfallen eingesetzt.

Tab. 1 Verankerungsaufnahmen und -auslegungen

Verankerungs ID	Position Breite	Position Länge	Wassertiefe/m	
V1-3	78°50.3'N	08°37.7'E	330	R,D
V2-3	78°51.1'N	08°21.1'E	755	R,D
V3-3	78°50.1'N	07°56.6'E	1035	R,D
V4-3	78°50.0'N	06°55.5'E	1505	R,D
V5-3	78°49.4'N	06°27.3'E	1990	R,D
V6-3	78°49.8'N	05°00.4'E	2640	R,D
V7-3	78°48.5'N	04°02.7'E	2305	D
V8-3	78°49.9'N	02°33.8'E	2470	D
V9-3	78°59.6'N	00°16.3'E	2480	D
V10-3	79°00.2'N	02°02.6'W	2580	R,D
V11-3	79°00.9'N	03°01.1'W	2365	R,D
V12-3	78°58.8'N	04°15.3'W	1795	R,D
V13-3	78°58.3'N	05°18.7'W	1030	R,D
V14-3	79°01.7'N	06°50.8'W	282	R,D

R: Aufnahme, D: Auslegung



Working area during ARK XVI-2

- Dots: moorings; line: hydrographic and tracer section;
- grey area: geological and biological programs

Abb.1 Fahrtroute während ARK XVI/2.

2. Wassermassenaustausch zwischen Nordpolarmeer und Atlantik

2.1 Zirkulation in der Framstraße (AWI, NPI, UEA)

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 Spurenstoffe zu messen. Ferner werden 11 ozeanographische Verankerungen aufgenommen und 14 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 Projekte "OPEC" (Oceanic Processes and European Climate) und "ORCA" (Ocean Response to Climate Regimes in the European Arctic and Nordic Seas) mitfinanziert wird.

2.2 Transport künstlicher Radionuklide mit Meeresströmungen, Meereis und Sedimenten (NRPA)

Verschiedene Ursachen tragen zur radioaktiven Verunreinigung in der Arktis bei. Nach heutigem Kenntnisstand sind die Hauptquellen der Verunreinigung globaler radioaktiver Niederschlag (global fallout) von Kernwaffentests in der Atmosphäre, Abwässer von der Wiederaufbereitungsanlage Sellafield (Großbritannien), und der Fallout vom Reaktorunfall Tschernobyl (Ukraine). Die Kernwaffentests in der Atmosphäre, hauptsächlich durchgeführt in den 50er und 60er Jahren, führte zu radioaktiver Verunreinigung in der Atmosphäre, die dann als Niederschlag die Ozeane erreichte. Dieser globale Fallout hat zu einer sehr gleichmäßigen Verteilung von Radionukliden in den Oberflächenschichten der Ozeane (mixed layers) geführt. Im Gegensatz dazu haben die schwach radioaktiven Abwässer von Sellafield, die in zeitlich nicht konstanten Mengen in die Irische See abgelassen werden, zu einer variableren Verteilung geführt. Teile der Baltischen Region und angrenzende Gebiete wurden durch den Unfall in Tschernobyl 1986 stark kontaminiert. Derzeit werden Radionuklide, die auf den Tschernobyl Unfall zurückgehen, mit dem Norwegischen Küstenstrom (Norwegian Coastal Current) zur Arktis transportiert. Entsprechend hängt der Anteil dieser radioaktiver Stoffe in der Arktis stark von den jährlichen Abflussraten der in die Ostsee mündenden Flüsse und vom Transport von Wassermassen aus der Ostsee ab.

Wir wollen den gegenwärtigen Transport künstlicher Radionuklide mit Meeresströmungen sowohl in den Arktischen Ozean über den östlichen Teil der Framstrasse, als auch aus dem Arktischen Ozean nach Süden in den westlichen Teil der Framstrasse und in den Nordatlantik untersuchen. Wir sind interessiert, Probennahmen auf Vertikalprofilen der Wassersäule entlang eines Ost-West-orientierten Schnitts durchzuführen, für die sowohl leicht als auch schwer lösliche Radionuklide bestimmt werden sollen, um deren Konzentrationen und die wesentlichen Transportprozesse zu erfassen. In diesem Zusammenhang ist für uns die Zusammenarbeit an Bord mit den anderen Ozeanographen von besonderer Bedeutung.

Apparent nitrate utilization (ANU) ist ein Tracer, der für die Identifikation der Fließmuster von Wassermassen unterschiedlichen Ursprungs geeignet ist. Dieser

Tracer basiert auf einem Modell zur Mischung zwischen verschiedenen Wassermassen, unter der Berücksichtigung von Salinität, ^{18}O , und der Massenerhaltung. Es ist deshalb auch wünschenswert, Wasserproben zur ^{18}O und Nitratbestimmung zu nehmen (100 mL pro Probe).

Meereiskerne und Sedimentproben von Eisoberflächen sollen Hinweise geben, in welchem Ausmaß Radionuklide durch Eistransport in die Framstrasse gelangen. Die marinen Sedimente in der Framstrasse enthalten signifikante Anteile eistransportierten Materials, welches von schmelzendem mehrjährigem Eis stammt. Die Meeresbodensedimente können wichtige Informationen über historische Ereignisse radioaktiver Verunreinigung liefern. Schwer lösliche Radionuklide können durch verschiedene Prozesse (Adsorption an sinkende Partikel, Aufnahme durch Phytoplankton und späteres Absinken als detritus) von der Wassersäule ins Sediment übergehen/absinken. Mit Hilfe eines Grosskastengreifers (GKG) sollen an den gleichen Stellen, an denen auch Wasserproben genommen werden, Meeresbodensedimente der obersten 30 cm beprobt werden.

Weitere Ursachen für radioaktive Verunreinigung in der Arktis sind nuklearindustrielle Anlagen an den Nebenflüssen der Russischen Flüsse Ob und Jenissej. Radionuklide von dort könnten über die Flüsse in die Karasee und dort mit Hilfe des Meereises den Arktischen Ozean, die Framstrasse und den Nordatlantik erreichen. Um entsprechende Transportmechanismen besser zu verstehen, sollen Eiskerne von mehrjährigem Eis erbohrt werden. Wo möglich, sollen auch Proben von Sedimenten an der Eisoberfläche direkt genommen werden.

Meerwasser soll in je 4 verschiedenen Tiefen an 5 ausgewählten Stationen gesammelt werden. Für jede Einzelprobe werden mindestens 600 Liter Meerwasser benötigt: Je 100 Liter für die Bestimmung der leicht löslichen Tracer ^{99}Tc und ^{129}I , 200 Liter für die Bestimmung von Radiocäsium, und 200 Liter die Bestimmung von Pu Isotopen. Meerwasser für die Bestimmung der leicht löslichen Radionuklide soll an Bord ohne weitere Behandlung gelagert werden (4000 Liter). Für die Cäsiumbestimmung wird das entsprechende Wasser durch eine Filtrierungsanlage gepumpt, und die Filter werden für spätere Messungen aufbewahrt. Meerwasser für Pu-Isotopenbestimmungen kann durch Ausfällung von 200 auf 10 Liter per Probe reduziert werden.

Meereis wird mit einem 4" Kernbohrer beprobt. Einige Kerne sollen an Bord geschmolzen werden (u.a. auch zur Sedimentseparation), andere sollen gefroren gelagert und nach Bremerhaven und später Norwegen für weitere Messungen transportiert werden. Makroskopisch sichtbare Sedimente auf der Meereisoberfläche sollen ebenfalls beprobt und ähnlich wie die Meeresbodensedimente untersucht werden. Die Probennahme von Schnee und von Wasser aus Schmelztümpeln ist ebenfalls geplant. Diese Proben sollen, ebenso wie die Wasserproben aus geschmolzenen Eiskernen, auf ausgewählte Radionuklide hin untersucht werden. Die Wahl der Messungen hängt hier stark von den zur Verfügung stehenden Volumina ab.

Meeresbodensedimente sollen an mindestens 10 Stationen beprobt werden (an identischen Lokationen wie für die Wasserbeprobung). Die Sedimentkerne werden tiefenabhängig unterteilt und an Bord gelagert. Später sind daran Analysen auf Gammastrahlen-emittierende Isotope und Pu Isotope im Labor des NRPA in Østerås,

Norwegen, geplant. Sedimentologische Parameter wie Sedimentationsraten sollen über radiometrische Datierungen (^{230}Th oder ^{231}Pa) und Korngrößenverteilungen bestimmt werden.

3. Tiefseebiologie

3.1 Verwertung von „Large food falls“ (AWI, IAP, IOPAS)

Die geplanten Arbeiten werden sich regional auf die Tiefsee - Langzeitstation auf 79 Grad nördlicher Breite und 4 Grad östlicher Länge konzentrieren. Auf der Anreise werden mehrere Großkastengreifer zur quantitativen Auswertung auf Meio- und Makrofauna genommen. Diese Arbeiten dienen dem Ziel, bislang vorliegende Ergebnisse zu benthischen Besiedlungsmustern im Kongsfjord um solche aus angrenzenden, tieferen Stationen zu ergänzen. Diese und weitere Arbeiten stellen Beiträge zu nationalen und internationalen Forschungsprojekten dar.

Die vorgesehenen Arbeiten im Bereich der Langzeitstation umfassen Untersuchungen zur Zusammensetzung benthischer Gemeinschaften, Untersuchungen zum Lebenszyklus ausgewählter Arten sowie Köderexperimente. Die Auswertung quantitativer Proben hinsichtlich Diversitätsindizes und Gemeinschaftsanalyse dient auch dem Ziel, bereits vorliegender Datensätze des letzten Jahres zu vervollständigen.

Im Mittelpunkt unserer geplanten Vorhaben stehen während der Expedition ARK XVI/2 demzufolge:

Gemeinschaftsanalyse und Lebenszyklen ausgewählter Arten:

- Beschreibung der Struktur und Zusammensetzung benthischer Gemeinschaften, insbesondere ihre Diversität, Abundanz-, Biomasse- und Dominanzverhältnisse.
- Untersuchungen zu Lebenszyklus, Wachstum und Alter ausgewählter Schlüsselarten.

Autökologie und Physiologie von Schlüsselarten:

- Klärung der Frage, wie benthische bzw. benthopelagische Wirbellose auf quantitative und qualitative Unterschiede in der Nahrungsverfügbarkeit reagieren (hinsichtlich Reproduktion, Physiologie, Fettsäurezusammensetzung).
- Untersuchungen zum Themenkomplex, wie schnell und wie viele der nekrophagen Krebse wie z.B. *Eurythenes gryllus* nach Verankerung von Köderfischen erscheinen, läßt sich eine bestimmte Richtung aus der die Krebse erscheinen feststellen, wie lange verweilen sie durchschnittlich und wohin und wie weit entfernen sie sich nach der Nahrungsaufnahme ?
- Beantwortung der Frage, ob die durch ausgelegte Köder angelockten Nekrophagen Angehöriger lokaler Populationen oder temporäre Einwanderer sind.
- Experimentelle Untersuchungen zur Frage, ob Nekrophage nachweisbare Nahrungspräferenzen zeigen.

Einzusetzende Geräte sind der Multicorer, Großkastengreifer, Epibenthoschlitzen und ggfs. der Agassiztrawl. Außerdem soll eine Sinkstofffallenverankerung im Bereich der Langzeitstation ausgelegt werden, die im nächsten Jahr wieder aufgenommen werden soll. Zusätzlich werden neu entwickelte Geräte wie z.B. ein Freifall-Lander, ausgestattet mit Zeitrafferkamera und Scanning Sonar eingesetzt. Ergänzend kommen mit akustischen Auslösern bestückte Reusen zum Einsatz, um nekrophage Krebse qualitativ zu gewinnen. Wir planen *Eurythenes gryllus* erstmalig zu halten, und mit lebenden Individuen dieser Art weiterführende Experimente im Institut durchzuführen.

3.2 Kohlenstoffremineralisierung durch die benthische Lebensgemeinschaft (AWI)

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

Um die Rolle des Benthos im Kohlenstoffkreislauf erfassen und quantifizieren zu können, sollen Sauerstoffverbrauchsmessungen am Meeresboden durchgeführt werden. Der *in situ* Sauerstoffverbrauch durch die benthische Lebensgemeinschaft wird mit Hilfe eines Freifallrespirometers ermittelt. Das Freifallgerät besteht aus einem Rahmengestell, Auftriebskörpern, zwei Inkubationskammern, die ca. 4000 cm Sediment und 4 l Wasser umschließen und einer Meßeinheit, die die Abnahme des im Wasser gelösten Sauerstoffs mit Hilfe von polarographischen Sensoren über die Zeit registriert. Geplant sind mind. 3 Einsätze des Freifallrespirometers im Bereich der AWI-Tiefsee-Langzeitstation (AWI-"Hausgarten") westlich von Spitzbergen (2500m) sowie im Molloy Deep, der tiefsten Senke des Arktischen Ozeans (5500m). Die Inkubationszeiten werden jeweils 48-72 Stunden betragen.

3.3 Kleinräumige Variabilität von Nano- und Meiofauna in arktischen Tiefsee-Sedimenten (AWI)

Das Leitthema unserer Arbeitsgruppe umfaßt die Auswirkung kleinräumiger Störungen auf die Zusammensetzung benthischer Lebensgemeinschaften. Es wird versucht, Heterogenität und Biodiversität des sedimentären Habitats als Ergebnis interagierender Gradienten physikalischen, chemischen und biologischen Ursprungs zu verstehen und zu beschreiben.

In ersten Untersuchungen werden wir die kleinskalige Verteilung bakterieller Gemeinschaften untersuchen, um diese in Beziehung zu Verteilungsmustern der benthischen Meio- und Makrofauna setzen zu können. Die Charakteristika unterschiedlicher Sedimentsysteme hinsichtlich biologischer Gradienten werden im Vergleich der Stationen "Langzeitstation" und "Molloy Deep" untersucht. Es ist geplant, die Probennahmen im Zuge der Expedition ARK XVI/2 mit Hilfe eines Multicorers durchzuführen; die Sedimentkerne werden in Zentimeterabschnitte unterteilt und für folgende Analysen vorbereitet:

- Vertikales Verteilungsmuster von Bakterien und Meiofauna in Tiefseesedimenten
- Bakterielle und meiobenthische Biodiversität mittels molekularbiologischer Methoden
- Produktion benthischer Bakteriengemeinschaften anhand von Isotopenmarkierung
- Enzymatische Abbauraten
- Verfügbarkeit, Abbaubarkeit und Verteilung auto- und allochtoner Nährstoffkomponenten

Auf den Ergebnissen, die im Zuge dieser Expedition erhalten werden, sollen weiterführende Untersuchungen zur Interaktion zwischen mikrobiellen Gemeinschaften und Meiofauna als strukturierende Kraft in arktischen Tiefsee-Sedimentsystemen aufbauen.

3.4 Molekulargenetische Untersuchungen zur Ermittlung kleinskaliger Heterogenitätsmuster an Populationen von Tiefseeneematoden des arktischen Ozeans (AWI)

Innerhalb des Tiefseemeiobenthos stellen die Nematoden den größten Biomasseanteil. Bisherige Untersuchungen zu Tiefseeneematoden basieren in der Hauptsache auf morphologischen Studien und sind beeinflusst von der Annahme, es handele sich hier um ein strukturloses, genetisch offenes Habitat. Gerade in dieser morphologisch oft homogenen Gruppe scheint das unzureichend. Taxonomische Untersuchungen allein können keine Aussage über den Grad der Spezialisierung oder die Struktur von Populationen treffen, da solche Differenzierungen nicht notwendigerweise mit morphologischen Unterschieden einhergehen. Nur wenn einzelne Arten innerhalb eines Systems genau definiert werden können, lassen sich räumliche (groß- und kleinskalige) Verbreitungsgrenzen erkennen. Dies ist eine Voraussetzung, um Rückschlüsse auf ökologische Diversitätsgradienten in der Tiefsee ziehen zu können sowie artspezifische Wechselwirkungen zu erkennen. Um Informationen über Variabilität zwischen Arten und auf Populationsebene zu bekommen, ist es nötig, über morphologische Beschreibungen hinauszugehen und Biodiversität in der Tiefsee zusätzlich auf molekulargenetischer Ebene zu untersuchen.

Konstant niedrige Wassertemperaturen und eine ausgeprägte Saisonalität in Eisbedeckung, Lichtangebot und Primärproduktion sind Merkmale des arktischen Meeresgebietes. Der arktische Ozean ist ein von Land umgebener Ozean, der durch die Bering- und die Framstraße mit dem borealen Pazifik bzw. Atlantik verbunden ist.

Die heutigen benthischen Strukturen werden als Ergebnis langfristiger, unterschiedlicher biologischer und physikalischer Prozesse im Ökosystem angesehen.

Die Framstraße stellt eine Grenzregion zur zentralen Arktis dar. Das Benthos dieser Region ist auf geographisch kleinem Raum verschiedenen biotischen und abiotischen Einflüssen ausgesetzt. Diese Einflüsse können sich in unterschiedlichen Diversitäts- und Verteilungsmustern der benthischen Fauna widerspiegeln.

Unter der Annahme, daß Heterogenität hauptsächliche Ursache für Diversität ist, sollte ein Gebiet mit hoher biologischer Heterogenität der Habitate (ostgrönländischer Kontinentalhang) auch höchste Diversitäten innerhalb der benthischen Fauna aufweisen. Andererseits ist eine Abnahme der Diversität in Regionen mit niedriger biologischer Heterogenität der Habitate (Molloy Deep und Hayes Deep) zu erwarten. Um kleinskalige Heterogenitätsmuster an Populationen von Tiefseemotoden zu ermitteln, sollen Sedimentproben entlang eines Tiefengradienten (in Tiefenstufen von 500 m bzw. 1000 m) über einen Transekt unterschiedlicher Wassertiefen am Kontinentalhang westlich von Spitzbergen, dem Grönlandschelf sowie aus der zentralen Framstraße genommen werden. Die Wahl der Stationen erfolgt in Abstimmung mit den Mitgliedern der AG Tiefseegradienten sowie mit allen anderen Arbeitsgruppen.

Hierzu wird ein videounterstützter Multicorer eingesetzt. Den gewonnenen Sedimentproben werden Unterproben entnommen. Soweit möglich, sollen aus den Unterproben Nematoden an Bord aussortiert und in flüssigem Stickstoff konserviert werden. Alternativ werden die Proben für spätere Untersuchungen an Land bei -80° schockgefroren.

4. Untersuchungen zu Bryozoen-Gemeinschaften in der westlichen Framstraße (GPI)

Die rein systematische Bestandsaufnahme der Bryozoen ist für die polaren Schelfe weit fortgeschritten, die Rolle der Bryozoen in den Ökosystemen ist jedoch noch weitgehend unbekannt. Während in Barentssee und auch auf dem südwestlichen Spitzbergenschelf eine epibenthische Filtriergemeinschaft vorherrscht, dominieren auf der Belgica-Bank zwar epibenthische Arten, allerdings sind es hier überwiegend keine sessilen Suspensionsfresser. Bryozoen der subarktischen Schelfe zeigen eine deutliche, vom Substrat und der Hydrographie der Bodenwassermassen kontrollierte Tiefenzonierung. Auch für die Bodentiergemeinschaft der Belgica-Bank wird eine Tiefenzonierung beschrieben, wobei Bryozoen jedoch nicht in die Untersuchungen miteinbezogen wurden. Ein ganz anderes Bild zeigt sich am Seamont Vesterisbanken in der zentralen Grönlandsee. Der Seamont wird von ausgedehnten Schwamm-Bryozoen-Matten, Bryozoen-Dickichten und Schwamm-Bryozoen-Mounds bis in Wassertiefen von 1000 m bedeckt. Die in Kolonien lebenden Arten dieser beiden Taxa prägen das ganze Ökosystem.

Ziel der vorgesehenen Arbeiten sind daher:

- Bildauswertung zur Untersuchung der Verteilung, Siedlungsdichte und Struktur der Bryozoen-Gemeinschaften;
- Faunistische Bearbeitung der Bryozoen zur Analyse der Bedeutung der Wassermassen für die Verbreitung der Arten;
- Untersuchungen zum strukturbildenden Potential der Bryozoen, die in verschiedenen Ökosystemen unterschiedlich an der Gestaltung ihres Lebensraumes beteiligt sein können: In welchem Umfang bauen Bryozoen Substrat auf oder schaffen durch Substratabbau neue Lebensräume;
- Analyse der Siedlungsstrukturen und -geschichte der Gemeinschaften anhand spezieller Siedlungsstrategien und Sukzessionen von Bryozoen in den Bryozoen-dominierten Benthosgemeinschaften;
- Untersuchungen von Wachstumsrhythmen an Bryozoenskeletten und ihre Zuordnung zu Umweltsignalen als Ausdruck für die Saisonalität und die Interpretation von Lebenszyklen;
- Untersuchungen zu Wuchsformen an Bryozoen, um die sehr verschiedenen Lebensformtypen und deren Anpassung an ihren Lebensraum zu analysieren.

5. Mikrobiologie (AWI)

Die bakteriellen Gemeinschaften von Meereis und Schmelztümpeln aus unterschiedlichen Bereichen des arktischen Ozeans sollen auf Biomasse, Aktivität, Diversität und physiologisches Potential in Abhängigkeit von physiko/chemischen Bedingungen und biologischen Parametern untersucht werden. Mit unterschiedlichen mikrobiologisch/molekularbiologischen Ansätze soll Aufschluß über die Dynamik der bakteriellen Besiedlung in Bezug auf Alter und Charakter des Eises erhalten sowie das Vorkommen und die Leistung verschiedener physiologischer Gruppen ermittelt werden. Ein Teil dieser Meereisuntersuchungen wird im Rahmen des BMBF-Projektes „Neue Naturstoffe aus Meereisbakterien“ durchgeführt, bei dem das Potential des Sekundärstoffwechsels von Meereisbakterien untersucht wird.

Neben den Meereisuntersuchungen sollen die Arbeiten an den bakteriellen arktischen Tiefseegemeinschaften fortgesetzt werden. Die arktische Tiefsee unterscheidet sich von dem Tiefseebereich anderer Ozeane durch eine ausgeprägte laterale Advektion von den eurasischen Schelfen sowie durch einen geringen vertikalen Partikeleintrag aufgrund ganzjähriger Eisbedeckung. Einerseits soll der Einfluß dieser Parameter auf Struktur und Aktivität der bakteriellen pelagischen und benthischen Tiefseegemeinschaften im Vergleich zu jenen des Antarktischen Ozeans erfaßt werden, andererseits soll auch der Auswirkung von physikalisch/chemischen und biologischen Gradienten im kleinskaligen Bereich nachgegangen werden. Für die Gradienten-Untersuchungen wurde letztes Jahr eine Dauerstation eingerichtet. Diese soll wieder aufgesucht und Veränderungen in der Struktur und Aktivität der bakteriellen Gemeinschaften mit bewährten Methoden überprüft werden.

6. Marine Geologie (AWI, GEOMAR)

Der Fokus des Programms der marin-geologischen Arbeitsgruppe liegt auf einer zeitlich möglichst hochaufgelösten Rekonstruktion der Änderungen von Meereisbedeckung, Paläoproduktivität, paläozeanischer Zirkulation und Paläoklima im Arktischen Ozean und den angrenzenden Kontinentalrandgebieten im Spätquartär. Die geplanten Untersuchungen im Bereich der Framstrasse und den angrenzenden Meeresgebieten 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 paläozeanographische und paläoklimatische Veränderungen im Nordpolarraum während des Quartärs und deren Beziehung zur globalen Klimaentwicklung aufzuzeigen.

Darüber hinaus konnten innerhalb der letzten Jahre Hochakkumulationsgebiete auf der Westflanke des Yermakplateaus beprobt werden, die eine ultrahochauflösende Rekonstruktion des letzten Interglazial/Glazial/ Interglazialzyklus' im Allgemeinen und der letzten 15 000 Jahre im Speziellen ermöglichen. Dieser Bereich des Yermakplateaus bildet eine Schlüsselposition zwischen Arktischem und Atlantischem Ozean.

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

- Hochauflösende stratigraphische Einstufung der Sedimentabfolgen (Isotopenstratigraphie, AMS¹⁴C-Datierungen, 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, Biogenopal),
- Reaktionen der marinen Biota auf Umweltveränderungen (Foraminiferen, Coccolithophoriden, Diatomeen etc.),
- Korrelation der marinen Sedimentprofile mit GRIP-Eiskern (Rekonstruktion der Vereisungsgeschichte von Grönland)

7. Multidisziplinäre Untersuchungen am arktischen Packeis

7.1 Biologie und Ökologie der sympagischen Gemeinschaften (IPÖ)

Das Meereis bedeckt zwischen 7 (Sommer) und 14 (Winter) Millionen km² des Arktischen Ozeans. Die Grönländische See bildet die Hauptausstromregion von mehrjährigem Packeis aus dem Arktischen Ozean in den Nordatlantik. Die

Untersuchungen im Rahmen dieser Expedition beinhalten chemische, physikalische und biologische Studien am Packeis dieser Region. Hierbei sollen Kurzzeitstationen (12-24h) zur Probengewinnung 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 700nm 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 Lipidspeicherstoffen, gelegt werden. Taxonomische Untersuchungen werden sich speziell mit den bisher wenig Beachtung findenden Eisflagellaten auseinandersetzen. Hierzu soll Lebendvideomikroskopie von Eisproben an Bord Polarsterns 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 Vertikalverteilung einzelner Gruppen der sympagischen Meiofauna von anderen Parametern wie z.B. der Temperatur, der Salinität geschmolzener Eiskernsegmente, des Volumens des Solekanalsystems, des Chlorophyll *a*-Gehaltes und der bakteriellen Biomasse wird ermittelt. Die neu gewonnenen Daten stellen eine Ergänzung zu Ergebnissen früherer Expeditionen dar.

Die Grenzschicht zwischen dem Meereis und dem Pelagial ist ein eigener Lebensraum mit speziellen abiotischen (z.B. Temperatur, Salzgehalt) und biotischen Faktoren (z.B. Nahrungsangebot), die auch saisonal variieren. Besiedelt wird dieser Lebensraum (1) von autochthonen Untereis-Amphipoden (*Apherusa glacialis*, *Onisimus* spp., *Gammarus wilkitzkii*), die direkt an der Eisunterseite leben und dort ihren gesamten Lebenszyklus durchlaufen und (2) von allochthoner Sub-Eis Fauna, also Organismen, die entweder aus dem Eisinneren oder dem Pelagial stammen und sich zeitweise, z.B. zum Fressen oder in bestimmten Lebensstadien, in der Grenzschicht aufhalten.

Neben den Standardmessungen zu Artenvielfalt, Abundanz und Biomasse der Untereis-Fauna sollen im Laufe dieser Expedition auch Untersuchungen zur kleinräumigen Verteilung in Abhängigkeit von verschiedenen Umweltparametern durchgeführt werden. Dazu werden ein Untereis-Video, ein Untereis-Pumpsystem und verschiedene Netze zum Einsatz kommen. Die Gewinnung von größeren Mengen an Lebendmaterial (z.B. aus Köderfallen) für Experimente (z.B. Ingestions-, Respirations-, Exkretionsmessungen) ist ein weiterer Schwerpunkt dieser Expedition.

7.2 Geochemische und strukturelle Eigenschaften des Meereises (UH)

Entlang der Transpolar drift transportiert arktisches Meereis Sedimente, die aus dem Bereich des sibirischen Schelfes stammen. Mit diesen Sedimenten werden auch Spuren- und Schwermetalle transportiert. Ziel unserer Untersuchungen ist die Bestimmung der Konzentrationen bestimmter Spuren- und Schwermetalle in Meereisproben und im Oberflächenwasser. Der Bildungsort des Meereises soll mit Hilfe stabiler Isotope ermittelt werden. Ein weiteres Ziel unserer Untersuchungen ist die Bestimmung des Einflusses des Eis-Schmelzwassers auf die Geochemie des

arktischen Oberflächenwassers. Es gibt einige Hinweise darauf, dass das Schmelzwasser des Meereises eine wichtige Quelle für Spurenmetalle im Oberflächenwasser des arktischen Ozeans ist.

Die Untersuchungen werden mit Studien aus der nur saisonal eisbedeckten Ostsee verglichen und sollen für einen Vergleich der Bedeutung von eisassoziierten Spurenmetallen in diesen beiden Meeresgebieten herangezogen werden.

7.3 Zur Energetik höherer trophischer Ebenen –die Schlüsselrolle dominanter Zooplankter und Vertebraten im Energiefluß eisbedeckter Polarmeere (MAZUB)

Wissenschaftliche Ziele:

Im Rahmen des Forschungsvorhabens soll der Einfluß dominanter Zooplanktonorganismen und mariner Wirbeltiere auf den Energiefluß in der Grönlandsee quantifiziert werden, um deren Bedeutung für kryo-pelago-benthische Koppelungsprozesse in eisbedeckten Gebieten zu entschlüsseln.

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. Krypipelagische Amphipoden der Gattungen *Apherusa* und *Onisimus* beweideten den Algenrasen an der Unterseite des Eises. Copepoden und herbivore Amphipoden bilden ihrerseits die Nahrungsgrundlage für die carnivoren Amphipoden *Themisto libellula* und *Gammarus wilkitzkii* sowie für die krypipelagischen Fischarten *Boreogadus saida* (Polardorsch) und *Arctogadus glacialis*. Eine überschaubare Anzahl dominanter Schlüsselarten bildet somit das Bindeglied zu den höheren trophischen Ebenen des Nahrungsnetzes.

In den Polargebieten spielen vor allem Seevögel und Robben als Endkonsumenten eine bedeutende Rolle. Die europäische Arktis gilt als einer der wichtigsten Lebensräume für Seevögel weltweit. Der Brutbestand an Meeresvögeln in Norwegen, Island, Ostgrönland, Svalbard und auf den kleineren nordost-atlantischen und arktischen Inseln wird auf ca. 25 Millionen Individuen geschätzt. Mehr als 30 Seevogelarten sind aus dem Gebiet des Barentsmeers bekannt. Darunter zählen der Krabbenraucher (*Alle alle*), die Dreizehenmöwe (*Rissa tridactyla*), die Trottellumme (*Uria aalge*) und die Dickschnabellumme (*Uria lomvia*) zu den häufigsten. Insbesondere von den Alkenarten ist bekannt, daß sie einen großen Teil ihrer Nahrung in Eisrandgebieten sammeln.

Insgesamt fünf Robbenarten sind im atlantischen Sektor der Arktis mit dem Meereis assoziiert. Als typische Bewohnerin der Meereiszone ist die Ringelrobbe mit 6-7 Millionen Individuen in der gesamten Arktis verbreitet. Sie ernährt sich opportunistisch, im Winter vor allem von den krypipelagischen Fischen *Arctogadus glacialis* und *Boreogadus saida* und im Sommer von planktischen Krebstieren, wie *Themisto libellula*. Die Grönlandsee ist außerdem ein wichtiges Fortpflanzungsgebiet für Sattelrobben. Auf dem Westeis zwischen Jan Mayen und Grönland wurde der Bestand 1996 auf 286.000 Alttiere und 60.000 Neugeborene geschätzt.

Der gegenwärtige Stand der Forschung belegt eine direkte Kopplung eisassoziiertes pelagischer Organismen (Zooplankton, Fische, Seevögel und Robben) an die Primär- und Sekundärproduktion der Meereis-Lebensgemeinschaft. Eine quantitative Abschätzung der Bedeutung höherer trophischer Ebenen für kryo-pelagische Kopplungsprozesse in der Grönlandsee steht jedoch noch aus.

Arbeiten während ARK XVI:

Während der Expedition ARK XVI wird sich die Probennahme auf Transekte vom offenen Wasser über die Eisrandzone in eisbedeckte Gebiete hinein konzentrieren, um den Einfluß der Eisbedeckung auf den Bestand des Zooplanktons und der marinen Wirbeltiere (kryopelagische Fische, Seevögel und Robben) quantifizieren zu können.

Die Vertikalverteilung der Zooplanktons in den oberen 100 m der Wassersäule unter dem Eis wird mit Hilfe von stratifizierenden Multinetzfängen hoch auflösend beprobt. Abundanz, Verbreitung und Populationsstruktur dominanter Arten sollen näher untersucht werden. Auf dem zweiten Fahrabschnitt wird der Bestand kryopelagischer Fische erstmals mit einem Taucher-gestützten Videosystem bestimmt.

Zählungen von Bord der „POLARSTERN“ aus werden einen Überblick über den Bestand an Seevögeln und Robben im Untersuchungsgebiet liefern. Neben der Anzahl der Individuen der verschiedenen Arten wird auch die Aktivität der Vögel protokolliert, um bestimmte Nahrungs-, bzw. Rastgebiete identifizieren zu können. Um ein größeres Zählgebiet abzudecken, ist zusätzlich geplant, Robbenzählungen vom Hubschrauber aus durchzuführen.

Individuen der dominanten Zooplankton- und Fischarten werden auf unterschiedliche Weise, z.B. mit Netzen und Reusen, gefangen, um an diesem Material Respirations- und Ingestionsraten zu bestimmen sowie biochemische Analysen durchzuführen. Zur Bestimmung des Beutespektrums und der trophischen Stellung der einzelnen Arten soll eine Kombination klassischer und moderner analytischer Verfahren angewendet werden. Mageninhaltsuntersuchungen liefern Anhaltspunkte über die Nahrungszusammensetzung kurz vor dem Fang. Darüber hinaus kann die Analyse bestimmter Fettsäuren, die als trophische Biomarker fungieren, Auskunft über die langfristige Ernährungsweise geben. Zur Bestimmung der trophischen Stellung der einzelnen Arten im Nahrungsgefüge sollen zusätzlich Messungen der Verhältnisse stabiler Isotopen (C, N) durchgeführt werden.

Basierend auf diesen Daten soll der Energiebedarf der Populationen bilanziert und die Bedeutung der höheren trophischen Ebenen für den Energiefluß diskutiert werden. Damit werden die Grundlagen dafür geschaffen, Konsequenzen und Gefahren einer globalen Erwärmung und eines Rückgangs der Meereisbedeckung für die höheren trophischen Ebenen dieser sensiblen marinen Ökosysteme abschätzen zu können.

CRUISE LEG ARK XVI/2 LONGYEARBYEN - BREMERHAVEN (30.7. –27.8.2000)

1. Itinerary and Summary

The "POLARSTERN-cruise ARK XVI/2 goes to the northern part of the Nordic Seas (Fig. 1) to carry out physical, biological and geological programs.

Exchange between the North Atlantic and the Arctic Ocean results 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. Consequently, the Fram Strait, being the only deep connection between the Arctic Ocean and the Nordic Seas, represents also a biological boundary region. The organisms of this region are influenced by different biotic and abiotic parameters which vary on a geographically small scale. These influences are reflected in different diversity and distribution patterns of the organisms in the ice, the water column and the sediment, both in the present and in the past.

The present water exchange through Fram Strait undergoes considerable fluctuations which require to measure time series over several years with a high temporal and spatial resolution. In order to respond to the great importance of the fresh water fluxes for the Atlantic meridional overturning, measurements of ice thickness and drift are included. These measurements can be combined with information obtained from tracers like radionuclides from European reprocessing plants or natural oxygen isotopes which are helpful tools in determining the spreading of Atlantic and Arctic waters.

Biological work will focus on sea ice and sea floor. Deep-sea investigations address the composition of benthic communities and their carbon remineralisation, and the life cycles of selected species. Part of this work will be carried out in a long-term observation site "AWI-Hausgarten". For the first time, a free falling Lander will be used. One of the dominating species are Nematodes and their heterogeneity will be investigated with molecular genetic methods. Benthic investigations on the shelf concentrate on Bryozoa communities.

The multi-year ice of the Arctic together with the underlying water column constitutes a unique habitat with special abiotic (e.g. temperature, salinity) and biotic (e.g. food resources) factors, which also vary with season. This ecosystem will be studied both qualitatively and quantitatively also with regard to kryo-pelagic-benthic coupling.

The geological work aims for 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.

The cruise will start at 30 July in Tromsø (Fig. 1). Measurements will be carried out along a zonal section across Fram Strait at 79°N, in the Molloy Deep and at the Yermak Plateau. 14 oceanographic moorings will be recovered and redeployed, one

of them in the "AWI-Hausgarten". CTD measurements with water sampler profiles will be taken along the section as well as net hauls, and sediment cores will be obtained. Ice stations will be carried out in the area of the East Greenland Current. POLARSTERN will return to Bremerhaven at 27 August.

2. Exchanges through Fram Strait

2.1 Physical Oceanography (AWI, NPI)

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 stations are conducted across Fram Strait from the Svalbard shelf to the East Greenland shelf 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 oxygen-18 to identify trends in the variability in the properties of the advected water masses..

2.2 Distinction of fresh water components by oxygen isotopes (UEA)

During the cruise we will collect water samples for subsequent analysis for the stable isotopes of oxygen, oxygen 16 and oxygen 18. Water will be collected in small glass bottles, in a similar way to salinity. At UEA, the water samples will be analysed in the Stable Isotope Laboratory.

The aim of the work is to determine interannual variability in the different components of the freshwater fluxes flowing through Fram Strait. From samples collected during previous VEINS cruises in August-September 1997 and 1998, we have determined the proportions of the freshwater flux due to meteoric input (primarily river runoff into the Arctic Ocean) and due to sea ice. In the East Greenland Current outflow, the river runoff appears to be about twice as large as the sea ice contribution. We have combined the current meter transports with the freshwater contributions to calculate the meteoric and sea ice fluxes out of the Arctic. With the data from this year's cruise, we will repeat the same procedure. Our main interest during the cruise will be the zonal section across Fram Strait, particularly the western side across the Greenland continental shelf. However we may collect small numbers of samples at other interesting stations and welcome any requests during the cruise for particular stations.

2.3 Transport of artificial radionuclides with ocean currents, sea ice and particulate matter (NRPA)

Several sources have contributed to radioactive contamination of the Arctic marine environment. According to present knowledge, the dominating sources are global

fallout from previous atmospheric nuclear weapons tests, discharges from the nuclear reprocessing plant at Sellafield (UK) and fallout from the Chernobyl reactor accident (Ukraine). The atmospheric nuclear bomb tests, mainly conducted during the 50ies and 60ies, resulted in an injection of radioactive debris into the atmosphere, which subsequently deposited onto the ocean surface through global fallout. Global fallout has contributed to a quite uniform distribution of radionuclides in the surface mixed layers of the oceans. In contrast to this, the continuously, but fluctuating discharges from Sellafield of low level liquid effluents into the Irish Sea, transported to the Arctic with ocean currents, have created a more variable radionuclide distribution of the oceans. Parts of the Baltic and adjacent areas were heavily contaminated as a result of the Chernobyl accident in 1986. Currently, Chernobyl-derived radionuclides originate from the out-flowing surface water from the Baltic Sea, and are transported with the Norwegian Coastal Current to the Arctic. Therefore, the contribution of Chernobyl-derived radioactivity to the Arctic marine environment highly depends on the extent of annual river run-off and outflow from the Baltic.

We aim at studying the contemporary transport of artificial radionuclides with ocean currents into the Arctic Ocean *via* the eastern part of the Fram Strait and from the Arctic Ocean southwards to the western part of the Fram Strait and North Atlantic. It is of interest to obtain vertical profiles, from east to west, of conservative as well as particle-reactive radionuclides in the water column, to understand the present-day transport and levels of radionuclides with the different water masses entering and leaving the Arctic. In this context, it is of importance to cooperate with the physical oceanographers aboard. Apparent nitrate utilization (ANU) is a tracer that is useful for identifying flow patterns of water masses of different origin. The tracer is based on a model of mixing between the end-member waters using salinity, ^{18}O and conservation of mass. It is, therefore, also desirable to draw water samples for nitrate and $\delta^{18}\text{O}$ determination (100 mL per sample) using a CTD probe. Sea-ice samples and sediment obtained from ice floes should give us indications on ice-transported radionuclides that reach the area of the Fram Strait.

The marine sediments in the Fram Strait contain significant amounts of ice-transported components, originating from multi-year sea ice that melts when reaching warmer areas. Seafloor sediments can provide a valuable record of historically events of radioactive contamination. Non-conservative radionuclides might be removed from the water-column as a result of adsorption to sinking particles or by uptake by phytoplankton. In this way, they become a part of the biological cycle, and are transferred to sediments by sinking detritus. Sediments from the upper 30 cm will be collected, at the same locations as those for seawater, using box corers.

Other sources to radioactive contamination in the Arctic are nuclear installations in the tributaries of the Russian rivers Ob and Yenisey. Radionuclides from these sources might be transported downstream into the Kara Sea and become incorporated in sea ice and subsequently transported across the Arctic Ocean *via* the Fram Strait entering the Nordic Seas. In order to study this transport mechanism, samples of multi-year sea ice will be collected. Where possible, separate sediment samples will be taken from "dirty" ice floe surfaces.

Seawater will be collected at 4 different depths at 5 selected stations, i.e. amounting to a total of 20 sampling locations for seawater. At each sampling location minimum 600 litres of water are required: 100 litres for determination of the conservative tracer ^{99}Tc and ^{129}I , respectively, 200 litres for radiocaesium determination and 200 litres for determination of radioactive isotopes of the particle reactive element Pu. Seawater

collected for determination of the conservative radionuclides will be stored aboard without any pre-treatment (4000 litres). For radiocaesium determination, seawater is pumped directly into a filtration rig, in which cartridges and filters are kept and stored aboard. Seawater collected for Pu determination will be pre-treated involving precipitation and subsequently reduction of sampling volume from 200 to 10 litres.

Sea ice will be sampled using a 4" corer. Some ice cores will be melted on board (measurements on the melted samples, separation of sediments in the ice), some stored aboard and later transported to Norway for measurements. Macroscopically visible sediments from sea-ice surfaces ("dirty" ice) will be sampled as well and analysed using the methodologies adopted for seafloor sediments. Snow samples and water samples from melt ponds on the multi-year sea ice will be taken as well. These and the water samples from melted ice cores will be measured for selected radionuclides. In the case of ice samples, this selection will depend on the volume available for analysis.

Seafloor-sediment, at least 10 cores, will be collected at the same stations as those for seawater. These will be sliced into layers and stored aboard, and subsequently analysed for gamma-emitters and Pu-isotopes at the NRPA's laboratory in Østerås, Norway. Sedimentological parameters such as sedimentation rates, *via* radiochronological dating (^{230}Th or ^{231}Pa), and grain-size distributions will also be determined.

3. Deep Sea Biology

3.1 Large food cells (AWI, IAP, IOPAS)

Our activities will concentrate regionally on the deep sea long-term station at 79 ° N and 4 ° E which was established in 1999. On the way to the station we plan to take some box corers for quantitative sampling of both meio- and macrofauna. This work is part of a joint research project between the Institute of Oceanology of the Polish Academy of Sciences and the AWI aiming to extend the range of systematic faunistic analysis of the Kongsfjord benthic assemblages to greater depth. Most of our planned research activities will serve as contribution to either national or international projects.

The activities in the area of the deep sea long-term station comprise studies on benthic community composition, life cycle strategies and nekton fall consumption. Studies on diversity and community patterns will be carried out in order to complete the existing data obtained during a previous expedition with RV "POLARSTERN" in 1999.

Accordingly, we shall address the following scientific objectives during the ARK XVI b expedition of RV "POLARSTERN":

Community analysis and life cycle strategies:

- Description of community structures and composition, especially diversity, abundance, biomass and dominance patterns of the benthos.
- Investigations of life cycles, growth patterns and longevity of selected species.

Autecology and ecophysiology of target species:

- How do selected benthic or benthic-pelagic species respond to quantitative and qualitative differences in energy supply at various biological levels (reproduction, physiology, lipid content)?
- How fast do necrophagous crustaceans such as *Eurythenes gryllus* appear after deployment of bait, is there any directionality in its appearance, how long do such species stay at bait falls and how far do they move after food uptake ?
- Are scavengers once attracted to a bait fall members of a local population or do they belong to temporary invaders ?
- Do scavengers have any food type preferences ?

The main standard gears to be used include Multicorer, box corer, Epibenthic sledge and Agassiztrawl. One mooring equipped with sediment traps and currentmeter shall be deployed for one year. Additionally, new instruments such as a free falling Lander carrying time lapse camera and a scanning sonar system will be deployed several times. New reaser traps will be used in order to sample necrophagous crustaceans. Some of them will be kept alive in a cooled laboratory container and transported to Bremerhaven for further experiments.

3.2 Carbon remineralisation by the benthic community (AWI)

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

To assess and quantify the role of the benthos in the recycling of carbon and to calculate the fluxes of solutes across the sediment water interface, measurements of *in situ* oxygen consumption at the seabed will be performed. Sediment community oxygen consumption will be measured using a bottom lander grab respirometer. The bottom lander consists of a flotation tripod and an integrated instrument which can continuously measure the dissolved oxygen consumed by sediment and overlying water in two replicate box grabs. The grabs enclose approx. 4000 cm³ of sediment and about 4 l of water during incubation. Polarographic oxygen sensors register the dissolved oxygen tension in each grab with amplified outputs continuously recorded in the instrument package. It's planned to deploy the bottom lander grab respirometer at least three times at AWI's deep-sea long-term station (AWI-"Hausgarten") west off

Spitsbergen (2500m) and in the adjacent Molloy Deep, the deepest depression of the Arctic Ocean (5500m). Incubation periods will be 48 h to 72 h each.

3.3 Micro-spatial variability of nano- and meiofauna in Arctic Deep Sea sediments (AWI)

Our guiding principle is to assess the impact of small-scale disturbances to benthic community structures favouring heterogeneity and biodiversity of the sedimentary habitat. Preliminary investigations will be mainly focused on the potential micro-spatial occurrence of bacterial communities in connection with meio- and macrofaunal distribution patterns. The stations "long term station" and "Molloy Deep" will be compared for different biogenic small-scale sediment structures.

The investigations planned in the course of the expedition ARK XVI/2 base on a multicorer sampling system; each sediment core will be vertically subdivided at centimetre scale and prepared for following analyses:

- benthic vertical distribution patterns of bacteria and meiofauna
- bacterial and meiobenthic diversity analyses
- bacterial production measured by uptake of isotope labelled substrates
- enzymatic decomposition activities
- availability, biodegradability and distribution of specific compounds at the deep sea floor

The results of this expedition will provide basic information for further studies on interactive processes between microbial and meiofaunal communities.

3.4 Moleculargenetic as a tool to understand small-scale heterogeneity in populations of Arctic nematodes at the deep-seafloor (AWI)

The traditional view of the deep-sea meiofauna has been much influenced by assumptions of a huge but environmentally uniform and genetically "open" habitat resulting in low diversity of the benthic organisms. However, recent studies emphasise a high diversity and the existence of small-scale heterogeneity among the deep-sea meiofauna. Nematodes are generally the most abundant metazoan component of the deep-sea meiobenthos. Most studies on nematodes divided the species by their morphology. When studying the taxon of marine nematodes, due to the nematodes similar morphological characters, one can not make a priori assumptions about the level of speciation or population differentiation. Differentiation in the sea is not necessarily accompanied by parallel morphological differentiation, so morphology alone is not informative enough. An exact identification of the nematode species is necessary to understand small-scale heterogeneity and to identify possible causes (e.g. biotic interactions). Beside detailed morphology studies, the combined use of molecular tools become a promising approach for species separation. Such approaches are still scares for deep-sea nematodes,

Constant low water-temperature and a distinct seasonality in sea-ice coverage, light intensity and primary production are distinguishing marks of the Arctic Ocean. The

Arctic Ocean is surrounded by landmasses and connected to the Pacific and Atlantic Ocean by the Bering Strait and the Fram Strait. In general the deep-seafloor is known as a very old system.

The Fram Strait represents a boundary region to the central Arctic. The benthos of this region is influenced by different biotic and abiotic parameters which vary on a geographically small scale. These influences are reflected in different diversity and distribution patterns of the benthic fauna.

If heterogeneity of the environment contributes to the maintenance of diversity, then areas with more biologically produced habitat heterogeneity (e.g. Eastern Greenland continental slope) should have a higher diversity of the benthic fauna compared to areas of lower biological habitat heterogeneity (e.g. Molloy Deep and Hayes Deep).

In order to investigate the small-scale heterogeneity patterns in populations of deep-sea nematodes, sediment samples will be taken along a transect of different water depths (in steps of 500m resp. 1000m) at the continental slope located westwards of Spitsbergen, the Greenland shelf and central Fram Strait. The choice of the sampling sites will occur in agreement with members of the working group "Tiefseegradien" and other working groups.

To obtain sediment which are disturbed less as possible a multicorer equipped with a videosystem will be used. Sorting and conservation of nematodes from subsamples will be carried out on board as far as possible. For further investigations, the remaining samples will be frozen (-80°C).

4. Analysis of Bryozoan communities of the Western Fram Strait (GPI)

For polar shelves the systematic works on bryozoans are advanced, the part of bryozoans as an ecosystem is, however, widely unknown. While in the Barents Sea and also on the southwestern Spitsbergen shelf an epibenthic suspension community predominates, suspension feeders are far less important on the Belagica Bank. Bryozoans on subarctic shelves show a clear depth zonation controlled by substrate and hydrography. Also on Belagica Bank a depth zonation of the bottom species assemblage has been described, but bryozoans were not included in this investigation. A different pattern is present on the seamount Vesterisbanken in the central Greenland Sea. The seamount is covered extensively by sponge-bryozoan constructions, bryozoan thickets and sponge-bryozoan mounds to 1000 m water depth. The colonial species of these both taxa characterize the whole ecosystem.

The aim of the project therefore is:

- interpretation of underwater pictures in regard to distribution, density of settlement and structure of bryozoan communities;
- faunistic revision of bryozoans and their biogeographic distribution with regard to the influences of water masses;
- analysis of the structural potential of bryozoan communities, which can form different habitats; to what extent bryozoans build substrate or produce new habitats with their skeletal sediment components;

- studies of special strategies of settlement and succession of bryozoans in bryozoan dominated benthos communities to evaluate the structure and history of the communities;
- studies of growth lines in bryozoan skeletons with regard to seasonality and the interpretation of life cycles;
- analysis of growth forms and their adaption to the environment.

5. Microbiology (AWI)

The bacterial communities of sea ice and melt ponds from different areas of the Arctic Ocean will be investigated for bacterial biomass, activity, diversity, and physiological potentials. Different microbiological and molecular biological approaches will be applied to reveal differences in diversity and structure of the bacterial flora in relation to physico/chemical conditions, sea ice characteristics, and biological parameters. The role of the bacterial sea ice flora in mineralization/demineralization processes and in the sulfur cycle will be estimated by means of specific turnover experiments as well as secondary production determinations. Part of the sea ice studies are conducted in the frame of the BMBF-project „New natural products from sea ice bacteria“, with the aim to evaluate the potential of the secondary metabolism of sea ice bacteria.

Beside the sea ice investigations our studies on the Arctic bacterial deep-sea communities will be continued. The Arctic deep sea differs from the deep sea regions of the other oceans by a more pronounced lateral advection from the eurasian shelves as well as by a smaller vertical particle flux due to longer or even permanent ice coverage. Structure and activity of the Arctic benthic and pelagic deep sea communities will be analyzed in comparison to those of the Southern Ocean and alterations of the communities in relation to chemical and biological gradients will be investigated on a small scale. Last year a permanent station was set up for the gradient studies. This station will be sampled again and structure and activity of the bacterial communities determined with established methods.

6. 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.

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, Eastsiberian 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.

During the past years high accumulation areas along the western slope of the Yermak Plateau were sampled. These allow ultrahigh resolution reconstructions of

the last Interglacial/glacial/interglacial cycle in general and of the past 15,000 years in particular. The western Yermak Plateau forms a key region between the Arctic and Atlantic oceans.

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, 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, bio-opal),
- reaction of marine biota to environmental changes (foraminifers, diatoms, coccolithophores),
- correlation of marine sediment sequences with the GRIP icecore (reconstruction of Greenland's glaciation history).

7. Multi-Disciplinary Sea-Ice Investigations

7.1 Biology of sympagic communities (IPÖ)

The sea ice covers 7 (summer) to 14 (winter) Mio km² of the Arctic Ocean. The Greenland Sea is the major outflow area of mostly multi-year sea ice from the central Arctic Ocean. Our multi-disciplinary work will include physical, chemical and biological measurements conducted on material from the same sampling locations taken at several stations (12-24 h). 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. 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. 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. These new data are supplementary to results which have been collected on former expeditions.

The boundary layer between sea ice and the water column is a unique habitat with special abiotic (e.g. temperature, salinity) and biotic (e.g. food resources) factors, which also vary with season. This habitat is colonized by (1) autochthonous under-ice amphipods (*Apherusa glacialis*, *Onisimus* spp., *Gammarus wilkitzkii*), which live

directly at the ice underside and complete their entire life-cycle here, and (2) allochthonous sub-ice fauna, means organisms originating either from the ice interior or the pelagic realm, which are found in this boundary layer temporarily, e.g. for feeding or during certain life stages.

Beside the standard measurements of diversity, abundance and biomass of the under-ice fauna, this expedition will be used for studies on the small-scale distribution in relation to several environmental factors. For this purpose, under-ice video, under-ice pumps, and several nets will be deployed. The collection of sufficient live material (e.g. in baited traps) for experiments (e.g. ingestion-, respiration-, excretion rates) is an additional focus of this cruise.

7.2 Geochemical and structural properties of sea ice (UH)

Sea ice in the Arctic Ocean carries, along the Transpolar drift, a relatively heavy load of material originated from the Siberian shelf seas. This material is associated with relatively high loads of trace and heavy metals. The aim of this study is to collect sea ice and surface water samples from the Fram Strait, and analyze the concentrations of certain trace elements in sea ice and surface waters. The origin of the ice will be studied by the use of structural and stable oxygen isotopic properties of the ice cover. The main aim of the study is to evaluate the importance of melting sea ice on surface water geochemistry. There are some implications that sea ice meltwater is a major source of trace metals to the surface waters in the Arctic Ocean. However, the several melt-freeze cycles the ice cover reaching the Fram Strait has gone through might have decreased the importance of sea ice in distribution of trace metals in the surface waters of the Fram Strait, in comparison to higher latitudes. This study will be similar to the studies conducted in the seasonal sea ice cover of the Baltic Sea, and will give a measure of the importance of sea ice on trace metal geochemistry in these remarkably different oceanic areas.

7.3 On the Energetics of Higher Trophic Levels – the Key Role of Dominant Zooplankton and Vertebrates for the Energy Flux in Ice-Covered Polar Seas (MaZUB)

Scientific objectives:

As part of a research programme funded by the German Federal Ministry of Education and Research, the project aims at quantifying the influence of dominant zooplankton organisms and marine vertebrates on the energy flow in the Greenland Sea ecosystem in order to understand significant cryo-pelago-benthic coupling processes in ice-covered regions.

Pelagic communities of ice-covered polar seas are characterised by the dominance of relatively few key species. In the Arctic herbivorous copepods, mainly of the genus *Calanus*, utilise phytoplankton production and according to recent results also consume a substantial fraction of the particulate organic material produced by ice algae. Cryopelagic amphipods of the genera *Apherusa* and *Onisimus* feed on ice algae at the underside of the ice. In turn, copepods and herbivorous amphipods are preyed upon by the carnivorous amphipods *Themisto libellula* and *Gammarus*

wilkitzkii as well as by cryopelagic fish species, such as *Boreogadus saida* and *Arctogadus glacialis* (polar and Arctic cod). Thus, a limited number of species form the major links and trophic pathways from primary production to the higher trophic levels of the food web.

In polar regions seabirds and seals play an important role as top-consumers. The European Arctic is considered one of the most important habitats for seabirds worldwide. The breeding population of seabirds in Norway, Iceland, East Greenland, Svalbard, and on the smaller northeast Atlantic and Arctic islands is estimated at app. 25 million individuals. More than 30 seabird species occur in the Barents Sea region. Among those little auks, kittiwakes, common and Brünnich's guillemots are most abundant. Especially the auk species are known to find their food in the marginal ice zone.

A total of five seal species is associated with sea ice in the Atlantic sector of the Arctic. As typical inhabitants of the sea ice region ringed seals are distributed with 6 to 7 million individuals throughout the whole Arctic. This species feeds opportunistically on the cryopelagic fishes *Arctogadus glacialis* and *Boreogadus saida* in winter and on planktonic crustaceans, especially *Themisto libellula*, in summer. Moreover, the Greenland Sea is an important breeding ground for harp seals. The population on the west ice between Jan Mayen and Greenland has been estimated at 286.000 adults and 60.000 pups in 1996.

Our current knowledge indicates a direct coupling of ice-associated pelagic organisms (zooplankton, fish, seabirds and seals) to the primary and secondary production of the sea ice community. However, a quantitative estimate of the significance of higher trophic levels for cryopelagic coupling processes in the Greenland Sea is still lacking.

Work at Sea:

During the expedition ARK XVI sampling will be concentrated on transects from the open water, through the marginal ice zone, into areas completely covered by sea ice in order to quantify the influence of the ice cover on the distribution of zooplankton and marine vertebrates (cryopelagic fish, seabirds and seals).

The vertical distribution of zooplankton in the upper 100 m of the water column below the ice will be investigated by stratified Multinet hauls in high resolution. Abundance, ranges and population structure of dominant species will be studied in detail. On the second cruise leg cryopelagic fish stocks will be assessed by a diver-operated video system for the first time.

Abundance surveys from board of „POLARSTERN“ will provide estimates of seabird and seal populations in the investigation area. Besides species abundance, the activities of seabirds will be recorded in order to identify certain feeding and resting areas. To cover a wider range additional helicopter-based aerial surveys are planned.

Individuals of the dominant zooplankton and fish species will be collected by different types of nets and traps for measurements of respiration and ingestion rates as well as for biochemical analyses. The diet composition and trophic level of the different species will be analysed by a combination of classic and novel methods. Stomach

and gut content analysis will provide information on the food composition in the latest past. Certain fatty acids as trophic biomarkers may reveal the long-term feeding behaviour. In order to assess the trophic level of the different species, measurements of stable isotope ratios (C, N) are also planned.

Based on these data, we will estimate the energy demands of higher trophic levels and discuss their influence on the energy flow within the Greenland Sea ecosystem. These results will provide a basis for the evaluation of the potential consequences of global warming and a retreat of the sea ice cover on zooplankton and marine vertebrates in Arctic marine ecosystem.

8. FAHRTTEILNEHMER/-INNEN / PARTICIPANTS ARK XVI/2

1.	Arndt	Carolin	UHH	Student
2.	Auel	Holger	MAZUB	Biology
3.	Bader	Beate	GI	Geology
4.	Behr	Hein-Dieter	DWD	Meteorology.
5.	Buldt	Klaus	DWD	Technician
6.	Brinkmeyer	Robin	AWI	Biology
7.	Ducardus	Pascal-Antoin	AWI	Student
8.	Ehn	Jens	UH	Student
9.	Eriksson	Patrick	FIMR	Oceanography
10.	Fehling	Johanna	IPÖ	Student
11.	Forwick	Matthias	AWI	Student
12.	Fossan	Kristen	NPI	Technician
13.	Gerland	Sebastian	NRPA	Geophysics
14.	Granskog	Mats	UH	Student
15.	Grøttheim	Siri	NRPA	Chemistry
16.	Hasemann	Christiane	AWI	Biology
17.	Hass	Christian	AWI	Geology
18.	Kierdorf	Christoph	AWI	Student
19.	Klages	Michael	AWI	Biology
20.	Kruse	Maren	AWI	Student
21.	Lahrman	Uwe	HSW	Pilot
22.	Langreder	Jens	UBUP	Engineer
22.	Langrock	Uwe	AWI	Geology
23.	Meiners	Klaus	IPÖ	Biology
24.	Morris	Julie	UEA	
25.	Muyakshin	Sergey	IAP	Physics
26.	Nuppenau	Volker	Fa. Oktopus	Engineer
27.	Premke	Katrin	AWI	Biology
28.	Quéric	Nadia-Valérie	AWI	Biology
29.	Reuter	Kristine	AWI	TA
30.	Richter	Ines	AWI	Student
31.	Robert	Frédéric	AWI	Engineer
32.	Sablotny	Burkhard	AWI	Engineer
33.	Schauer	Ursula	AWI	Oceanography
34.	Scheltz	Annette	IPÖ	TA
35.	Schütt	Ekkehard	AWI	Technician
36.	Schünemann	Henrike	IPÖ	Student
37.	Soltwedel	Thomas	AWI	Scientist
38.	Stich	Michael	HSW	Technician

39.	Wegner	Jan	AWI	Engineer
40.	Werft	Alger	AWI	Student
41.	Werner	Iris	IPÖ	Biology
42.	Wisotzki	Andreas	AWI	Oceanography
43.	Witte	Hannelore	AWI	TA
44.	Wlodarska Kowalczuk	Maria	IOPAS	Biology
45.	Zepick	Burkhard	HSW	Pilot

9. BETEILIGTE INSTITUTIONEN / PARTICIPATING INSTITUTIONS ARK XVI/2

Adresse Address	Teilnehmer Participants
--------------------	----------------------------

Finland

UH	Graduate School for Snow and Ice Research Department of Geophysics Box 4 (Fabianinkatu 24 A) FIN-00014 University of Helsinki	2
----	--	---

FIMR	Finnish Institute of Marine Research P.O. Box 33 Lyypekinkuja 3A FIN-00931 Helsinki	1
------	--	---

Germany

AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße D-27568 Bremerhaven	22
-----	--	----

DWD	Deutscher Wetterdienst - Seewetteramt - Bernhard-Nocht-Str. 76 D-20359 Hamburg	2
-----	---	---

HSW	Helicopter-Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 D-22393 Hamburg	3
-----	--	---

IG	Institut für Geowissenschaften Olhausenstraße 40 24118 Kiel	1
----	---	---

IPÖ	Institut für Polarökologie Wischhofstr. 1-3, Geb. 12 24148 Kiel	5
-----	---	---

MAZUB	Marine Zoologie FB2 Universität Bremen Postfach 220 440 D-28334 Bremen	1
-------	---	---

UBUP	Umweltphysik (FB1), Universität Bremen Postfach 33 04 40 D-28334 Bremen	1
------	---	---

Great Britain

UEA	School of Environmental Sciences University of East Anglia Norwich NR4 7TH	1
-----	--	---

Norway

NPI	Norsk Polarinstitutt Storgata 25A Box 399 N-9001 Tromsø	1
-----	--	---

NRPA	Norwegian Radiation Protection Authority PB55, 1332 Østerås	2
------	---	---

Poland

IOPAS	Institut of Oceanology of the Polish Academy of Sciences Powstancow Warszawy 55 81-712 Sopot	1
-------	---	---

Russia

IAP	Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences Uljanov Str 46 Nizhny Novgorod, 603600	1
-----	---	---

