



EXPEDITIONSPROGRAMM NR. 63

FS POLARSTERN

ARK XVIII/ 1 und 2



19. JUN. 2002

Z 432

63
2002

STIFTUNG ALFRED-WEGENER-INSTITUT
FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG

BREMERHAVEN, JUNI 2002

X 1894

EXPEDITIONSPROGRAMM NR. 63

FS POLARSTERN

ARK XVIII/ 1 a, b

23.06.2002 – 24.08.2002

Bremerhaven - Tromsø

ARK XVI/2

26.08.2002 – 15.10.2002

Tromsø - Bremerhaven

Koordinator: Dr. E. Fahrbach

Fahrtleiter:

ARK XVIII/1 a, b: Prof. Dr. P. Lemke

ARK XVIII/2: Dr. W. Jokat

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

Juni 2002

FAHRTABSCHNITT ARK XVIII/1A UND B - BREMERHAVEN - TROMSÖ

1.	Zusammenfassung und Fahrtverlauf	6
2.	Bordwetterwarte	8
3.	Ozeanographie	8
3.1	Erfassung der hydrographischen Verhältnisse in der Grönlandsee	8
3.2	Wassermassenaustausch zwischen Nordpolarmeer und Atlantik Zirkulation in der Framstraße	9
3.3	Tiefenwasserbildung und Zirkulation im Europäischen Nordmeer	11
4.	Tiefseebiologie	11
4.1	Benthische Besiedlungsmuster und Umsatzprozesse in Rinnensystemen der östlichen Grönlandsee	11
4.2	Interdisziplinäre Forschungen an einer Tiefsee-Langzeitstation	12
4.3	Kohlenstoffremineralisierung durch die benthische Lebensgemeinschaft	13
4.4	Untersuchungen zur Auswirkung hydrostatischer Druckänderungen auf die Dynamik benthischer Bakteriengemeinschaften in arktischen Tiefseesedimenten	14
5.	Marine Mikrobiologie	15
5.1	Die Rolle von Protisten im trophischen Gefüge des arktischen Ozeans: Untersuchungen an der mikrobiellen Gemeinschaft des Pelagials und des Meereises.	15
5.2	Struktur und Abundanz oligotropher Bakterien	16
6.	Marine Geowissenschaften	16
6.1	Sedimentkerne zur Rekonstruktion der Variabilität des Over-flows durch die Dänemark Straße im letzten Eiszeitzyklus	16
6.2.	Geobiologie und Biodiversität von Porifera arktischer Autochtonspikulithe und abyssaler Weichböden	17
6.3	Laterale vs. vertikale Sedimentflüsse in der Grönlandsee: Variabilität im späten Holozän	18
6.4	Geochemische Untersuchungen am Håkon Mosby Schlammvulkan	18

CRUISE LEG ARK XVIII/1 a, b BREMERHAVEN – TROMSÖ

1.	Itinerary and summary	21
2.	Ship's Meteorological Station	22

3.	Physical Oceanography	22
3.1	Investigations of the hydrographic conditions in the Greenland Sea	22
3.2	Flow through Fram Strait	23
3.3	Deep Water Renewal and Circulation in the Nordic Seas	24
4.	Deep-Sea Biology	25
4.1.	Benthic distribution patterns and turn-over processes in channel systems of the eastern Greenland Sea	25
4.2.	Interdisciplinary research at a deep-sea long-term station	25
4.3	Carbon remineralisation by the benthic community	26
4.4	Investigations on the impact of alternating hydrostatic pressure on the dynamics of benthic bacterial communities in Arctic deep-sea sediments	27
5.	Marine Microbiology	27
5.1	The role of protists in the food web of the Arctic Ocean. Investigations of the microbial communities of the water column and the sea ice	27
5.2	Structure and abundance of oligotrophic bacteria	28
6.	Marine Geo-Sciences	29
6.1	Sediment records to reconstruct the variability of the Denmark Strait Overflow over the last glacial cycle	29
6.2	Geobiology und biodiversity of Porifera from arctic autochthonous spiculite mats and abyssal soft bottom sediments	29
6.3	Lateral vs. vertical flux of sediments in the Greenland Sea: variability in the late Holocene	30
6.4	Geochemical investigations at Håkon Mosby Mud Volcano	30
7.	Beteiligte Institute / Participating Institutes ARK XVIII/1 a, b	32
8.	Fahrtteilnehmer/-innen / Participants ARK XVIII/1 a, b	34
9.	Schiffsbesatzung / Ship's Crew ARK XVIII / 1a, b	36

FAHRTABSCHNITT ARK XVIII/2 - TROMSØ - BREMERHAVEN

1.	Zusammenfassung	37
2.	Geophysikalische Untersuchungen entlang des Kontinentalrandes von Ostgrönland	39
3.	Bathymetrie	39
4.	PARASOUND-Sedimentechographie	40
5.	Meereisbiologische Arbeiten	40
	5.1 Untersuchungen der arktischen Lebensgemeinschaften im Packeis	41
	5.2 Untereis-Studien	41
6.	Biologische Prozesse und Wechselwirkungen zwischen Packeis und Pelagial – die Schlüsselrolle dominanter Zooplankter und Vertebraten im Energiefluß eisbedeckter Polarmeere	42
7.	Einfluß submariner Methanquellen auf Foraminiferen-Fauna und Bakterienflora	43

CRUISE LEG ARK XVIII/2 TROMSØ – BREMERHAVEN

1.	Summary	44
2.	Geophysical investigations along the continental margin of East Greenland	44
3.	Bathymetry	45
4.	PARASOUND sediment echosounding	45
5.	Sea ice studies	46
	5.1 Studies on Arctic pack ice communities	46
	5.2 Under-ice studies	46
6.	Biological Processes and Interactions between Sea Ice and Pelagial – the Key Role of Dominant Zooplankton and Vertebrates for the Energy Flux in Ice-Covered Polar Seas	47

7.	Influence of submarine methane sources on the foraminiferal fauna and microbial flora	48
8.	Beteiligte Institute / Participating Institutes ARK XVIII/2	49
9.	Fahrtteilnehmer/-innen / Participants ARK XVIII/2	50
10.	Schiffsbesatzung / Ship's Crew ARK XVIII / 2	51

FAHRTABSCHNITT ARK XVIII/1A UND B - BREMERHAVEN - TROMSØ (23.06.2002 - 24.08.2002)

1. Zusammenfassung und Fahrtverlauf

POLARSTERN wird am 23.6.2002 abends auslaufen mit dem Ziel im Ostgrönlandstrom und in der nördlichen Grönlandsee geowissenschaftliche, biologische und ozeanographische Untersuchungen durchzuführen (Abb.1). Zunächst werden im südlichen Bereich der Ostküste Grönlands (südlich der Dänemarkstraße) Sedimentkerne gezogen, mit deren Hilfe die Variabilität der thermohalinen Zirkulation über die letzten 150 000 Jahre von Glazial zu Interglazial und Stadial zu Interstadial mit multidekadischer Zeitauflösung aufgeklärt werden soll. Gleichzeitig soll ein Multicorer auf mehreren Transekten eingesetzt werden, um lee- und luvseitig der Dänemarkstraße die rezenten Verteilungsmuster der Faunen, der Geochemie und der stabilen Isotope mit Oberflächenproben gezielt zu dokumentieren.

Anschließend werden nördlich der Dänemarkstraße geobiologische Untersuchung an Schwammgemeinschaften der Autochtonspikulite auf Vesterisbanken und Jan-Mayen-Sporn durchgeführt. Autochtonspikulite sind verfilzte Matten aus den Nadeln abgestorbener Kieselschwämme, deren Zwischenräume eine reiche Endofauna beherbergen.

Ziel der biologischen und biochemischen Arbeiten im multidisziplinären BMBF-Verbundvorhaben ARKTIEF-II ist es, großskalige Besiedlungsmuster im Bereich eines hangnormalen Rinnensystems am ostgrönländischen Kontinentalhang und in der tiefen Grönlandsee zu erfassen und biologische Umsatzprozesse in ihrer Bedeutung für das Ökosystem "Arktische Tiefsee" abzuschätzen. Durch die geologischen Arbeiten dieses Verbundvorhabens wird der Einfluss von Resuspensions- und Transportvorgängen auf die vertikalen Flüsse biogener und terrigener Partikel im Grönlandbecken untersucht, um die langfristige Bedeutung dieser Sedimentationsprozesse auf geologischen Zeitskalen abschätzen zu können.

Die anschließenden ozeanographischen Untersuchungen betreffen einen hydrographischen Schnitt entlang 75N, der jährlich wiederholt wird, um Veränderungen der Wassermassen, insbesondere die Erneuerung der Tiefen- und Bodenwassermassen der Grönlandsee langfristig zu erfassen. Zusätzlich werden Geschwindigkeitsprofile mithilfe eines neuen ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) gemessen, um die vertikale Vermischung zu bestimmen. Außerdem soll die bestehende Zeitreihe von CFC Messungen fortgeführt werden.

Nach Abschluss dieser Arbeiten Ende Juli wird ein Teil der wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer in Longyearbyen ausgetauscht. Im zweiten Teil des Fahrtabschnittes werden zunächst interdisziplinäre Arbeiten an einer Tiefsee-Langzeitstation im benthologischen Hausgarten durchgeführt, um Effekte physikalischer, chemischer und biologischer Gradienten in der Tiefsee zu untersuchen und damit die Dynamik benthischer Bakteriengemeinschaften zu verstehen.

Es schließen sich ozeanographische Arbeiten an, um den Wassermassenaustausch zwischen Nordpolarmeer und Atlantik und die Zirkulation in der Framstraße zu untersuchen. Dafür werden Messungen mit Temperatur- und Salzgehaltssonden entlang eines Schnittes bei 79N ausgeführt sowie Wasserproben genommen, um Spurenstoffe zu messen. Ferner ist vorgesehen, 10 ozeanographische Verankerungen aufzunehmen und 12 wieder auszulegen, um kontinuierliche mehrjährige Messreihen aus dem Untersuchungsgebiet zu erhalten.

Während der gesamten Fahrtroute sollen an verschiedenen Orten umfassende Studien zur Ökologie arktischer Protisten durchgeführt werden. Im Vordergrund stehen dabei Untersuchungen zur Rolle mixotropher Protisten im Pelagial, die trophische Funktion heterotropher und mixotropher Protisten des Meereises und der Stellenwert der unterschiedlichen Kontrollmechanismen (Nährstoff- oder Fraßkontrolle) innerhalb des pelagischen mikrobiellen Nahrungsnetzes, unter besonderer Berücksichtigung artspezifischer Unterschiede.

Zusätzlich werden an verschiedenen Punkten im Ostgrönlandstrom und in der Framstraße Struktur und Abundanz oligotropher Bakterien untersucht. Dabei sollen die quantitative Verteilung und die Diversität von oligotrophen, an niedrige Nährstoffkonzentrationen ihrer Umwelt angepassten Bakterien, mit Hilfe klassischer und molekularbiologischer Methoden anhand von Seewasserproben mit einem CTD-Wasserschöpfer aus 25, 100, 200 und 400 m Tiefen untersucht werden.

Den Abschluss der Fahrt bilden geochemische Untersuchungen am Håkon Mosby Schlammvulkan. Diese Untersuchungen zielen primär darauf ab, die Gesamtmenge des freigesetzten Methans abzuschätzen sowie sein weiteres Schicksal in der Wassersäule zu verfolgen. Nach Beendigung dieser Arbeiten wird POLARSTERN Richtung Tromsø dampfen und dort am 24. August 2002 einlaufen.

2. Bordwetterwarte (DWD)

Operationelles Programm

Die Bordwetterwarte ist mit einem Meteorologen und einem Wetterfunktechniker des Deutschen Wetterdienstes besetzt.

Aufgaben:

1. Beratungen

Meteorologische Beratung von Fahrt- und Schiffsleitung, der vom Schiff aus startenden Hubschrauberpiloten sowie der wissenschaftlichen Gruppen und Fahrtteilnehmer. Auf Anforderung auch Berichte für andere Fahrzeuge, insbesondere im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit.

2. Meteorologische Beobachtungen und Messungen

Kontinuierliche Wetterbeobachtung mit täglich sechs bis acht Wetterbeobachtungen zu den synoptischen Terminen und deren Weitergabe im WMO-Code (World Meteorological Organization) in das internationale Datennetz GTS (Global Telecommunication System) der WMO.

Weitgehend automatische Durchführung von Radiosondenaufstiegen zur Bestimmung der vertikalen Profile von Temperatur, Feuchte und Wind bis zu etwa 32 km Höhe. Die ausgewerteten Daten werden in WMO-Code umgesetzt und über Satellit in das GTS eingesteuert.

Aufnahme, Auswertung und Archivierung von Bildern meteorologischer Satelliten.

3. Bestimmung der Strahlungsbilanz auf See

Im Abschnitt ARK XVIII/1 führt der Deutsche Wetterdienst ein gesondertes Strahlungsmessprogramm durch. Die Kenntnis der räumlichen und zeitlichen Verteilung der einzelnen Komponenten der Strahlungsbilanz an der Meeresoberfläche ist die Voraussetzung für eine Reihe von Fragestellungen in der Meteorologie und Ozeanographie. Während dieses Fahrtabschnittes sollen zusätzlich zu der Globalstrahlung (schiffseigenes Messgerät), die direkte Sonnenstrahlung und die Sonnenscheindauer registriert werden. Die zur Schließung der Strahlungsbilanz erforderlichen Komponenten: Reflexstrahlung und Wärmestrahlung der Atmosphäre sowie der Meeresoberfläche, sollen durch Parameterisierungsverfahren abgeschätzt werden, die auf früheren Messfahrten im Atlantik getestet wurden. Die Daten der Langzeitmessungen an der vom AWI betriebenen BSRN-Messstation auf Spitzbergen sollen in die Messungen mit einbezogen werden.

Langfristiges Ziel der Messungen ist es,

- für einzelne Klimagebiete der Ozeane die Strahlungsbilanz sowie ihre einzelnen Komponenten einschließlich statistischer Kennzahlen zu bestimmen,
- aus der direkten Sonnenstrahlung den Trübungsfaktor der Atmosphäre nach Linke zu bestimmen,
- die Abhängigkeit der Globalstrahlung vom Bedeckungsgrad des Himmels zu untersuchen,
- aus Globalstrahlung und direkter Sonnenstrahlung die diffuse Sonnenstrahlung zu berechnen.

3. Ozeanographie

3.1 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 Konvektionsereignisse 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 Bildungsraten von Tiefen- und Zwischenwasser sowie der Wärmehalts- und Salzhaltänderungen 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 selbst-profilierenden 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. 2002 sollen drei solche Verankerungen ausgewechselt und der langjährige zonale Standardschnitt auf 75°N (ca. 53 Stationen) vermessen werden.

3.2 Wassermassenaustausch zwischen Nordpolarmeer und Atlantik Zirkulation in der Framstraße (AWI)

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.

Auf der Reise werden Messungen mit Temperatur- und Salzgehaltssonden ausgeführt sowie Wasserproben genommen, um Spurenstoffe zu messen. Ferner werden 10 ozeanographische Verankerungen aufgegeben und 12 wieder ausgelegt, um kontinuierliche mehrjährige Meßreihen aus dem Untersuchungsgebiet zu erhalten (Abb. 1, Tab. 1).

Bei diesem Programm handelt es sich um Beiträge zu einem Langzeitprogramm, das international im Rahmen der "Arctic Climate System Study" (ACSYS) des "World Climate Research Programme" (WCRP) eingebunden ist und 1997 im Rahmen der Europäischen Union als Projekt "VEINS" (Variability of Exchanges in the Northern Seas) begonnen und seitdem ohne Unterbrechung weitergeführt wurde.

Mooring Recovery planned

mooring	Latitude Longitude	depth of deployment	Date/ Time (UTC)	
F 1-4	78 50.33 N 08 38.55 E	260 m	18 Aug 2000	14:58
F 2-5	78 50.37 N 08 18.35 E	790 m	18 Aug 2000	12:48
F 3-4	78 50.33 N 07 56.16 E	1030 m	18 Aug 2000	09:50
F 4-4	78 49.95 N 06 56.60 E	1480 m	20 Aug 2000	18:09
F 5-4	78 50.38 N 05 50.86 E	2470 m	20 Aug 2000	14:47
F 6-5	78 50.01 N 05 02.53 E	2640 m	04 Aug 2000	15:21
F 7-3	78 50.00 N 04 03.07 E	2320 m	04 Aug 2000	
F 8-4	78 50.00 N 02 33.70 E	2470 m	06 Aug 2000	08:21
F 9-3	78 56.60 N 00 22.50 W	2440 m	07 Aug 2000	10:40
F 10-4	79 01.48 N 02 01.57 W	2550 m	13 Aug 2000	18:38

Mooring Deployment planned

All moorings shall be recovered in summer 2003

mooring	Latitude	Longitude	depth
F 1-5	78 50 N	08 40 E	260 m
F 2-6	78 50 N	08 20 E	790 m
F 3-5	78 50 N	08 00 E	1030 m
F 4-5	78 50 N	07 00 E	1480 m
F 5-5	78 50 N	06 00 E	2470 m
F 6-6	78 50 N	05 00 E	2640 m
F 7-4	78 50 N	04 00 E	2320 m
F 8-5	78 50 N	02 48 E	2470 m
F 15-1	78 50 N	01 36 E	2440 m
F 16-1	78 50 N	00 24 E	2440 m
F 9-4	78 50 N	00 48 W	2440 m
F 10-5	78 50 N	02 00 W	2550 m

Table 1: Mooring locations

3.3 Tiefenwasserbildung und Zirkulation im Europäischen Nordmeer (IUP)

Wie Messungen zeigen, erfährt das Tiefenwasser der Grönlandsee aufgrund fehlender tieferreichender Konvektionstätigkeit seit Anfang der 80er Jahre einen Anstieg in Temperatur, Salzgehalt und Gehalt an Fluorchlorkohlenwasserstoffen (CFCs).

Dieser Anstieg an anthropogenen Spurenstoffen schliesst den lateralen Austausch mit den benachbarten Becken als Hauptursache für die beobachteten Änderungen der Tiefenwassereigenschaften aus. Es deutet vielmehr darauf hin, dass die darüberliegenden Zwischenwassermassen wesentlich am Ventilationsprozess beteiligt sind. Ein Mechanismus, der hierbei von Wichtigkeit zu sein scheint, ist erhöhte turbulente vertikale Vermischung.

Frühere Messungen der vertikalen Scherung der horizontalen Geschwindigkeit in der Grönlandsee wurden benutzt, um die diapyrnische Diffusivität abzuschätzen. Hierfür wurden Daten von gefierten 150kHz ADCP Messungen der PFS Polarstern Reise ARKXIV/2 verwendet. Die so berechneten Diffusivitäten liegen deutlich über typischen Werten für den tiefen Ozean; sie bewegen sich zwischen $1 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ und $2 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, mit einem Mittelwert von $0.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$.

Für die jetzige Polarstern Reise ARKXVIII/1 ergeben sich die folgenden Zielsetzungen:

Als Erstes soll die bestehende Zeitreihe von CFC Messungen fortgeführt werden. Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass die horizontale Variabilität in der Grönlandsee gering ist. Daher ist es ausreichend an ausgewählten Positionen, allerdings mit guter vertikaler Auflösung, zu messen. Die Probenahme wird "off-line" erfolgen, d.h., die Proben werden nach dem Abzapfen versiegelt. Die Analyse erfolgt dann in Bremen im Labor, mit Schwerpunkt auf CFC-11 und CFC-12, eventuell CCl₄.

Der zweite Schwerpunkt wird auf der weitergehenden Untersuchung der vertikalen Vermischung liegen. Ein Geschwindigkeitsschnitt über 75°N wird mit einem neuen ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) Gerät gemessen werden. Dabei werden zwei 300kHz ADCPs so angeordnet, dass jeweils eins nach unten und eins nach oben schaut. Dies ermöglicht eine höhere vertikale Auflösung und ein besseres Resultat in Bodennähe.

Zusätzlich werden an einigen Stationen Expendable Current Profiler (XCPs) eingesetzt. Dieses freifallende Gerät zur Strömungsmessung hat neben einer sehr feinen vertikalen Auflösung den Vorteil, dass es nicht von Schiffsbewegungen beeinflusst wird. Die so gewonnenen Daten dienen dem Vergleich mit den aus ADCP Messungen berechneten Diffusivitäten und der Überprüfung des verwendeten Algorithmus'.

4. Tiefseebiologie

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

Ziel der biologischen und biochemischen Arbeiten im multidisziplinären BMBF-Verbundvorhaben ARKTIEF-II ist es, großskalige Besiedlungsmuster im Bereich eines hangnormalen Rinnensystems am ostgrönländischen Kontinentalhang und in der tiefen Grönlandsee zu erfassen und biologische Umsatzprozesse in ihrer Bedeutung für das Ökosystem "Arktische Tiefsee" abzuschätzen. Anhand der Verteilungsmuster in Zusammensetzung, Aktivität und Biomasse 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 für ARK XVIII/1 geplanten Untersuchungen knüpfen an die während der Expeditionen ARK XV/1, ARK XVI/1 und ARK XVII/1 im Zeitraum 1999 - 2001 durchgeführten Arbeiten in einem Rinnensystem bei 74° N an ("ARKTIEF-Rinne"). Während bisher die Megafauna-Assoziationen und großskaligen Verteilungsmuster der kleineren benthischen Infauna im westlichen bis mittleren Teil der Rinne erfaßt wurden, sollen die Probenahmen in diesem Jahr entlang des Rinnenverlaufs bis in den Tiefseefächer-Bereich fortgesetzt werden.

Die geplanten Arbeiten umfassen:

- Fortsetzung der optischen Erfassung von Lebensraumheterogenität und Megafauna-Assoziationen im Bereich des Rinnensystems sowie in der angrenzenden Tiefsee durch das Kamerasystem OFOS (Ocean Floor Observation System)
- Beprobung der benthischen Epi-/Megafauna durch geschleppte Geräte, um Material zur Referenzbestimmung und Untersuchung populationsdynamischer Parameter einzelner Arten zu erhalten
- Fortsetzung der Aufnahme großskaliger Verteilungsmuster in der Aktivität und Biomasse der kleinen benthischen Infauna (Bakterien bis Meiofauna) durch biochemische Verfahren anhand von Sedimentproben (Multicorer)
- die regionale Bilanzierung des Nahrungsbedarfs des Benthos auf der Grundlage von Biomasseverteilungen

4.2 Interdisziplinäre Forschungen an einer Tiefsee-Langzeitstation (AWI)

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

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

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

Nach einer Vorerkundung mit Hilfe des französischen ferngesteuerten Tiefseesystems (Remotely Operated Vehicle, ROV) "VICTOR 6000" wurde im Sommer 1999 in der Framstraße westlich von Spitzbergen (79°N, 4°E) die erste Langzeitstation in einer polaren Tiefseeregion eingerichtet (Abb. 2). Neben einem zentralen Experimentierfeld in 2500 m Wassertiefe (AWI-"Hausgarten") wurden entlang eines Tiefentransektes insgesamt 9 Stationen in 1000 - 5500 m Tiefe bestimmt, die in den nächsten Jahren wiederholt aufgesucht werden sollen, um in biologischen, geochemischen und sedimentologischen Untersuchungen saisonale und interannuelle Veränderungen identifizieren zu können.

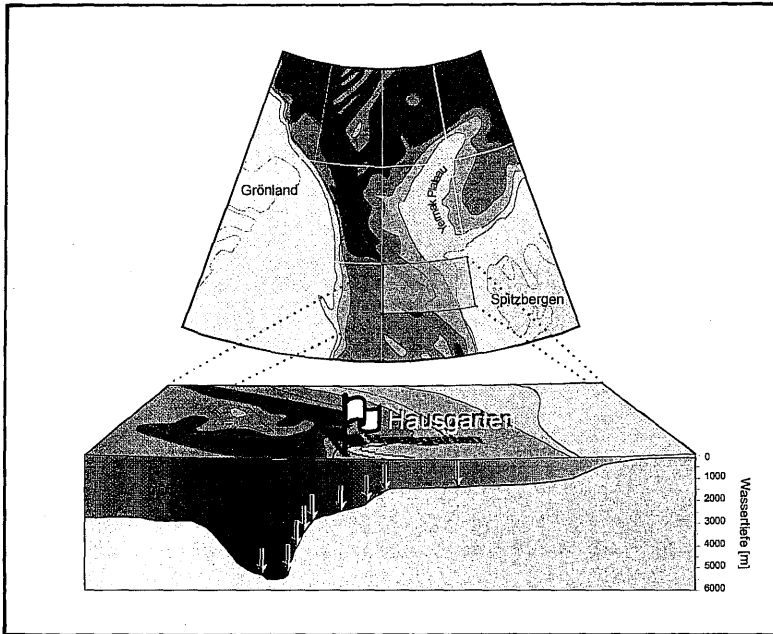


Abb.2: Langzeitstation im AWI-Hausgarten

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

4.3 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 cm³ Sediment und 4 l Wasser umschließen und einer Meßeinheit, die die Abnahme des im Wasser gelösten Sauerstoffs mit Hilfe von polarographischen Sensoren über die Zeit registriert. Geplant sind mind. 3 Einsätze des Freifallrespirometers im Bereich der AWI-Tiefsee-Langzeitstation ("Hausgarten") westlich von Spitzbergen (1500 m, 2500 m, 3500 m). Die Inkubationszeiten werden jeweils 24 - 48 Stunden betragen.

Die mittels des Freifallrespirometers ermittelten Sauerstoff-Zehrungsraten stellen eine Summenbestimmung aller O₂-verbrauchenden Prozesse dar, d.h. auch der von epibenthischen Organismen und Makrofauna veratmete Sauerstoff wird erfasst. Um zusätzliche Informationen über eine Tiefenverteilung der O₂-Zehrung im Sediment zu erhalten, soll ein Lander außerdem mit einem in situ Mikroprofiler ausgerüstet werden. Hiermit lässt sich der im Porenwasser gelöste Sauerstoff in sehr hoher vertikaler Auflösung (z.B. in 0.1 mm Schritten) bestimmen. Die gemessenen O₂-Profile erlauben dank ihrer hohen Auflösung eine genaue Berechnung des diffusiven Sauerstoffflusses durch die Wasser-Sediment-Grenzfläche, woraus weiter der Eintrag an organischem Kohlenstoff auf den Meeresboden abgeschätzt werden kann. Da die Aktivität der Makro- und Epifauna O₂-Mikroprofile i.a. unbeeinflusst lässt, wohl aber zu den in situ Respirationsmessungen beiträgt, können durch den Vergleich der Ergebnisse beider Methoden für die selbe Lokation die O₂-Zehrungsraten dieser Organismengruppen quantifiziert werden.

4.4 Untersuchungen zur Auswirkung hydrostatischer Druckänderungen auf die Dynamik benthischer Bakteriengemeinschaften in arktischen Tiefseesedimenten (AWI)

Bedeutung und Ausmaß des mikrobiellen Einflusses auf biogeochemische Parameter an der Sediment-Wasser-Grenzschicht in Abhängigkeit unterschiedlicher Tiefenstufen waren und sind Gegenstand zahlreicher Untersuchungen zur Komplexität benthischer Tiefseehabitats. Unverzichtbar sind dabei bakterielle Aktivitätsmessungen, die direkt an Bord durchgeführt werden. Im Unterschied zu pelagischen Untersuchungen ist es noch nicht gelungen, ein System zur Sedimentprobennahme unter Umgebungsdruck einzusetzen. Daher wurden in sämtlichen bisher veröffentlichten Studien die erforderlichen Inkubationsbedingungen nur teilweise berücksichtigt, und meist auf die Einhaltung der Umgebungstemperatur beschränkt.

Im Zuge der Expedition ARK XVIII/1b sollen graduierte Rekompressionsversuche mit Hilfe speziell angefertigter Inkubationsröhren durchgeführt werden. Es ist geplant, die Probennahmen in unterschiedlichen Tiefen mit Hilfe eines Multicorers durchzuführen. Den Sedimentkernen werden systematisch Unterproben entnommen und die obersten 5 Zentimeter separat für Inkubationsreihen zum Effektvergleich von Dekompression und Kompression vorbereitet. Dabei soll der Einfluss einer Druckänderung als Funktion der Zeit auf die Aktivität und Zusammensetzung komplexer Bakteriengemeinschaften unterschiedlicher Tiefenniveaus untersucht werden. Der Verlauf der bakteriellen Aktivität wird anhand von Messungen spezifischer Inkorporationsraten beobachtet. Eine mögliche adaptive Verschiebung auf Populationsebene als Auswirkung einer Druckänderung soll mit Hilfe molekularer Fingerprint-Techniken dokumentiert werden.

Diese Versuchsserie soll dazu beitragen, die Ergebnisse unterschiedlicher Aktivitätsstudien an Tiefseebakterien unter nicht angepassten hydrostatischen Inkubationsbedingungen besser abschätzen zu können und als Anhaltspunkt die Planung zukünftiger Langzeitexperimente im Hinblick auf komplexe Interaktionen des Tiefseebenthos untermauern.

5. Marine Mikrobiologie

5.1 Die Rolle von Protisten im trophischen Gefüge des arktischen Ozeans: Untersuchungen an der mikrobiellen Gemeinschaft des Pelagials und des Meereises.

(AWI, FUB)

Es ist geplant, von den 3 Fahrtteilnehmerinnen eine umfassende Studie zur Ökologie arktischer Protisten durchzuführen. Im Vordergrund stehen dabei Untersuchungen zur Rolle mixotropher Protisten im Pelagial, die trophische Funktion heterotropher und mixotropher Protisten des Meereises und der Stellenwert der unterschiedlichen Kontrollmechanismen (Nährstoff- oder Fraßkontrolle) innerhalb des pelagischen mikrobiellen Nahrungsnetzes, unter besonderer Berücksichtigung artspezifischer Unterschiede. Allen Untersuchungen liegt gleichermaßen die große ökologische Bedeutung von freilebenden Protisten zugrunde. Die drei Aspekte werden sich zu einem schlüssigen Gesamtbild zusammenfügen. Grundlage jedes Teiles der Studie sind vorangegangene Arbeiten an vergleichbaren oder den selben Probenentnahmegebieten wie denen, die auf dieser Expedition angefahren werden.

(1) Mixotrophie von Protisten ist weit verbreitet in pelagialen Lebensräumen und kann eine "Abkürzung" und erhöhte Effizienz innerhalb planktischer Nahrungsnetze zur Folge haben, ihre quantitative Bedeutung unterliegt allerdings großen räumlichen und zeitlichen Schwankungen. Trotz einer Vielzahl existierender Studien sind die Gründe hierfür noch nicht eindeutig geklärt.

(2) Die mikrobielle Gemeinschaft der Unterseite von Meereis ähnelt denen von Pelagial und Benthos, und läßt daher vermuten, daß vergleichbare trophische Verknüpfungen existieren. Allerdings gibt es noch kaum experimentelle Studien zu dieser Fragestellung und entsprechend ist die Rolle von Meereisprotisten für den Kohlenstofffluß im arktischen Ozean noch weitgehend unbekannt.

(3) Die relative Bedeutung von Kontrolle durch Nährstoff- bzw. Nahrungsangebot oder durch Fraßdruck innerhalb pelagischer mikrobieller Gemeinschaften schließlich ist eine grundlegende Frage in der Planktonökologie. Im Sommer 2001 auf ARK XVII durchgeführte Studien deuten darauf hin, daß die unterschiedlichen funktionellen und taxonomischen Gruppen innerhalb des Planktons unterschiedlich auf experimentelle Erhöhung oder Erniedrigung von Fraßdruck reagieren. Nährstoffeinflüsse konnten in der Studie nicht berücksichtigt werden und sollen auf der Expedition ARK XVIII(1) in das experimentelle Design integriert werden.

Zur Beantwortung dieser Fragen ist geplant, zwei etablierte Experimenttypen zur Quantifizierung und Beschreibung von trophischen Verknüpfungen innerhalb von Protistengemeinschaften miteinander zu koppeln, „Verdünnungsexperimente“ (Typ Landry/Hasset) und „Tracerexperimente“. In Verdünnungsexperimenten wird eine Verdünnungsreihe von natürlichem, unfraktioniertem Wasser mit partikelfreiem Wasser (0,2 µm-filtriert) hergestellt, um die Auftreffwahrscheinlichkeit von Räuber und Beute zu variieren. Diese Verdünnungsstufen (Experimentalbehälter: 2,5 Liter fassende transparente Polycarbonatflaschen, 5 Verdünnungsstufen, je 3 Replikate) werden über ca. 48 Stunden in Seewasserdurchfluß-Deckinkubatoren (unter quasi in-situ Licht- und Temperaturbedingungen) gehältert. Über den Vergleich der Initialabundanzen mit den zum Abschluß der Experimente ermittelten Abundanzen der relevanten Organismen in den Verdünnungsstufen können Wachstums- und Fraßraten errechnet werden. Zum direkten Messen von Fraßraten an Bakterien werden Nahrungstracer (hier: mit fluoreszierendem Farbstoff markierte hitzegetötete Bakterien, FLB) zu Gesamtwasserproben hinzugegeben und ebenfalls inkubiert. Die Differenz der Anzahl der Tracer zwischen den Initialproben und den Endproben wird der Bakterivorie zugerechnet. Die Beobachtung von ingestierten Nahrungstracer in den Nahrungsvakuolen ihrer Räuber kann Aufschluß über Mixotrophie geben (bei im Epifluoreszenzmikroskop gleichzeitig sichtbarer Chlorophyllautofluoreszenz und aufgenommenen Tracern).

Es ist geplant, 4- 6 Experimentserien an unterschiedlichen Stationen durchzuführen. Die Beprobung des Wasserkörpers erfolgt mittels einer CTD-Rosette aus einer Wassertiefe von ca. 50 – 100 m. Für

die Experimente mit Meereis sollen kleinere Eisschollen aus dem Wasser "gefischt" werden. Bei einer erfolgreichen Durchführung der Experimente werden die folgenden Parameter ermittelt:

- Abundanzen autotropher und heterotropher Protisten und Bakterien
- Weitgehende taxonomische Einordnung der Zielorganismen
- Chlorophyllkonzentrationen
- Nährstoffkonzentrationen (N, Si, P)
- Gemeinschaftswachstumsraten
- Gemeinschaftsfräßraten
- Artspezifische Wachstumsraten der Zielorganismen
- Artspezifische Fräßraten der Zielorganismen
- Direkte Bestimmung der Bakterivorkeraten

5.2 Struktur und Abundanz oligotropher Bakterien (AWI)

Die quantitative Verteilung und Diversität von oligotrophen, an niedrige Nährstoffkonzentrationen ihrer Umwelt angepassten Bakterien, sollen mit Hilfe klassischer und molekularbiologischer Methoden untersucht werden. Dazu sollen Seewasserproben mit einem CTD-Wasserschöpfer aus 25, 100, 200 und 400 m Tiefen entnommen werden.

An Bord werden die Seewasserbakterien auf Membranfilter filtriert und die Zellen bei -30° C gelagert. Im Heimatlabor sollen die filtrierten Zellen mit phylogenetisch-spezifischen Oligonukleotidsonden mittels Fluoreszenz in situ Hybridisierung (FISH) getestet werden, um die phylogenetische Zusammensetzung des Bakterioplanktons in den verschiedenen Tiefen quantitativ zu erfassen. Zusätzlich sollen Bakterien aus 100 Liter Seewasser (Tiefe: 25m) mit einem Tangential-Flow-Mikrofiltrationsgerät angereichert werden. Aus diesen Zellen wird die DNS extrahiert und für den Aufbau einer Klonbibliothek verwendet. Die Kombination klassischer und molekularer Methoden ist ein sicherer Weg zur Identifikation der Organismen und erlaubt eine Aussage, welche Rolle die Isolate im Kohlenstoffkreislauf des Bakterioplanktons spielen. Durch einen Vergleich der ursprünglichen Bakteriengemeinschaft mit der Klonbibliothek wird es möglich sein, auf die natürliche Diversität zu schließen.

Auch sollen Anreicherungskulturen in oligotrophen Nährlösungen mit unterschiedlichen Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen (N-Acetyl-Glukosamin, Formamid, Methylamin, Methanol, Dibrommethan, Pepton-Hefeextrakt) angelegt werden, um knospenbildende, hyphenbildende und methylophile Bakterien zu isolieren. Parallel dazu sollen oligotrophe Bakterien in Dialysekammern in natürlichem Seewasser bei 4° C angereichert werden.

Außerdem soll Seewasser für DOC-Analysen in Glasampullen abgefüllt und bei -30° C aufbewahrt werden; für POC- und PON-Bestimmungen sollen die partikulären Substanzen auf Membranfilter abgetrennt werden.

6. Marine Geowissenschaften

6.1 Sedimentkerne zur Rekonstruktion der Variabilität des Over-flows durch die Dänemark Straße im letzten Eiszeitzyklus

(IFG, IPÖ)

Durch die Dänemark Straße fließt heute ein gigantischer "Wasserfall" von Zwischenwasser aus dem Europäischen Nordmeer in den Atlantik, genannt "Overflow". Er bildet eine Hauptquelle für die globale Tiefenzirkulation im Ozean und führt umgekehrt zum oberflächennahen Einstrom von warmem, salzreichem Atlantikwasser in das Nordmeer, nahe Reykjavik der "Nordisland-Irminger-Strom". Auf West-Island folgt daraus ein viel wärmeres Klima als am benachbarten Ost-Grönland.

Die Variabilität dieser thermohalinen Zirkulation soll über die letzten 150 000 Jahre von Glazial zu Interglazial und Stadial zu Interstadial mit multidekadischer Zeitauflösung aufgeklärt werden. Dazu

dienen lange Sedimentkerne, die im Rahmen dieser Ausfahrt auf mehreren Transekten quer zum unteren ostgrönländischen Kontinentalhang S und N der Dänemarkstraße gezogen werden. Ihre Bearbeitung umfasst

- 1.) den Aufbau einer hochauflösenden Stratigraphie, die an die Chronostratigraphie der Eiskerne von Grönland angebunden wird,
- 2.) die Rekonstruktion der Paläosalinitäts- und Dichtegradienten und
- 3.) der unterschiedlichen Paläo-14C-Alter von Oberflächen- und Tiefwassermassen, schließlich
- 4.) die Suche nach dem Ursprung fossiler Eisberg- und Schmelzwasser-Injektionen, die sich aus der unterschiedlichen Zusammensetzung des eisverdrifteten Detritus im Sediment abzuleiten ist.

In diesem Zusammenhang hat Fahrt ARK XVIII/1 somit folgende Arbeitsziele:

- Gewinnen klarer flachseismischer (Parasound) Profile quer über Sedimentdriften zur Auswahl der bestmöglichen Positionen zum Kernern zeitlich hoch aufgelöster Sedimentfolgen;
- Einsatz eines Multicorers auf mehreren Transekten, um lee- und luvseitig der Dänemark Straße die rezenten Verteilungsmuster der Faunen, der Geochemie und stabilen Isotopen mit Oberflächenproben gezielt zu dokumentieren;
- Ziehen von je 3-4 Sedimentkernen auf 3-4 Transekten quer über den unteren Kontinentalhang von Ost-Grönland, um die langfristige Variabilität des Overflows zu rekonstruieren; Beprobungen ausgewählter Wasserprofile, um die Verteilung der heutigen Wassermassen mit 14C-Altern zu kennzeichnen.

6.2. Geobiologie und Biodiversität von Porifera arktischer Autochtonspikulithe und abyssaler Weichböden (GZG)

Schwämme stehen am Anfang der Entwicklung der Metazoa, und bilden damit die älteste und ursprünglichste Tiergruppe. Besonderes wissenschaftliches Interesse haben sie in den letzten Jahren erlangt durch ihren hohen Gehalt an Naturstoffen. In diesem Zusammenhang sind auch die schwammassoziierten Bakterien in den Fokus wissenschaftlichen Interesses gerückt. Zahlreiche Schwämme beherbergen Bakterien in ihrem Gewebe, welche einen Großteil der Schwammbiomasse ausmachen können. Es gibt zahlreiche Hinweise darauf, dass die Bakterien an der Bildung der Naturstoffe beteiligt sind.

Das geobiologische Ziel dieser Ausfahrt ist die Untersuchung von Schwammgemeinschaften der Autochtonspikulithe auf Vesterisbanken und Jan Mayen Sporn. Autochtonspikulithe sind verfilzte Matten aus den Nadeln abgestorbener Kieselschwämme, deren Zwischenräumen eine reiche Endofauna beherbergen, darunter zahlreiche Arten von Porifera. Die gesamte Struktur kann als Tiefwasser-Spongien-Build up gesehen werden, und liefert wichtige Daten zur Interpretation fossiler Spikulithe. Wenn auch nicht ebenso reich an Arten, sind arktische Weichböden doch reich an Schwammbiomasse, hierunter besonders große Vertreter der Hexactinellida und einiger Demospongiae, z.B. der Gattungen Geodia und Thenea. Für die Beprobung der Spikulithe ist der Einsatz von Großkastengreifer und Dredge geplant. Auf Weichböden der Tiefsee – in Zusammenarbeit mit AG Juterzenka (Benthosökologie) – der Einsatz von Agassiztrawl, OFOS und Dredge.

Ein erheblicher Teil der wissenschaftlichen Zielsetzungen dieses Vorhaben ist eingebunden in das BMBF-Verbundprojekt BOSMAN (No. 03F0256A-D).

Wissenschaftliche Ziele im einzelnen:

1. Biodiversität, Ökologie und Taxonomie der Porifera. Schwämme der jeweiligen Beprobungsstelle werden sortiert und direkt an Bord bestimmt. Ziel ist eine Diversitätsanalyse der Schwammgemeinschaften von Spikuliten und Weichböden. Ausgewählte Arten werden an Bord gehalten für Untersuchungen an lebenden Organismen. Geplant sind u.a. Aufnahmen mit Digitalkamera an Binokular und Mikroskop.
2. Mikrobiologie: Von ausgewählten Schwammarten sollen deren assoziierten Bakterienpopulationen mit klassisch mikrobiologischen und molekularbiologischen Methoden

untersucht werden. Die Bestimmung der mikrobiellen Diversität soll anhand fixierten Materials über Fluoreszenz in situ Hybridisierung (FISH) erfolgen.

3. Phylogenie: Hexactinellida bilden vermutlich die Wurzel der Porifera. Ziel ist es, die molekulare Systematik sowie die Taxonomie verschiedener Vertreter dieses Taxons zu untersuchen.

6.3 Laterale vs. vertikale Sedimentflüsse in der Grönlandsee: Variabilität im späten Holozän (AWI)

Mit den geologischen Arbeiten im BMBF-Verbundvorhaben "ARKTIEF II" wird der Einfluß von Resuspensions- und Transportvorgängen auf die vertikalen Flüsse biogener und terrigener Partikel im Grönlandbecken untersucht, um die langfristige Bedeutung dieser Sedimentationsprozesse auf geologischen Zeitskalen abschätzen zu können. Die laterale Zufuhr von Sedimenten über die Nepheloidschichten oder die Rinnensysteme entlang des grönländischen Kontinentalhanges können die vertikale Sedimentation deutlich überprägen. Die Zusammensetzung der rezenten und subrezent Sedimentflüsse soll unter besonderer Berücksichtigung des organischen Kohlenstoffs bestimmt und der Einfluß der lateralen und vertikalen Transport- und Sedimentationsprozesse auf die Zusammensetzung der Sedimente abgeschätzt werden.

Die auf den Expeditionen ARK XVI/1 und ARK XVII/1 durchgeführten Untersuchungen am Rinnensystem um 74°N sollen in Richtung des Grönlandbeckens fortgeführt werden, um den vermuteten distalen Ablagerungsraum der in der Rinne transportierten Sedimente zu kartieren und detailliert zu beproben. Mit diesen Arbeiten werden folgende Ziele angestrebt:

- Fortsetzung der bathymetrischen Vermessung der Rinne im Grönlandbecken östlich von 9°W mit dem Fächersonar Hydrosweep
- Erfassung des Aufbaus der oberflächennahen Meeresbodensedimente mit dem Sedimentecholot Parasound
- Gezielte Beprobung der oberflächennahen Sedimente mit Multicorer und Großkastengreifer entlang ausgewählter Schnitte senkrecht und parallel zur Rinnenachse, um die Zusammensetzung der Sedimente zu bestimmen
- Beprobung ausgewählter Bereiche des Rinnensystems mit dem Schwerelot, um die spätholozäne Entwicklung der Rinne und des umgebenden Tiefseebeckens zu rekonstruieren

6.4 Geochemische Untersuchungen am Håkon Mosby Schlammvulkan (AWI)

Die im Rahmen der "Polarstern"-Expedition ARK XVIII/1b geplanten Feldarbeiten am Håkon Mosby Schlammvulkan (HMMV) stehen im Kontext der Methanforschung. HMMV ist als Methan freisetzende Punktquelle am Meeresboden eines polaren Ozeans von besonderem Interesse. Schlammvulkane können als Oberflächenerscheinung eines tiefer unten in der Erdkruste vorkommenden Diapirismus verstanden werden. Dichte-invertierte, verflüssigte Sedimente werden, oft entlang von Störungszonen, nach oben gepreßt, wobei große Mengen Schlamm und Gas zum Meeresboden herauf transportiert werden (Milkov, 2000). Aus aufwärts migrierendem Methan können unter bestimmten Temperatur-Druck-Verhältnissen Gashydrate entstehen. Gashydrate fixieren große Mengen Methan, welches als potentieller Energieträger der Zukunft interessant werden könnte. Durch die Zersetzung der Hydrate könnte dieses Methan bei steigenden Seewassertemperaturen allerdings auch wieder freigesetzt werden.

Die Untersuchungen zielen primär darauf ab, die Gesamtmenge des freigesetzten Methans abzuschätzen sowie sein weiteres Schicksal in der Wassersäule zu verfolgen. Zu diesem Zweck ist geplant, die HMMV umgebende Wassersäule, insbesondere die bodennahe Zone, zu beproben. Ergebnisse früherer Untersuchungen ergaben, daß Methan, welches vom Zentrum des HMMV freigesetzt wird, von den vorherrschenden Bodenströmungen in nord- bis nordwestlicher Richtung weggetragen wird. Darum ist die Beprobung der Wassersäule entlang eines durch das Vulkanzentrum

verlaufenden Süd-Nord-Transektes geplant, z.B. auf der Linie N72° 00.1' E14° 43.6' - N72° 00.5' E14° 43.8' (Abb. 3). Mittels eines CTD-Kranzwasserschöpfers sollen Wasserproben hier an etwa 6 Stationen über die gesamte Wassersäule genommen werden. Zudem ist an diesen Lokationen eine hochauflösende Beprobung der bodennahen Zone mittels eines neu entwickelten Horizontalwasserschöpfers vorgesehen (Abb. 4). Die Wasserproben werden u.a. auf Methan, Sauerstoff und Nährstoffe hin analysiert.

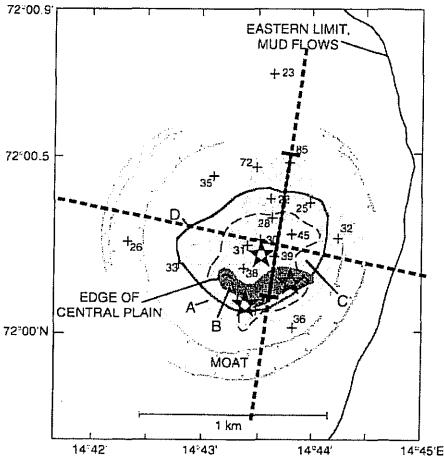
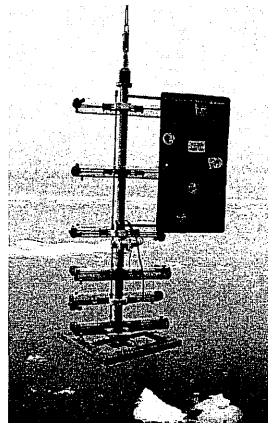


Fig. 3 Map of proposed sampling and observation transects at HMMV. (Modified from Pimenov et al., 1999)

- Planned water column sampling
- - - Additional OFOS tracks
- ★ Sampling of surface sediment by multiple corer
- A: Patches of bacterial mats
- B: Areas densely covered by bact. Mats
- C: HMMV's "eye"
- D: 5 K/m subbottom gradient contour

Fig 4:
Horizontalwasserschöpfer



Neben der Beprobung der Wassersäule sollen auch Oberflächen-Sedimentproben zur geochemischen und geologischen Analyse (z.B. Methan, Sulfid, Nährstoffe und Foraminiferen) an drei unterschiedlichen Typuslokalationen des Schlammvulkans entnommen werden (Abb. 5a: Pogonophoren, N72°0.08' E14°43.39'; 5b: Bakteriematten, N72°00.14' E14°43.81'; 5c: Zentrum, N72°0.22' E14°43.53').

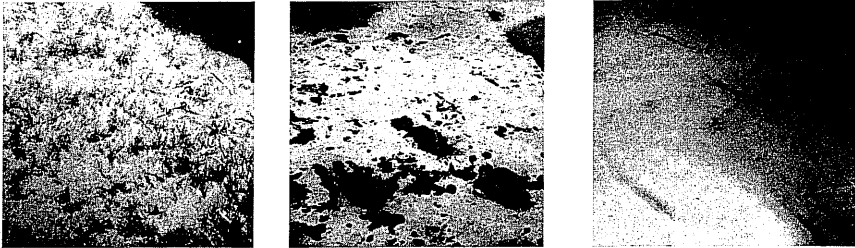


Fig. 5: Drei am HMMV zu unterscheidende "Typuslokationen": (a) Pogonophorenrasen im äußeren Randbereich, (b) Bakterienmatten, (c) Unbesiedelte Sedimente im Zentrum des Schlammvulkans. (Aufnahmen Victor 6000-Operation 2001).

An diesen Lokationen sollen ebenfalls in-situ H₂S-, pH- und Porositäts-Mikroprofile mittels eines entsprechenden Landers aufgenommen werden. Derartige Daten werden zur Berechnung von Stoffflüssen durch die Sedimen-Wasser-Grenzschicht benötigt.

Um abzuleiten, in welcher Weise HMMV seine nächste Umgebung beeinflusst, sind zwei ca. 2 km lange Foto-Transekte über den Meeresboden (OFOS) vorgesehen, welche als Querschnitte über die Vulkanstruktur gelegt werden sollen (Abb.1).

CRUISE LEG ARK XVIII/1 a, b BREMERHAVEN – TROMSØ (23.06.2002 - 24.08.2002)

1. Itinerary and summary

POLARSTERN will leave port in Bremerhaven on 23 June 2002 to perform oceanographic, geo-scientific and biological investigations in the East Greenland Current and the northern Greenland Sea. (Fig. 1) In the beginning long sediment cores will be obtained on several transects across the lower East Greenland continental margin to the south and north of the Denmark Strait, which will help to uncover the variability of thermohaline surface and deepwater circulation at multidecadal resolution over the last 150,000 years from glacial to inter-glacial and stadial to inter-stadial times. At the same time a multicorer will be employed on several transects for sampling the modern faunal, geo-chemical, and isotopic distribution patterns on the lee- and luvside of the Denmark Strait Overflow. Continuing north of Denmark Strait sponge communities on arctic spiculite mats of Vesterisbanken and Jan Mayen Sporn will be investigated. Autochthonous spiculites are mats of sponge silicate spicules which host a rich endofauna of sponge species.

The goal of biological and biochemical work during the BMBF project ARKTIEF-II is 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. The geological work of ARKTIEF-II aims at characterizing the influence of resuspension and transport processes on the vertical fluxes of biogenic and terrigenous particles in the Greenland basin in order to estimate the influence of these sedimentation processes on geological time-scales.

The following oceanographic work includes a hydrographic section along 75°N, which is repeated each year in order to investigate long-term changes in water masses and especially in the renewal of deep and bottom water in the Greenland Sea. In addition velocity profiles are taken with a new ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) to obtain estimates of vertical mixing rates. Furthermore, the existing time series of CFC measurements will be continued.

After completion of this work, several members of the scientific community will be exchanged at Longyearbyen. In the beginning of the second part of this cruise leg, interdisciplinary work at a deep-sea long-term station in the benthological 'Hausgarten' will be performed to investigate the effects of physical, chemical and biological gradients in the deep sea on the dynamics of benthic bacterial communities.

Oceanographic work follows which is dedicated to investigate the water mass exchange between the Arctic and the North Atlantic and the circulation in Fram Strait. A hydrographic section along 79N will be taken, and water samples for tracer determination will be collected. It is planned to recover 10 and re-deploy 12 moorings to enlarge the existing time series for the investigation of long-term variability.

During the entire cruise studies of protists in the food web of the Greenland Sea will be undertaken, especially concerning the role of mixotrophic protists in the water column, the trophic function of heterotrophic and mixotrophic protists of the sea ice and the relative importance of grazing and nutrient control within the pelagic microbial food web, with special reference to species-specific differences. In addition the quantitative distribution and diversity of oligotrophic, low-nutrient bacteria will be investigated by means of classical and molecular biological methods.

The final research component of this cruise is concerned with geochemical investigations at the Håkon Mosby Mud Volcano. These investigations aim at the assessment of the total methane release and of the fate of methane within the water column. After the conclusion of this work POLARSTERN will steam towards Tromsø and reach port on 24 August 2002.

2. Ship's Meteorological Station

(DWD)

Operational Programme

The ship's meteorological station is staffed with a meteorologist and a meteorological radio-operator of the Deutscher Wetterdienst (Hamburg).

Duties

1. Weather consultation

Issuing daily weather forecasts for scientific and nautical management, helicopter pilots starting from the ship, and for scientific groups. On request weather forecasts to other research crafts, especially in the frame of international co-operation.

2. Meteorological observations and measurements

Weather observation including six to eight synoptic weather observations daily. Coding and feeding these into the GTS (Global Telecommunication System) of the WMO (World Meteorological Organisation) via satellite or radio.

Largely automated rawinsonde soundings of the atmosphere up to about 32 km height. The processed and coded data are inserted onto the GTS of the WMO via satellite.

Recording, processing, and storing of pictures from meteorological satellites.

3. Determination of the net total radiation at sea

The knowledge of the spatial and temporal distribution of the net total radiation and its components at the sea-surface is important for numerous meteorological and oceanographic investigations. On the cruise of the vessel global solar radiation, direct solar radiation, and sunshine duration will be recorded. The other components closing the radiation balance equation: reflected solar radiation, (longwave) atmospheric and terrestrial surface radiation, will be computed with the aid of numerical models tested in former cruises in the Atlantic Ocean. The long-time data recorded at the BSRN-Station in Spitsbergen will be used in comparison with the measurements recorded at board.

The long-term objectives of the investigations are:

- to determine the net total radiation and its components, including statistical parameters, for the climatic regions of the oceans,
- to compute the turbidity factor of the atmosphere according to Linke from direct solar radiation,
- to investigate the dependency on total cloud amount of global solar radiation,
- to compute diffuse solar radiation from measured global and direct solar radiation.

3. Physical Oceanography

3.1 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 at 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 2002, three of these moorings will be redeployed, and the standard zonal transect on 75°N (approx. 53 stations) will be performed.

3.2 Flow through Fram Strait

(AWI)

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, freezing and melting to become shallow fresh waters, ice and saline deep waters. The outflow from the Nordic Seas to the south provides the initial driving of the global thermohaline circulation cell. Knowledge of these fluxes and understanding of the modification processes is a major prerequisite for the quantification of the rate of overturning within the large circulation cells of the Arctic and the Atlantic Oceans, and is also a basic requirement for understanding the role of these ocean areas in climate variability on interannual to decadal scales.

The Fram Strait represents the only deep connection between the Arctic Ocean and the Nordic Seas. Just as the freshwater transport from the Arctic Ocean is thought to be of major influence on convection in the Nordic Seas and further south, the transport of warm and saline Atlantic water significantly affects the water mass characteristics in the Arctic Ocean and therefore possibly influences also ice and atmosphere. Since 1997, velocity and hydrography measurements are carried out in Fram Strait with the aim to estimate mass, heat and salt fluxes through the strait as well as fluxes of dissolved substances; until July 2000 this was done in the framework of the European Union project "VEINS" (Variability of Exchanges in Northern Seas). In combination with regional models, the results will be used to investigate the nature and origin of the transport fluctuations on seasonal to decadal time scales.

The complicated topographic structure of the Fram Strait leads to a splitting of the West Spitsbergen Current carrying Atlantic Water northward into at least three parts. One part follows the shelf edge and enters the Arctic Ocean north of Svalbard. This part has to cross the Yermak Plateau which poses a sill for the flow with a depth of approximately 700 m. A second branch flows northward along the north-western slope of the Yermak Plateau and the third part recirculates immediately in Fram Strait at about 79°N. Evidently, the size and strength of the different branches largely determine the input of oceanic heat to the inner Arctic Ocean. The East Greenland Current, carrying water from the Arctic Ocean southwards has a concentrated core above the continental slope. Therefore, our mooring array is designed to cover the deep part of the Fram Strait from the eastern to the western shelf edge.

To measure the current field between East Greenland and West Spitsbergen, actually 14 mooring areas are deployed across Fram Strait at 79°N, in water depths of between 200 m and 2600 m water depth. The westernmost 4 moorings are maintained by the Norsk Polar Institutt with whom the program is run jointly. We will recover 10 moorings and redeploy 12 moorings.

Salinity sensors on moored instruments are too expensive to be deployed at 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 higher spatial resolution.

3.3 Deep Water Renewal and Circulation in the Nordic Seas (IUP)

In the absence of bottom-reaching open ocean convection, the Greenland Sea deep and bottom waters have experienced a small but significant increase in temperature, salinity and chlorofluorocarbon (CFC) concentration over the past two decades.

This increase in tracer concentration excludes lateral exchange with adjacent basins as the main ventilation mechanism. The observed changes point towards the participation of intermediate water masses in the renewal process. A suspected mechanism involved is intensified vertical turbulent mixing.

Earlier measurements of the vertical shear of the horizontal velocity field in the central Greenland Sea and near the surrounding ridge systems (obtained with a lowered 150kHz ADCP on PS Polarstern cruise ARKXIV/2) have been used to determine the diapycnal diffusivities. These diffusivities are indeed well above typical deep ocean values, they range from $1 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ to $2 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, with an average of $0.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$.

The objective on the forthcoming Polarstern cruise ARKXVIII/1 is twofold:

Firstly, the time series of CFC content will be extended, with the aim to monitor further changes in the deep water properties. Various surveys in the past years have shown that the horizontal distribution of tracers is very homogeneous. Therefore it is sufficient to sample only a few chosen locations, but with a high vertical resolution. The samples will be taken "off-line", i.e. sealed after sampling. The subsequent analysis will take place at home in lab and focus on CFC-11, CFC-12, and possibly CCl4.

Secondly, the turbulent mixing as a possible ventilation mechanism will be further explored. The 75N section will be covered with velocity measurements with a different ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler). This instrument consists of two separate 300kHz ADCPs, one upward and one downward facing. This arrangement allows for a higher vertical resolution and better characteristics near the sea bed.

Additionally, complementary velocity profiles will be taken with a free-falling probe, an Expendable Current Profiler (XCP), at some stations. The XCP has the advantage of a better vertical resolution and is not influenced by ship motion. These measurements will be used to double-check the results from the ADCP and to verify a parameterization which is involved in the algorithm of calculating the diffusivities.

4. Deep-Sea Biology

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

(AWI)

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. 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.

Investigations during ARK XVIII/1 will continue the survey on a channel system at 74°N, which was started during the POLARSTERN cruise in 1999, and continued in 2000 and 2001. Whereas the western and middle section of the channel had been the focus of interest during former cruises, megabenthos communities and the small benthic infauna of the eastern part will be investigated in the summer of 2002. In the process the study area will be extended to the deep-sea fan region.

Main aims for ship work during ARK XVIII/1 will be:

- to continue the optical assessment of the seafloor heterogeneity and
- megafauna assemblages in the vicinity of the channel system and the adjacent deep sea by means of the camera system OFOS ("Ocean Floor Observation System"),
- to sample the benthic epifauna/megafauna to obtain reference material for species determination as well as studies on population parameters of selected species,
- to continue the large-scale assessment of activities and biomass of the smallest sediment-inhabiting organisms (bacteria to meiofauna), using biochemical analysis of sediment cores (multicorer), and
- to estimate food requirements based on distribution patterns of benthic bio-mass.

4.2. Interdisciplinary research at a deep-sea long-term station

(AWI)

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

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

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

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

Organic matter produced in the upper water layers or introduced from land is the main food source for deep-sea organisms. To characterise and quantify organic matter fluxes to the seafloor, we use moorings carrying sediment traps. The exchange of solutes between the sediments and the overlying waters as well as the bottom currents will be studied to investigate major processes at the sediment-water-interface. Virtually undisturbed sediment samples were taken using a multiple corer. Various biogenic compounds from the sediments will be analysed to estimate activities (e.g. bacterial exoenzymatic activity) and total biomass of the smallest sediment-inhabiting organisms. Results will help to describe the eco-status of the benthic system. The quantification of benthic organisms from bacteria to megafauna will be a major goal in biological investigations.

4.3 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 (1500 m, 2500 m, 3500m). Incubation times will be 24 h to 48 h each.

Oxygen consumption rates determined by a respirometer include all oxygen consuming processes, i.e. include also the contributions of the epibenthic organisms and macrofauna. In order to obtain additional information about the sedimentary depth distribution of O₂-consumption rates, it is scheduled also to equip a lander with an in situ microprofiler. Such device allows to measure pore water oxygen concentrations in very high vertical resolution (e.g. in steps of 0.1 mm). These high resolution profiles will be used for exact calculation of diffusive oxygen fluxes through the water-sediment interface, which are the base the estimation of organic carbon fluxes onto the sea floor. Since macro and epifauna activity in general does not affect the shape of O₂-microprofiles but is included in respiration measurements, the specific respiration rates of these organisms can be quantified by comparing both methods results obtained at the same location.

4.4 Investigations on the impact of alternating hydrostatic pressure on the dynamics of benthic bacterial communities in Arctic deep-sea sediments (AWI)

The importance and extent of the depth-dependent microbial influence on biogeochemical parameters at the sediment-water interface remains object of several investigations on the complexity of sedimentary habitats in the deep sea. An essential approach in studying bacteria in their natural environment are bacterial activity measurements being conducted directly on board. Until now, there is no success in the deployment of a pressure-constant sediment sampling system compared to the pelagic investigation area. The incubation conditions of most experiments were restricted in compliance with low temperature.

In this context, recompression experiments in especially made incubation chambers are planned during the course of the expedition ARK XVIII/1b. Sediment samples will be taken by means of a multicorer sampling system, the upper 5 centimetres of sediment core subsamples will be prepared for incubation series evaluating decompression compared to compression effects. Aim of the study is to estimate a time-depending impact of alternating hydrostatic pressure on the activity and composition of complex bacterial communities from different depths. Variations in bacterial activity will be traced by measuring specific incorporation rates, molecular fingerprinting methods are considered to follow potential bacterial community shifts.

These test series are expected to contribute to the rating of previous investigations on the activity of deep-sea bacteria being conducted under unadjusted pressure conditions and to represent a clue for the planning of long-term experiments on interspecific interactions among benthic deep-sea organisms.

5. Marine Microbiology

5.1 The role of protists in the food web of the Arctic Ocean. Investigations of the microbial communities of the water column and the sea ice (AWI)

The three participants are planning to conduct a broad study on the ecology of arctic protists. They will focus on three different aspect: the role of mixotrophic protists in the water column , the trophic function of heterotrophic and mixotrophic protists of the sea ice and the relative importance of grazing and nutrient control within the pelagic microbial food web, with special reference to species-specific differences. All studies are based on the great ecological role of free-living protists, and they will form a coherent picture. Previous work on related questions but different geographical areas or at the same sampling stations have been conducted.

(1) Mixotrophy of protists is a common phenomenon of pelagic systems and can imply a "short cut" and increased efficiency of the carbon transfer within planktonic food webs, however, its quantitative importance shows massive spatial and temporal variations. Despite a multitude of existing studies the reasons for this variability have not been described sufficiently.

(2) The microbial community within or at the base of sea ice resembles that of the pelagial and the benthos and therefore gives rise to the assumption that similar trophic relationships exist. However, only very few experimental studies have been conducted and consequently the role of sea ice protists for the carbon flow in the Arctic Ocean is still largely unknown.

(3) Lastly, the relative importance of control through nutrient supply and/or grazing pressure within pelagic microbial communities is a basic question in plankton ecology. A study conducted in summer 2001 (ARK XVII) by S. Zitzmann indicates that the different functional and taxonomic groups within the plankton show different reactions to experimentally induced

increase or decrease of grazing pressure. The effect of nutrient supply could not be tested on that cruise, and will therefore be integrated into the experimental design on ARK XVIII(1).

To answer these questions, we are planning to combine two types of experiments, routinely used in plankton grazing studies: Landry/Hasset-type „dilution experiments“ and „tracer experiments“. In dilution experiments, a dilution series of natural, unfractionated water combined with particle-free water (0.2 µm filtered) is created, in order to change the encounter probability between predator and prey in the various dilution steps. These dilution steps (experimental containers: 2.5 l transparent polycarbonate bottles, 5 dilution steps, 3 replicates each) will be incubated in seawater through-flow on-deck incubators (providing quasi in-situ light and temperature conditions) for ca. 48 hours. By comparing initial and end abundances of the relevant organisms from the individual dilution steps, growth and grazing rates can be calculated. For the direct quantification of bacterivory, food tracers (here: fluorescently-labelled, heat-killed bacteria, FLB) will be added to whole water samples and also incubated under the same conditions. The magnitude of bacterivory will be deducted from the difference in abundance of the tracers between initial and end samples. Mixotrophs can be identified with an epifluorescence microscope by the simultaneous fluorescence of ingested food tracers and chlorophyll a autofluorescence

It is planned to conduct 4-6 experiments at different stations. Water will be collected with a CTD cast from a sampling depth of ca. 50 – 100 m. Small ice floes will be "fished" from the water surface with a specially designed device. Successful experiments will result in the following data sets:

- Abundances of autotrophic and heterotrophic protists and bacteria
- Taxonomic description of the organisms
- Concentration of chlorophyll a
- Concentrations of nutrients (N, Si, P)
- Community growth rates
- Community grazing rates
- Species-specific growth rates
- Species-specific grazing rates
- Direct quantification of bacterivory

5.2 Structure and abundance of oligotrophic bacteria

(AWI)

The quantitative distribution and diversity of oligotrophic, low-nutrient bacteria will be investigated by means of classical and molecular biological methods. Seawater samples will be taken for this purpose with a CTD water sampler from 25, 100, 200 and 400 m depths.

The bacteria from seawater are filtered on membrane filters on board, and the cells stored at -30° C. At the home laboratory, the filtered cells will be tested with phylogenetic-specific oligonucleotide probes using fluorescence in situ hybridization (FISH) to determine quantitatively the phylogenetic composition of the bacterioplankton from different water depths. Additionally, the bacteria from 100 liter seawater (depth: 25 m) will have to be concentrated with a tangential flow microfiltration apparatus. The DNA will be extracted from the cells and used for building a clone library. The combination of classical and molecular methods is a reliable way to identify the organisms and can give evidence about the role of the isolates in the carbon cycle of the bacterioplankton. In this way, it is possible to unlock the natural diversity by comparing the original bacterial community with the clone library.

To isolate budding, prosthecate and methylotrophic bacteria, enrichment cultures in oligotrophic nutrient broths with different carbon and nitrogen compounds (N-acetyl-glucosamine, formamide, methylamine, methanol, dibromomethan, peptone-yeast extract) will also be performed. Additionally, oligotrophic bacteria will be enriched in dialysis chambers in natural seawater.

Moreover, seawater for DOC analyses will be filled in glass ampoules and stored at -30° C; the particulate substances have to be separated on membrane filters for POC and PON determinations.

6. Marine Geo-Sciences

6.1 Sediment records to reconstruct the variability of the Denmark Strait Overflow over the last glacial cycle

(IfG, IPO)

Today the Denmark Strait forms a gateway for a giant cataract of intermediate water, the Overflow from the European Nordic Seas into the Atlantic, where it forms a major source of global deepwater circulation in the ocean. This Overflow, in turn, leads to the advection of warm and saline surface water from the Atlantic into the Nordic Seas, near Reykjavik called the 'North Icelandic Irminger Current', and causes a climate on West Iceland that is much warmer than on nearby Greenland.

Long sediment cores obtained on several transects across the lower East Greenland continental margin to the south and north of the Denmark Strait will help to uncover the variability of thermohaline surface and deepwater circulation at multidecadal resolution over the last 150,000 years from glacial to interglacial and stadial to inter-stadial times. This involves (1) the build-up of a high-resolution stratigraphy tied to the chronostratigraphy of the Greenland ice cores and (2) the reconstruction of paleosalinity and -density gradients and (3) differential paleo-¹⁴C ages of surface and overflow water, moreover, (4) a search for the origin of past icebergs and melt-water injections as deduced from different kinds of ice-rafted debris in the sediment.

In particular Leg ARK XVIII/1 will aim

- To produce high-quality shallow seismic (Parasound) records across sediment drifts, that reveal the optimum locations for coring high-resolution sediment records;
- To employ a multicorer on several transects for sampling the modern faunal, geo-chemical, and isotopic distribution patterns on the lee- and luvside of the Denmark Strait Overflow;
- To gain three to four transects of 3-4 sediment cores each across the lower East Greenland margin to establish the long-term Overflow variability;
- To sample water profiles for measuring the modern ¹⁴C distribution characteristic of the various water masses.

6.2 Geobiology und biodiversity of Porifera from arctic autochthonous spiculite mats and abyssal soft bottom sediments

(GZG)

Sponges are the most ancient animal phylum representing the onset of Metazoa evolution. During the past few years scientific interest in sponges has increased due to the increasing interest in sponge secondary metabolites. Sponge associated bacteria, which can account for a major part of the sponge tissue, are suspected to contribute to the production of these compounds.

On this cruise, sponge communities on arctic spiculite mats of Vesterisbanken and Jan Mayen Sporn will be investigated. Autochthonous spiculites are mats of sponge silicate spicules which host a rich endofauna of sponge species among others invertebrates. These deep sea sponge build ups can provide important data for the interpretation of their fossil spiculite counterparts. Arctic soft bottom sediments, though not as rich in sponge species as the spiculites, host large specimens of Hexactinellida and some Demosponge species, f. ex. of the genus *Geodia* and *Thenea*.

The spiculites will be sampled with box corer and dredge. In co-operation with the group of Dr. Juterzenka (AWI), agassiz trawl, OFOS and dredge will be used on soft bottom.

Part of this project is connected to the BOSMAN project (BMBF No. 03F0256A-D).

The objectives are:

1. Biodiversity, ecology and taxonomy of Porifera: Sponge species of each sampling site will be determined to for diversity analysis of the sponge communities on spicules and soft bottom sediments. Some specimens will be maintained on board for further experiments. Photo- and video-documentation with microscope and stereo microscope are planned.
2. Microbiology: From some sponge species, associated bacteria will be examined with classical microbiological and molecular biological methods. Microbial diversity will be determined with fluorescence *in situ* hybridisation (FISH) on fixed material.
3. Phylogeny: Hexactinellids probably represent the evolutionary basis of the Porifera. The aim is to investigate the molecular systematic as well as the taxonomy of different hexactinellid species.

6.3 Lateral vs. vertical flux of sediments in the Greenland Sea: variability in the late Holocene (AWI)

The geological studies within the frame of the BMBF project "ARKTIEF II" aim at characterizing the influence of resuspension and transport processes on the vertical fluxes of biogenic and terrigenous particles in the Greenland basin in order to estimate the influence of these sedimentation processes on geological time-scales. The lateral advection of sediments in the nepheloid layers or channel systems at the East Greenland continental margin may considerably overprint the vertical sedimentation. The composition of recent and late Holocene sediment fluxes will be determined with major emphasis on the organic carbon. Furthermore, the influence of vertical and lateral transport and sedimentation processes on the composition of sediments will be evaluated.

The geological work at the channel system at 74°N which was conducted during expeditions ARK XVI/1 and ARK XVII/1 will be continued towards the deeper part of the Greenland Basin, in order to map and sample the possible distal depositional environment of the sediments that were transported in the channel system. The goals of these studies are:

- Continuation of the bathymetric mapping of the channel system in the Greenland basin east of 9°W with the swath sounding system Hydrosweep
- Characterization of the internal structure of the near-surface bottom sediments with the sediment echolot Parasound
- Sampling of near-surface sediments on selected transects by means of multi and large box corers to determine the composition of sediments along and perpendicular to the channel axis
- Sampling by gravity corer at selected sites along the channel system in order to reconstruct the late Holocene development of the channel and the adjacent deep sea basin

6.4 Geochemical investigations at Håkon Mosby Mud Volcano (AWI)

The field work planned to be carried out at Håkon Mosby Mud Volcano (HMMV) during R/V "Polarstern" cruise ARK XVIII/1b stands in the context of methane research. HMMV is of great interest as a spot emitter for methane at the sea floor of the polar ocean. Mud volcanoes can be considered as a surface manifestation of diapirism deeper down in the earth's crust. Density inverted, fluidised sediments are squeezed upwards, often along fault structures, carrying high amounts of mud's and gas up to the sea floor (Milkov, 2000). Upward migrating methane is able to form gas hydrates if allowed by temperature and pressure conditions. Those gas hydrates fix large amounts of methane which potentially could be used for future energy supply but also could be released due to hydrate degradation under rising sea water temperatures.

Investigations aim to assess the total methane release and to follow the fate of methane within the water column. For this purpose we intend to sample the water column adjacent to HMMV with special

emphasis on the near-bottom zone. Results of earlier investigations revealed, that methane discharged from the centre of HMMV is carried into north to north-eastward direction by the bottom currents. Therefore water column sampling is planned to be conducted on a south north transect through the mud volcano's centre, e.g. on the line N72° 00.1' E14° 43.6'- N72° 00.5' E14° 43.8' (Fig 3). At about 6 stations on this transect water samples will be collected over the entire water column by CTD rosette and, additionally, in high vertical resolution within the near-bottom zone by a newly developed horizontal water sampler (Fig. 4). Water samples will be subsequently analysed for methane, oxygen and nutrients.

Beside water column sampling, surface sediment samples for geochemical and geological analysis (e.g. methane, sulphide and nutrients, foraminifera) shall be taken at three positions situated in different areas of the mud volcano (Fig. 5a: pogonophora, N72°0.08' E14°43.39'; 5b: bacterial mats, N72°00.14' E14°43.81'; 5c: centre, N72°0.22' E14°43.53').

At these stations, it is also planned to deploy a microprofiling lander for in-situ H₂S, pH, and porosity measurements at the sediment surface. Those data are needed to estimate geochemical fluxes through the sediment-water interface.

To determine, how HMMV affects benthic life in the adjacent environment, two about 2 km long tracks of sea floor photography (OFOS) are planned to be laid across the volcano structure (Fig. 3).

7. Beteiligte Institute / Participating Institutes ARK XVIII/1 a, b

	Adresse Address
AWI	Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstrasse D-27568 Bremerhaven
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Meeresgeologie Stilleweg 2 30 655 Hannover
DWD	Deutscher Wetterdienst Jenfelder Allee 70a 22043 Hamburg
Fielax	Fielax GmbH Schifferstr. 10-14 27568 Bremerhaven
FUB	Freie Universität Berlin FB Biologie, Chemie, Pharmazie Institut für Biologie/Zoologie Königin-Luise-Str. 1-3 D-14195 Berlin
GEUS	GEUS Thovavej 8 DK-2400 København NV Denmark
GZG	Universität Göttingen GZG Abt. Geologie Goldschmidtstr. 3 37077 Göttingen
HGB	Höhere Grafische Bundeslehranstalt Kolleg für Fotografie Leyserstrasse A-1140 Wien
HSW	Helicopter Service Wasserthal GmbH Flughafen Hamburg 22335 Hamburg
IfG	Institut für Geowissenschaften Universität Kiel Olshausenstr. 40 D-24099 Kiel
IfM	Institut für Meereskunde Düsternbrooker Weg 20 24105 Kiel

IfÖN Institut für Ökologie und Naturschutz
 Abt. für Meeresbiologie
 Althanstr. 14
 A-1090 Wien

IPO Institut für Polarökologie
 Wischhofstr. 1 - 3
 Gebäude 12
 24148 Kiel

IUP Institut für Umweltphysik,
 Universität Bremen
 Postfach 33 04 40
 D-28334 Bremen

Optimare Optimare
 AWI Hafenzentrum
 Brückenstr. 15
 27568 Bremerhaven

STERN Stern-Verlag

UC University of Colorado
 1560 30th Street
 Boulder, CO 80302
 USA

8. Fahrtteilnehmer/-innen / Participants ARK XVIII/1 a, b

Name	First Name	Institute	Profession
Bartoli	Gretta	IfG Kiel	PhD student
Baumann	Ludmila	AWI	Geo System
Behr	Hein-Dieter	DWD	Meteorologist
Blümel	Martina	IfM, Kiel	Biologist
Bretfeld	Holger	FIELAX	Electron.
Büchner	Jürgen	Wasserthal	Pilot
Budéus	Gereon	AWI	Scientist
Buldt	Klaus	DWD	Technician
Clausing	Carsten	AWI	Student
Dietrich	Désirée	FUB	Scientist
Dimmler	Werner	FIELAX	Electron.
Dunhill	Gita	UCO Boulder	PhD student
Engeler	Alexander	IfU, Bremen	Student
Frahm	Alexandra	AWI	Student
Friedt	Doreen	Uni Göttingen	Student
Gai	Cornelia	IfG Uni Kiel	Student
Greitemann-Hackl.	A.	FIELAX	Electron.
Häberle	Eva-Maria	STERN	Photographer
Harms	Corinna	AWI	Pelagic Ecosystem
Heckmann	Hans Hilmar	Wasserthal	Pilot
Hoffmann	Friederike	Uni Göttingen	Scientist
Hoffmann	Christian	AWI	Student
Hohmann	Constanze	AWI	Student
Juterzenka	Karen v.	AWI	Scientist
Kaesler	Ines	TU Berlin	Scientist
Kamcke	Claudia	Uni Göttingen	Student
Kierdorf	Christoph	AWI	Geo System
Kißling	Karin	IfG Uni Kiel	Technician
Klepppek	Sabine	AWI	Student
Kolar	Ingrid	Uni Wien	Student
Kösters	Frank	IfG Uni Kiel	Graduate student
Krusche	Katharina	AWI	Student
Larsen	Birger	GEUS Copenhagen	Senior Geologist
Lemke	Peter	AWI	Chief Scientist
Lorenz	Andrea	IfG /IPÖ Uni Kiel	PhD student
Marx	Ulrike	IfU	Student
Matthiessen	Jens	AWI	Scientist
Millo	Christian	IfG Uni Kiel	PhD student
Monsees	Matthias	Optimare	Technician
Moorthi	Stefanie	AWI	PhD student
Mosler	Wibke	AWI	Student
Mühr	Peter	BGR	Technician
Plugge	Rainer	AWI	Technician

Quéric	Nadja	AWI	Ph.D. Student
Rogenhagen	Johannes	AWI	Geophysicist
Roschinsky	Jörg	FIELAX	Electron.
Sablotny	Burkhard	AWI	Benthic Ecosystem
Sarnthein-Lotichius	Michael	IfG Uni Kiel	Professor
Sauter	Eberhard	AWI	Geochemist
Schauer	Ursula	AWI	Scientist
Schewe	Ingo	AWI	Biologist
Schinkel	Julia	AWI	Student
Schwarz	Jill	AWI	Scientist
Schütt	Ekkehard	AWI	Technician
Seggern	Beeke von	AWI	Trainee
Seidler	Kai	Wasserthal	Technician
Soltwedel	Thomas	AWI	Deep See Biologist
Spahic	Susanne	AWI	Technician
Tan	Tjhing-Lok	AWI	Microbiologist
Usbeck	Regina	FIELAX GmbH	Physicist
Walter	Maren	IfU	Scientist
Wegner	Jan	AWI	Computer Engineer
Weinelt	Mara	IfG Uni Kiel	Paleoceanography
Weitere	Markus	Uni Berlin	Biologist
Wilkens	Lisa	AWI	Studen
Wisotzki	Andreas	AWI	Oceanographer
Ziegler	Claudia	HGB	Student

9. Schiffsbesatzung / Ship's Crew ARK XVIII / 1a, b

Name of Ship: POLARSTERN

Nationality: German

Bremerhaven - Tromsø

23.06.2002 - 24.08.2002

No.	NAME	RANK	NATION
01.	Keil, Jürgen	Master	German
02.	Domke, Udo	1.Offc	German
03.	Pluder, Andreas	Ch. Eng.	German
04.	Spielke, Steffen	2.Offc.	German
05.	Peine, Lutz	2.Offc.	German
06.	Thieme, Wolfgang	2.Offc.	German
07.	NN	Doctor	German
08.	Koch, Georg	R.Offc.	German
09.	Delff, Wolfgang	1.Eng.	German
10.	Ziemann, Olaf	2.Eng.	German
11.	Zornow, Martin	3.Eng.	German
12.	Muhle, Heiko	Electr.	German
13.	Clasen, Burkhard	Boatsw.	German
14.	Reise, Lutz	Carpenter	German
15.	Gil Iglesias, Luis	A.B.	Spain
16.	Pousada Martínez, S.	A.B.	Spain
17.	Kreis, Reinhard	A.B.	German
18.	Schultz, Ottomar	A.B.	German
19.	Burzan, G.-Ekkehard	A.B.	German
20.	Moser, Siegfried	A.B.	German
21.	NN	A.B.	German
22.	Hartwig, Andreas	A.B.	German
23.	Preußner, Jörg	Storek.	German
24.	Ipsen, Michael	Mot-man	German
25.	Voy, Bernd	Mot-man	German
26.	Elsner, Klaus	Mot-man	German
27.	Hartmann, Ernst-Uwe	Mot-man	German
28.	Grafe, Jens	Mot-man	German
29.	Haubold, Wolfgang	Cook	German
30.	Völske, Thomas	Cooksmate	German
31.	Silinski, Frank	Cooksmate	German
32.	Jürgens, Monika	1.Stwdess	German
33.	Wöckener, Martina	Stwdss/KS	German
34.	Czyborra, Bärbel	2.Stwdess	German
35.	Silinski, Carmen	2.Stwdess	German
36.	Gaude, Hans-Jürgen	2.Steward	German
37.	Möller, Wolfgang	2.Steward	German
38.	Huang, Wu-Mei	2.Steward	China
39.	Yu, Kwok, Yuen	Laundrym.	Hongk.

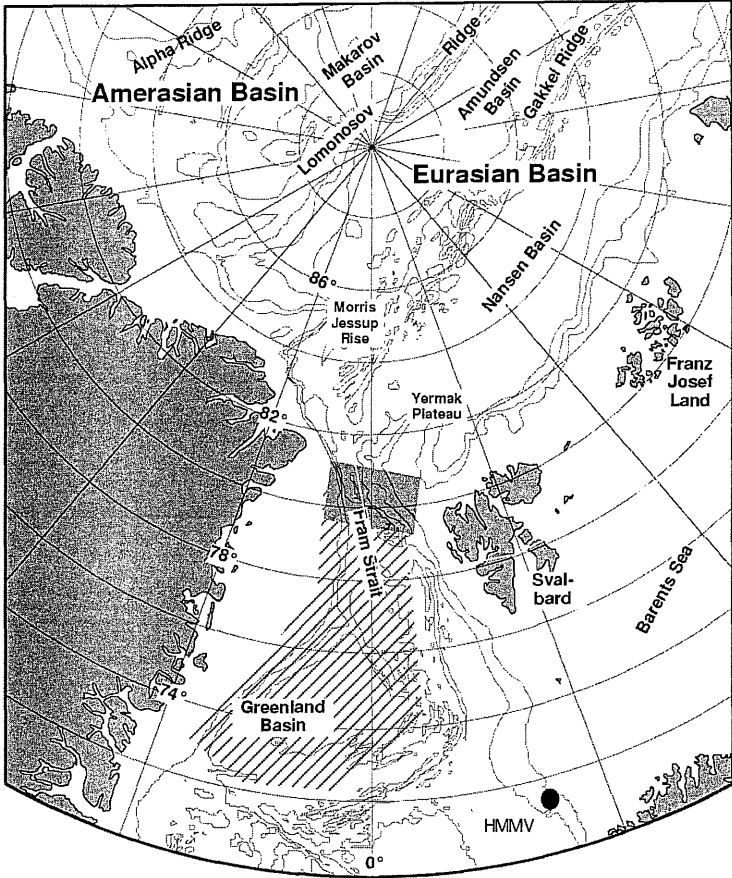
FAHRTABSCHNITT ARK XVIII/2 - TROMSØ - BREMERHAVEN (26.08.2002 - 15.10.2002)

1. Zusammenfassung

Die wissenschaftlichen Arbeiten dieses Fahrtabschnitts werden je nach Eisbedingungen zwischen Nordostgrönland und Nordspitzbergen bzw. entlang des Kontinentalrandes von Ostgrönland konzentriert. Die geophysikalischen Experimente in der betreffenden Region sollen die vorhandenen Informationen über die tiefere Struktur des Kontinentalrandes und der Grönlandsee vertiefen. Wenn es die Eisbedingungen erlauben, soll speziell die Region nördlich 75°N untersucht werden, in der bisher kaum geophysikalische Untersuchungen durchgeführt werden konnten. Dies gilt insbesondere für reflexionsseismische Untersuchungen. Parallel hierzu werden Schwere- und Magnetikdaten mit den schiffsgestützten Systemen von FS Polarstern erhoben.

In der Framstrasse werden je nach Position der Eisgrenze chemische, physikalische und biologische Untersuchungen auf und unter dem Meereis durchgeführt. Die Messungen sollen die physikalischen Bedingungen wie Temperatur, Salzgehalt und Licht, beschreiben. Die biologischen Untersuchungen beschäftigen sich mit der Verteilung, Abundanz und Biomasse von eisassoziierten Organismen. In einem zweiten Schwerpunkt soll der Einfluß dominanter Zooplanktonorganismen und mariner Wirbeltiere auf den Energiefluß in eisbedeckten Gebieten des zentralen Nordpolarmeeres quantifiziert werden, um deren Bedeutung für kryo-pelago-benthische Kopplungsprozesse zu entschlüsseln. In Ergänzung dieses Programmes sollen sowohl Vogel- als auch Robbenzählungen stattfinden.

Submarine Methanquellen sollen am Haakon Mosby Mud Volcano und an der Vestnesa westlich des Kongsfjord untersucht werden. Hier ist die Einfluß der Methanquellen auf Foraminiferen und die mikrobiologische Fauna von besonderem Interesse. Bathymetrische Messungen zur Topographie des Meeresbodens werden entlang der gesamten Fahrtroute durchgeführt. Eine flächige Vermessung wird in Abhängigkeit der Oberflächenstrukturen des Kontinentalhanges vor Ostgrönland durchgeführt. Hier sind insbesondere submarine Kanalsysteme bzw. Hangrutschungen von großem Interesse. Dies gilt ebenfalls für die begleitenden Parasound Messungen zur Hochauflösung von Sedimentstrukturen



/// Area of geophysical investigations

▨ Area of biological sea ice investigations

HMMV - Haakon Mosby Mud Volcano

2. Geophysikalische Untersuchungen entlang des Kontinentalrandes von Ostgrönland

Der vulkanische Kontinentalrand vor Norwegen zwischen der Jan Mayen und Grönland-Senja Fracture Zone ist durch industrielle und wissenschaftliche Experimente eines der best untersuchten Regionen im Bereich des Kontinent-Ozean Übergangs. Die existierende große geophysikalische und geologische Datenbanken beinhalten

- regionale tiefenseismische Profile (OBS und ESP Messungen)
- seismische Mehrkanalprofile, die sich entweder auf die Sedimente konzentrierten aber auch Information über den gesamten Krustenaufbau liefern.
- Potentialfelddaten
- wissenschaftliche und kommerzielle Bohrlokationen

Die Daten zeigen starke laterale und vertikale Variationen im Krustenaufbau und Krustenzusammensetzung. Die verschiedenen Strukturelemente wurden vor und während der komplexen Riftperiode in der späten Kreide/frühes Tertiär angelegt, die anschließend zur Trennung von Grönland und Norwegen führte.

Entlang des konjugierenden Kontinentalrandes vor Ostgrönland hingegen ist die geophysikalische Datenbasis bei weitem nicht so umfangreich. Hier existieren einige tiefenseismische Profile in den Fjorden und auf dem Schelf südlich von 76°N. Die Linien queren allerdings nicht den Kontinent-Ozean Übergang entlang des Kontinentalrandes. Regionale Mehrkanaldaten sowie Potentialfelddaten existieren zwar, aber nicht in vergleichbarer Dichte wie vor Norwegen. Entlang der Küste von Grönland existiert nur eine wissenschaftliche Tiefbohrung.

Im Rahmen eines ESF geförderten Programmes (EUROMARGINS) sollen für diesen Bereich des Nordatlantiks konjugierende geophysikalische Datensätze in vergleichbarer Qualität und Dichte erhoben werden. Die geplanten, geophysikalischen Arbeiten auf dieser Expedition werden sich auf den Kontinentalrand vor Ostgrönland konzentrieren. Für einen soliden Vergleich der konjugierenden Kontinentalränder von Ostgrönland und Norwegen soll das seismische Profilnetz südlich 75°N erheblich verdichtet werden. Zwischen 75°N und 78°N existieren kaum seismische Profile, die die Sediment- und Krustenstruktur dieser Region abbilden. Wenn es die Eisbedingungen erlauben, soll diese Region ebenfalls erstmalig geophysikalisch untersucht werden. Parallel zu den seismischen Messungen sollen sowohl gravimetrische und magnetische Messungen durchgeführt werden. Die seismischen Profile werden neben der wissenschaftlichen Interpretation zur weiteren Planung der tiefenseismischen Profile in der nächsten Phase dieses Projektes herangezogen.

3. Bathymetrie (AWI)

Die Daten der Meeresbodentopographie im Arktischen Ozean und in der Grönland See weisen noch große Lücken auf. Vorhandene Daten stammen zum großen Teil von Eisbrechern, U-Booten oder Driftstationen und sind vielfach ungenau. Um die vorhandenen Kartenwerke, wie zum Beispiel die "International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean (IBCAO)" und andere nationale bathymetrische Karten, vervollständigen und verbessern zu können, sollen während des gesamten Fahrtverlaufs mit dem Fächerecholot Hydrosweep-DS2 Tiefendaten gemessen werden.

Um eine räumliche Zuordnung meereswissenschaftlicher Beobachtungen und Messungen, zum Beispiel mittels Geographischer Informationssysteme realisieren zu können, benötigt man ein hochauflösendes digitales Geländemodell des Meeresbodens, aus dem letztendlich auch die bathymetrischen Karten abgeleitet werden. Für die Berechnung des Geländemodells werden die mit Hydrosweep aufgenommenen bathymetrischen Daten bereits an Bord der ersten Bearbeitung und Analyse unterzogen. Parallel zu den Tiefendaten werden von Hydrosweep auch Sidescan- und Backscatter-Meßwerte registriert. Die Daten ergeben zusammen ein feinstrukturiertes Bild des Meeresbodens, das als Basis der weiteren Interpretationen genutzt wird.

Aufgrund der teilweise schwierigen Eisverhältnisse in nördlichen Breiten, ist beim Fächersonar von vielen Meßfehlern auszugehen, was eine intensive Bearbeitung der Daten erforderlich macht. Durch

starken Eisgang kommt es zu hydroakustischen Störungen. Dadurch können falsche Meßwerte entstehen, die noch an Bord erkannt und gelöscht werden sollen.

Auf der Fahrt ARK XVIII/2 soll der Übergangsbereich zwischen dem Lena Graben und dem Gakkel-Rücken untersucht werden. Falls die Eisverhältnisse dieses Vorhaben nicht zulassen, sollen Vermessungen des Yermak Plateau oder der Grönländischen Schelfkante durchgeführt werden. Hierfür sind in einigen Gebieten systematische Vermessungen geplant, die mit Daten früherer Polarsternfahrten verknüpft werden.

Weiterhin sollen Untersuchungen zur Sedimentbedeckung der Gebiete gemacht werden. Es soll versucht werden, mit den Sidescan-Informationen und den Rückstreuoeffizienten nähere Informationen über die Feinstruktur des Sediments zu erhalten. Mittels Sedimentproben, die der Kalibrierung der Rückstreuintensitäten dienen, sollen quantitative und qualitative Aussagen über die Oberflächenbeschaffenheit der Sedimente gemacht werden.

4. PARASOUND-Sedimentechographie (AWI)

Ein langjähriger Schwerpunkt der meeresgeologischen Arktisforschung am AWI liegt auf detaillierten stratigraphischen, sedimentologischen, mineralogischen und geochemischen Untersuchungen der Sedimente vom grönländischen Kontinentalrand und den angrenzenden Tiefseeregionen. In den Sedimenten aus dem Gebiet von ARK-XVIII/2 sollten so Informationen über ozeanographische Zirkulationssysteme und deren zeitliche und räumliche Variationen gespeichert sein.

Hochauflösende Untersuchungen von Schichtmächtigkeiten und Strukturen der oberflächennahen Sedimente mit Hilfe des bordeigenen Sedimentechographen PARASOUND liefern eine wichtige Voraussetzung für die drei-dimensionale Korrelation von Profilschnitten und darauf entnommenen Sedimentkernen sowie die Interpretation unterschiedlicher Sedimentfazies. PARASOUND-Aufzeichnungen auf ARK-XVIII/2 sollen vor allem dazu dienen, die auf früheren Expeditionen gewonnenen Profile zu verdichten und dadurch quantitative Auswertungen zu verbessern. Gleichzeitig liefern die Resultate der Sedimentechographie wichtige Zusatzinformationen für die Programme der Geophysik und Geochemie während der Expedition ARK- XVIII/2.

Die bordeigene PARASOUND-Anlage wird auf allen Strecken im Untersuchungsgebiet im Betrieb sein. Das parametrische System wird mit den Primärfrequenzen von 18 und 22 kHz betrieben und kann mit einem Sekundärpuls von 4 kHz im Untersuchungsgebiet Eindringtiefen ins Sediment von bis zu 100 m erreichen. Die Daten werden analog und digital aufgezeichnet sowie in SEG-Y-Format überführt, um sie in DISCO zu prozessieren.

5. Meereisbiologische Arbeiten (IPÖ, UH, PRIC, UB)

Während dieser Expedition werden chemische, physikalische und biologische Untersuchungen im und unter dem arktischen Meereis durchgeführt. Unsere Messungen werden die physikalischen Bedingungen, z.B. Temperatur, Salzgehalt und Licht, beschreiben. Die biologischen Untersuchungen beschäftigen sich mit der Verteilung, Abundanz und Biomasse von sympagischen (=eisassoziierten) Organismen. In der Framstraße erwarten wir v.a. mehrjähriges Eis, dessen Lebensbedingungen und Gemeinschaften mit denen von ein- und mehrjährigem Packeis, das wir auf vergangenen Expeditionen im Zentralen Arktischen Ozean und in der Grönlandsee beprobt haben, verglichen werden sollen. Wünschenswert wäre außerdem eine Probennahme von Neueis, dessen Bildung im September einsetzt. Mehrere Prozess orientierte Experimente mit Lebendkulturen an Bord von "Polarstern" werden neue Einsichten in das sympagische Nahrungsnetz sowie in die Kopplungsprozesse mit der unterliegenden Wassersäule liefern.

5.1 Untersuchungen der arktischen Lebensgemeinschaften im Packeis (IPÖ, UH, PRIC)

Das Meereis wird von einer diversen Gemeinschaft aus Bakterien, Pilzen, Algen sowie Proto- und Metazoen (Meiofauna) besiedelt. Ziel unserer Untersuchungen ist die Beschreibung von Artzusammensetzung, Vertikalverteilung, Umweltbedingungen und Gemeinschaftsstrukturen im arktischen Packeis sowie die Erfassung der Rolle des mikrobiellen und des Meiofauna-Nahrungsnetzes für den Kohlenstofffluss in diesem Lebensraum.

Detailstudien zur taxonomischen Zusammensetzung der einzelligen Organismen (einschließlich Parasiten) im Eis, in der Salzlauge und im Untereis-Wasser sollen mit besonderem Schwerpunkt auf den beschalteten Formen (Choanoflagellaten, Chrysophyceen, Haptophyceen, Prasinophyceen) durchgeführt werden.

Untersuchungen in der Grönlandsee haben gezeigt, dass Bakterien und heterotrophe Flagellaten bis zu 50% der sympagischen Biomasse im Sommer und Herbst ausmachen können. Daher sollte die Rolle des mikrobiellen Nahrungsnetzes im arktischen Meereis von besonderer Bedeutung sein. Seriale Verdünnungsexperimente mit geschmolzenen Eisproben sollen durchgeführt werden, um Wachstum und Nahrungsaufnahme von sympagischen Protisten zu bestimmen.

Ein weiterer Schwerpunkt stellt die Untersuchung der sympagischen Meiofauna, die v.a. aus Copepoden, Turbellarien, Nematoden und Rotatorien besteht, dar. Wir werden die Vertikalverteilung bestimmter Gruppen der Meiofauna in Relation zu anderen Parametern, z.B. Chlorophyll und Nährstoffen, untersuchen. Zusätzlich sind Fress- und Auswahl-Experimente zur Bestimmung der trophischen Beziehungen im Meereis geplant.

5.2 Untereis-Studien (IPÖ, UB)

Die Grenzschicht zwischen dem arktischen Meereis und dem Pelagial ist ein eigener Lebensraum mit speziellen abiotischen (z.B. Temperatur, Salzgehalt) und biotischen Faktoren (z.B. Nahrungsangebot), die saisonal und regional 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. Es gibt Hinweise darauf, dass die ersten Meter unter dem Eis, v.a. während der sommerlichen Schmelzperiode, stark geschichtet sind und somit auch Barrieren für unterschiedliche Organismengruppen darstellen können.

Neben den Standardmessungen zu Artenvielfalt, Abundanz und Biomasse der Untereis-Fauna sollen im Laufe dieser Expedition auch Untersuchungen zur kleinräumigen Verteilung (in vertikaler Feinauflösung im Meterbereich von der Eisunterseite bis in 5 m Tiefe) in Abhängigkeit von verschiedenen Umweltparametern (Temperatur, Salzgehalt, Algenbiomasse, organischer Kohlenstoff) durchgeführt werden. Weiterhin soll die Besiedlung des Untereis-Habitats im Zusammenhang mit unterschiedlicher Eisdicke sowie unterschiedlichem Eisalter und Bedeckungsgrad untersucht werden. Dazu werden ein Untereis-Video, ein Untereis-Pumpsystem und verschiedene Netze und Messsonden zum Einsatz kommen. Die Gewinnung von größeren Mengen an Lebendmaterial (z.B. aus Köderfallen, die von Eisschollen ausgebracht werden) für Experimente (z.B. Ingestions-, Respirations-, und Exkretionsmessungen) ist ein weiterer Schwerpunkt dieser Expedition. Vor allem Exkretionsmessungen an den dominanten Arten der Untereis-Amphipoden sollen deren Rolle für die Nährstoffdynamik an der Eis-Wasser Grenzschicht klären sowie bestehende Lücken bei der Aufstellung von Energiebilanzen dieser arktischen Schlüsselarten schließen. Diese Experimente werden in enger Zusammenarbeit mit der Marinen Zoologie, Universität Bremen (H. Auel) durchgeführt.

6. Biologische Prozesse und Wechselwirkungen zwischen Packeis und Pelagial – die Schlüsselrolle dominanter Zooplankter und Vertebraten im Energiefluß eisbedeckter Polarmeere.

(UB)

Wissenschaftliche Ziele:

Im Rahmen des Forschungsvorhabens soll der Einfluß dominanter Zooplanktonorganismen und mariner Wirbeltiere auf den Energiefluß in eisbedeckten Gebieten der nördlichen Grönlandsee und der Framstraße quantifiziert werden, um ihre Bedeutung für kryo-pelago-benthische Kopplungsprozesse zu entschlüsseln. Die geplanten Arbeiten setzen Untersuchungen während ARK XVI im selben Gebiet fort und ermöglichen so eine größere saisonale Abdeckung und den Vergleich zwischen verschiedenen Jahreszeiten.

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. Kryopelagische Amphipoden der Gattungen *Apherusa* und *Onisimus* beweideten den Algalrasen 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 kryopelagischen 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 Krabbentaucher (*Alle alle*), die Dreizehenmöwe (*Rissa tridactyla*), die Trottellumme (*Uria aalge*) und die Dickschnabel-lumme (*Uria lomvia*) zu den häufigsten. Insbesondere von den Alkenarten ist bekannt, daß sie einen großen Teil ihrer Nahrung in Eisrandgebieten sammeln. In der Grönlandsee konnte ein direkter Zusammenhang zwischen der Verteilung der Krabbentaucher und der Meereisbedeckung, sowie der Abundanz des Zooplanktons unter dem Eis beobachtet werden.

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 kryopelagischen Fischen *Arctogadus glacialis* und *Boreogadus saida* und im Sommer von planktischen Krebstieren, wie *Themisto libellula*.

Der gegenwärtige Stand der Forschung belegt eine direkte Kopplung eisassoziierter 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 eisbedeckten Gebieten der Arktis steht jedoch noch aus.

Arbeiten während ARK XVIII/2:

Während der Expedition ARK XVIII/2 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 200 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.

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 sind zusätzlich Messungen der Verhältnisse stabiler Isotopen (C, N) geplant.

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.

7. Einfluß submariner Methanquellen auf Foraminiferen-Fauna und Bakterienflora (AWI)

Submarine Methanquellen bisher noch unbestimmten Ausmaßes kommen zahlreich an den Rändern des Arktischen Ozeans vor. Sie stehen im Zusammenhang mit fossilen Lagerstätten, Permafrostböden oder geothermalen Gasaustritten. Es ist geplant, in multidisziplinären Studien unterschiedliche arktische submarine Methanquellen zu untersuchen. Die im letzten Jahr am Hakon Mosby Mud Vulkan begonnene Untersuchungsreihe soll nun im Bereich des Vestnesa-Rückens sowie des westlichen Gakkelerückens fortgesetzt werden. Dabei sollen die ^{18}O und ^{13}C Anreicherungen in der Wassersäule, im Porenwasser und in den Kalkschalen lebender benthischer Foraminiferen bestimmt und in Beziehung zur Methanquelle gesetzt werden. Von den Ergebnissen werden Hinweise zur Auffindung spezifischer Parameter für die Aufdeckung von Methanaustritten selbst in geologischer Vergangenheit erwartet.

Transmissions-Elektronen-Mikroskopische (TEM) Analysen von benthischen Foraminiferen im Bereich von Beggiatoa Matten im Santa Barbara Becken deckten Bakterien-Foraminiferen Symbiosen auf. Daher sollen auch die Foraminiferen der Methanquellen des Arktischen Ozeans auf Bakteriensymbiosen mittels TEM untersucht werden. Der Typ der Symbionten wird mit Hilfe der Fluoreszenz in situ Hybridisierung (FISH) zu bestimmen versucht. Die Species-Zusammensetzung und Abundanz der Foraminiferen soll mit dem vorhandenen umfassenden Datensatz des gesamten Arktischen Ozeans verglichen werden.

Neben den in Symbiose lebenden Bakterien soll generell die Veränderung der Bakteriengemeinschaften im Bereich möglicher Methanaustritte bestimmt werden. Dafür soll sowohl die Verbreitung methanotropher als auch für geothermale Aktivitäten indikativer Bakterien vom Boden über die Wassersäule bis zur Oberfläche mit Hilfe von molekularbiologischen Methoden wie FISH und Denaturierende Gradienten Gel Elektrophorese (DGGE) verfolgt werden. Um über Funktion und Rolle der verschiedenen Bakterienkomponenten Aufschluß zu erhalten, sollen darüber hinaus repräsentative Vertreter isoliert und diese später physiologische untersucht werden. Auskunft über die bakteriellen Aktivitäten wird von Produktionsmessungen mit radioaktiven Tracern unter in situ ähnlichen Bedingungen erwartet.

Um die Charakteristiken der unterschiedlichen Ventgemeinschaften zu erkennen sind vergleichende Untersuchungen an Standorten ohne Methanaustritt notwendig. Da im Tiefseebereich die Wahrscheinlichkeit von Ventaktivitäten am geringsten ist, sollen vom Gakkeler Rücken zum Lena-Trog bzw. vom Vestnesarücken zum Molloy Deep in kurzen Transekten die phylogenetischen und funktionellen Strukturen der bakteriellen Gemeinschaften vergleichend untersucht werden. Diese Ergebnisse werden auch in unsere vergleichenden Arktis/Antarktisstudien an bakteriellen Tiefseegemeinschaften einfließen.

CRUISE LEG ARK XVIII/2 TROMSØ – BREMERHAVEN (26.08.2002 - 15.10.2002)

1. Summary

The scientific investigations will be concentrated according to the ice conditions between North Greenland and northern Svalbard or along the continental margin of East Greenland. The geophysical experiments in that regions will provide better insight into the deeper structure of the continental margin and the Greenland Sea. If ice conditions allow, the region north of 75°N will be investigated since only few geophysical experiments were conducted here. This is especially valid for multichannel seismic investigations. In parallel, magnetic and gravimetric data will be acquired with the ship-mounted systems of FS Polarstern.

According to the ice edge in the Fram Strait chemical, physical and biological investigations on and below the sea ice will be conducted. The investigations will characterise the physical properties with respect to salinity, temperature and light. Biological investigations will include measurements of the distribution, abundance and biomass of ice-associated organisms. A second objective is to investigate the influence of dominant zooplankton organisms and marine vertebrates on the energy flow in the ice-covered central Arctic Ocean in order to understand cryo-pelago-benthic coupling processes in Arctic regions.

Submarine methane sources will be investigated at the Haakon Mosby Mud Volcano and at the Vestnesa east of Kongsfjorden. Here, at better understand of the influence of the methane sources on the foraminiferal fauna and microbial flora is the scientific objective. Bathymetric investigations to map the seafloor topography will be performed along the entire ship's track. Detailed bathymetric mapping might be conducted depending on the morphological structures found along the East Greenland continental margin. Of great interest for these investigations are submarine channels and slump areas. This is also true for the continuous Parasound measurements for high resolution investigations of the upper part of the sediments.

2. Geophysical investigations along the continental margin of East Greenland

Globally, the volcanic margin off Norway between Jan Mayen and Greenland-Senja fracture zones is one of the best explored and studied both by academia and industry. The large existing geophysical and geological database comprises a regional grid of deep wide-angle seismic data (OBS and ESP), deep and standard multichannel seismic (MCS) reflection profiles, potential field data, and scientific and commercial drill holes. The data reveal important vertical and lateral variations in crustal structure and composition resulting from a complex history of rifting prior to and during the last Late Cretaceous-Early Tertiary rift episode leading to break-up and volcanic margin formation. Off Greenland, on the other hand, deep seismic data only exist of the fjords and on the outer margin south of 76°N, whereas regional MCS and potential field data exist on most of the margin. Only one scientific well has been drilled on this margin segment.

Within the ESF funded EUROMARGINS project conjugate geophysical data sets comparable in quality and density will be acquired. The planned geophysical investigations during this expedition will be concentrated along the East Greenland margin. For a solid comparison of the conjugate margins of East Greenland and mid-Norway we will try to densify the seismic network south of 75°N. Between 75°N and 78°N only few seismic profiles exist that provide information on the sediment and crustal structure. If the ice conditions permit this part of the margin will be investigated, too. Parallel to the seismic investigations gravimetric and magnetic data will be acquired. Beside using the seismic profiles for structural interpretations, the new information will be also used for planning the deep seismic profiles during the second phase of the project.

3. Bathymetry

(AWI)

The topography of the sea floor in the Arctic Ocean and the Greenland Sea is still poorly known. Available data mainly originated from ice-breakers, submarines or drift stations and are often of poor quality. In order to improve available maps and to enlarge existing databases, e.g. the "International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean (IBCAO)" and other national bathymetric charts, the seafloor will be surveyed using the Hydrosweep-DS2 during the entire cruise.

In order to link scientific observation to the topography a high-resolution digital terrain model (DTM) of the sea floor is needed. For the calculation of the DTM the bathymetric data taken by Hydrosweep are pre-processed on board. Parallel to the depth data, the Hydrosweep system also records SideScan- and backscatter-values, which will be used for further scientific interpretations of the sea floor topography.

Due to difficult ice conditions in the northern latitudes, quality and quantity of the multibeam data is significantly degraded, which make an intensive post-processing of the data necessary. The hydroacoustic disturbances are mainly caused by a high flow noise sailing under heavy ice conditions. The erroneous data have to be cleaned and edited using CARIS/HIPS.

During the cruise ARK XVIII/2 particularly the transition zone between the Lena Trough and the Gakkel-Ridge will be examined. If ice conditions do not permit this project, surveying of the Yermak Plateau or the shelf edge of Greenland should be done. Systematic surveys are planned in different areas. This new data will be combined with data from earlier Polarstern legs. Moreover, additional investigations of the sediment structures along the areas by means of pseudo-sidescan and backscatter analysis are planned. Sediment samples of previous cruises from the investigated areas are necessary to calibrate the acoustic measurements in order to achieve areal information on the physical properties of the sea floor.

4. PARASOUND sediment echosounding

(AWI)

Since many years the focus of the AWI geological research in the Arctic is on detailed stratigraphic, sedimentological, mineralogical and geochemical investigations of sediments on the East Greenland continental slope and adjacent deep sea basins. For example, the sedimentary record of the area under investigation has the potential to give information about fluctuations of oceanic circulation in space and time. Identification and understanding of such variability between glacial and interglacial is of particular interest for the research program.

High-resolution investigation of near-surface sediment strata and structure using the hull-mount sediment echosounder PARASOUND is of particular importance to provide a three-dimensional correlation of data from profile sections and sediment cores combined with interpretation of different sedimentary facies distribution. Recording PARASOUND data on ARK-XVIII/2 will be used to increase the existing data net obtained during earlier expeditions. This is of particular importance to improve quantitative paleoenvironmental reconstructions. Also results from sediment echosounding recorded during the cruise will provide additional information for the geophysical and geochemical programs carried out during the expedition.

During ARK-XVIII/2, the hull-mount PARASOUND system will be in operation along all cruise tracks in the area under investigation. The parametric system transmits two primary frequencies of 18 and 22 kHz creating a secondary frequency of 4 kHz capable to penetrate up to 100 m into soft sediments of the Arctic Ocean. Data is going to be stored in both analogue and digital modes and converted to SEG-Y format in order to process the traces using DISCO software.

5. Sea ice studies (IPÖ, UH, PRIC, UB)

During this cruise measurements of chemical, physical and biological parameters in and under the Arctic sea ice will be conducted. Our investigations will characterize the physical properties in respect to e.g. salinity, temperature and light. Biological investigations will include measurements of the distribution, abundance and biomass of sympagic (=ice-associated) organisms. We expect mainly multi-year ice in the Fram Strait. Its properties and communities will be compared to first- and multi-year ice studied in the central Arctic Ocean and the Greenland Sea during recent expeditions. Sampling of new ice which starts to form in September is desirable as well. Several process-related experiments with live cultures onboard "Polarstern" will deliver new insights into the sympagic food web as well as into coupling processes with the underlying water column.

5.1 Studies on Arctic pack ice communities (IPÖ, UH, PRIC)

Sea ice is colonized by a diverse sympagic community, including bacteria, fungi, algae and proto- and metazoans (meiofauna). The aim of this study is to describe the species composition, vertical distribution, living conditions (temperature, salinity, nutrients) and community structures in Arctic pack ice as well as the role of metazoan grazing and the microbial loop for the carbon flow in this environment.

Detailed studies will be carried out on the taxonomic composition of unicellular organisms (incl. parasites) with special emphasis on lorica- and scale-bearing flagellates (choanoflagellates, chrysophytes, haptophytes, prasinophytes) in ice, brine and under-ice water.

Studies in the Greenland Sea have shown that bacteria and heterotrophic flagellates can contribute about half of the total biomass in the pack ice column in summer and autumn. So the role of the microbial loop in Arctic pack ice should be also very important. Serial dilution experiments with melted ice samples will be carried out to determine growth and grazing rates of sympagic protists.

Another emphasis is on the examination of the sympagic meiofauna which consists basically of Copepoda, Nematoda, Turbellaria and Rotatoria. We examine the vertical distribution of special groups of the sympagic meiofauna in relation to other parameters e.g. chlorophyll-a and nutrient contents. In addition feeding rates and selectivity experiments are planned to identify trophic interactions within the sea ice food web.

5.2 Under-ice studies (IPÖ, UB)

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 and region. 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, i.e. 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. There is some evidence that the first metres below the ice are strongly stratified, particularly during the melt period in summer, so that barriers can be built up for certain organisms.

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 vertical resolution of metres from the underside of the ice down to 5 m depth) in relation to several environmental factors (temperature, salinity, algal biomass, organic carbon). Furthermore, the colonization of the under-ice habitat in relation to differences in ice thickness, ice age and ice cover will be studied. For this purpose, under-ice video, under-ice pumps, and several nets and probes will be deployed. The collection of sufficient life material (e.g. in baited traps deployed from an ice floe) for experiments (e.g. ingestion-, respiration-, and excretion-rates) is an additional focus of this cruise. Above all, measurements of excretion rates of dominant under-ice amphipod species will help to elucidate their role in nutrient dynamics at the ice-water interface as well as provide important as yet lacking information on the energy budget of these Arctic key species. These experiments will be conducted in close cooperation with the Marine Zoology, University of Bremen (H. Auel).

6. Biological Processes and Interactions between Sea Ice and Pelagial – the Key Role of Dominant Zooplankton and Vertebrates for the Energy Flux in Ice-Covered Polar Seas (UB)

Scientific objectives:

Pelagic studies during the expedition ARK XVIII/2 aim at quantifying the influence of dominant zooplankton organisms and marine vertebrates on the energy flow in ice-covered regions of the Greenland Sea and Fram Strait in order to understand significant cryo-pelago-benthic coupling processes in Arctic marine ecosystems.

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 important roles 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 live 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.

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.

Investigations during ARK XVIII/2:

During the expedition ARK XVIII/2 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 200 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.

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 be supplemented by analyses of lipid biomarkers. 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 Arctic marine 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 ecosystems.

7. Influence of submarine methane sources on the foraminiferal fauna and microbial flora (AWI)

Submarine methane sources of still unknown absolute volume are abundant at the marginal Arctic Ocean. These submarine methane sources are related to fossil sources, permafrost, or cold vents. In the scope of multi-disciplinary investigations on different submarine methane sources at high northern latitudes which were started last year with studies on the Hakon Mosby Mud Volcano we will focus this time on vent systems in the areas of the Vestnesa Ridge and the west Gakkel Ridge. We will measure and compare the methane source related to $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ depletions in the water column, pore water, and in calcareous tests of living benthic foraminifera. The results of the comparative studies are aimed to find parameters for detecting methane sources even in the geological past.

Transmission-electron-microscopic (TEM) analyses of benthic foraminifera from Beggiatoa mats in the Santa Barbara Basin revealed bacteria-foraminifera symbioses. Therefore, the benthic foraminifera from Arctic Ocean vents will be investigated for bacterial symbioses by TEM. The type of symbiotic or associated bacteria will be determined by means of fluorescence in situ hybridisation (FISH). The foraminiferal species composition and abundance at the vent sites will be compared to a large data set on living benthic foraminifera of the whole Arctic Ocean.

Beside the symbiotic bacterial flora of foraminiferas the changes of bacterial communities in connection with the methane vents will be investigated. The vertical distribution of bacteria involved in methane transformation will be monitored from bottom sediment up to surface water by modern molecular biological techniques like fluorescence in situ hybridisation (FISH) and denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE). In addition, bacteria indicative for geothermal activity will be followed up and their distribution pattern analysed. To estimate function and significance of the different physiological bacterial groups representative bacteria with special consideration of methanotrophs will be isolated and their physiology studied. Moreover, bacterial production will be determined under in situ like conditions with radioactive tracers. To find the characteristics of bacterial vent communities in high northern latitudes comparative studies with bacterial communities from areas without vent activities are needed. Up till now the knowledge about "common" bacterial communities of the Arctic Ocean is also very limited. Therefore, the phylogentic and functional structure of benthic and pelagic bacterial communities will be studied along small transects from the Gakkel Ridge and Vestnesa Ridge to the Lena Trough and the Molloy Deep. Emphasis will be laid on the deep-sea stations as vent activity is here unlikely. These investigations on the bacterial community structures will also contribute to our Arctic/Antarctic comparison studies on bacterial deep-sea communities

8. Beteiligte Institute / Participating Institutes ARK XVIII/2

	Adresse Address
DPMA	Deutsches Patent- und Markenamt Zweibrückenstraße 12 80297 München
DWD	Deutscher Wetterdienst Jenfelder Allee 70A 22043 Hamburg
IPÖ	Institut für Polarökologie Wischhofstr. 1-3 Geb. 12 24148 Kiel
FIELAX	Fielax GmbH Schifferstr. 10-14 27568 Bremerhaven
HSW	Helikopter Service Wasserthal Flughafen Hamburg Geb. 347 22335 Hamburg
PRIC	Polar Research Institute of China 451 Jingian Road Shanghai 200129 China
UB	Marine Zoologie (FB-2) Universität Bremen Postfach 330440 28334 Bremen
UH	University of Helsinki Viikinkaari 1 P.O. Box 65 00014 Helsinki Finland

9. Fahrtteilnehmer/-innen / Participants ARK XVIII/2

Name	Vorname	Institut
Auel	Holger	Uni Bremen
Baier	Ulrich	FIELAX GmbH
Berger	Daniela	AWI
Dittmer	Klaus	DWD
Feldt	Oliver	HSW
Fröb	Martin	FIELAX GmbH
Gütz	Sonja	AWI
Hartmann	Thomas	AWI
He	Jianfeng	PRIC
Helm	Veit	AWI
Helmke	Elisabeth	AWI
Horejschi	Laska	Uni Münster
Jokat	Wilfried	AWI
Karell	Kimmo	Uni Helsinki
Kreibich	Tobias	Uni Bremen
Lahrman	Uwe	HSW
Lensch	Norbert	AWI
Martens	Hartmut	AWI
Muhle	Helmut	FIELAX GmbH
Piskorzynski	Andreas	FIELAX GmbH
Radjasa	Ocky Karna	AWI
Rogenhagen	Johannes	Fielax
Salat	Christina	AWI
Scheltz	Annette	IPÖ
Schmidt-Aursch	Mechita	AWI
Schuberth	Bernhard	AWI
Schünemann	Henrike	IPÖ
Seidler	Kai	HSW
Sonnabend	Hartmut	DWD
Traub	Bärbel	AWI
Werner	Iris	IPÖ
Wollny	Klaus	DPMA
Wollenburg	Jutta	AWI
Zepick	Burkhard	HSW
NM		AWI
<i>Tokorna</i>	<i>Mareta</i>	

10. Schiffsbesatzung / Ship's Crew ARK XVIII / 2

Name of Ship: POLARSTERN

Nationality: German

Tromsø - Bremerhaven

26.08.2002 - 15.10.2002

No.	NAME	RANK	NATION
01.	Pahl, Uwe	Master	German
02.	Grundmann, Uwe	1.Offc.	German
03.	Schulz, Volker	Ch.Eng.	German
04.	Fallei, Holger	2.Offc.	German
05.	Peine, Lutz	2.Offc.	German
06.	Hartung, René	2.Offc.	German
07.	Schuster, Friedrich	Doctor	German
08.	Hecht, Andreas	R.Offc.	German
09.	Erreth, Gyula	1.Eng.	German
10.	Krohn, Günter	2.Eng.	German
11.	Simon, Wolfgang	2.Eng.	German
12.	Holtz, Hartmut	Electr.	German
13.	Loidl, Reiner	Boatsw.	German
14.	Neisner, Winfried	Carpenter	German
15.	Bäcker, Andreas	A.B.	German
16.	Schmidt, Uwe	A.B.	German
17.	NN	A.B.	German
18.	Schröder, Norbert	A.B.	German
19.	Bastigkeit, Kai	A.B.	German
20.	Guse, Hartmut	A.B.	German
21.	Hagemann, Manfred	A.B.	German
22.	Winkler, Michael	A.B.	German
23.	Beth, Detlef	Storekeep.	German
24.	Arias Iglesias, Enr.	Mot-man	Chile
25.	Fritz, Günter	Mot-man	Austria
26.	Krösche, Eckard	Mot-man	German
27.	Dinse, Horst	Mot-man	German
28.	NN	Mot-man	German
29.	Fischer, Matthias	Cook	German
30.	Tupy, Mario	Cooksmate	German
31.	Martens, Michael	Cooksmate	German
32.	Dinse, Petra	1.Stwdess	German
33.	Schöndorfer, Ottilie	Stwdss/KS	German
34.	Streit, Christina	2.Stwdess	German
35.	Schmidt, Maria	2.Stwdess	German
36.	Deuß, Stefanie	2.Stwdess	German
37.	Tu, Jian Min	2.Steward	China
38.	Wu, Chi Lung	2.Steward	German
39.	Yu, Chung Leung	Laundrym.	Hongk.

