



Expeditionsprogramm Nr. 60

FS POLARSTERN

ARK XVII/1 und 2
2001

Koordinator: Dr. E. Fahrbach

Z 432

60
2001

Fahrtleiter:
ARK XVII/1: Dr. E. Fahrbach
ARK XVII/2: Prof. Dr. J. Thiede



STIFTUNG ALFRED-WEGENER-INSTITUT
FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG

BREMERHAVEN, JUNI 2001

1894

Expeditionsprogramm Nr. 60

FS POLARSTERN

ARK XVII/1

**19.06.2001 – 29.07.2001
Bremerhaven - Tromsø**

ARK XVII/2

**31.07.2001 – 07.10.2001
Tromsø - Bremerhaven**

Koordinator: Dr. E. Fahrbach

Fahrtleiter:

**ARK XVII/1: Dr. E. Fahrbach
ARK XVII/2: Prof. Dr. J. Thiede**

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

BREMERHAVEN, JUNI 2001

ARK XVII/1
Deutscher Text: Seite 1 - 13
English text: Page 14 - 24

ARK XVII/2
Deutscher Text: Seite 25 - 37
English text: Page 38 - 46

Annex
Seite/page 47 - 51



EXPEDITION ARK XVII/1

1. ZUSAMMENFASSUNG UND FAHRTVERLAUF

POLARSTERN wird am 19. Juni 2001 von Bremerhaven auslaufen. Die Fahrt wird direkt in das Europäische Nordmeer führen, wo die Arbeiten am östlichen Ende eines hydrographischen Schnitts entlang von 75°N begonnen werden (Abb. 1). Durch eine jährliche Wiederholung der Messung der Wassermasseneigenschaften auf diesem Schnitt soll die Erneuerung der Tiefen- und Bodenwassermassen der Grönlandsee langfristig erfasst werden. Zur Untersuchung kurzfristiger Ereignisse, die vor allem im Winter stattfinden, werden in der zentralen Grönlandsee Verankerungen mit vertikalprofilierenden Messgeräten aufrecht erhalten. Diese Verankerungen sollen ausgetauscht werden. Im Verlauf dieses Schnitts werden auch die biologischen Arbeiten aufgenommen. Dazu ist es geplant, Experimente mit Wasserproben auszuführen, um die Bedeutung der Artenzusammensetzung der Mikrozooplankton-Gemeinschaft für die konkreten trophischen Verknüpfungen im aquatischen Nahrungsnetz abzuschätzen. Ferner werden Beobachtungen von Seevögeln und Meeressäugern vorgenommen. Am Kontinentalabhang von Ostgrönland wird ein Rinnensystem im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes ARKTIEF 2 untersucht, um den Beitrag unterschiedlicher Prozesse zur Wassermassenmodifikation in der arktischen Tiefsee abzuschätzen, ihre Dynamik zu verstehen und ihre Auswirkung auf die Lebensbedingungen zu beurteilen. Die gewonnenen Daten und Ergebnisse sollen dazu dienen, die Grundlagen physikalischer oder ökologischer Modellierung zu verbessern. Dazu sollen planktonökologische Untersuchungen den Partikelfluss durch die Wassersäule bestimmen, benthologische Arbeiten die Besiedlungsmuster und Umsatzprozesse ergründen und ein sedimentologisches Programm die Mächtigkeit der Sedimente kartieren, die Sedimentabfolgen einstufen und vertikale Flüsse bestimmen. Nach Abschluss der Arbeiten vor Ostgrönland werden die Untersuchungen in der Framstraße fortgesetzt. Im benthologischen „Hausgarten“ werden die Ursachen und Effekte physikalischer, chemischer und biologischer Gradienten in der Tiefsee untersucht, um die Dynamik benthischer Bakteriengemeinschaften und ihren Einfluss auf kleinskalige Heterogenitätsmuster in arktischen Tiefseesedimenten zu verstehen. Dazu werden molekulargenetische Untersuchungen zur Ermittlung kleinskaliger Heterogenitätsmuster an Populationen von Tiefsee-Nematoden durchgeführt. Besondere Aufmerksamkeit wird auf sogenannte "food falls" gerichtet, die natürliche Störungen am Boden der Tiefsee darstellen. Nach Abschluss der biologischen Arbeiten werden Untersuchungen zur Bestimmung der Transporte durch die Framstraße fortgesetzt, die in internationaler Kooperation mit dem Norsk Polar Institut und der Universität Hamburg erfolgen. Dazu wird ein Feld von Verankerungen aufrecht erhalten, das die Messung von Volumen, Salz und Wärmetransporten erlaubt. Drei dieser Verankerungen sollen ausgetauscht werden, um Druckmesser zur Erfassung des barotropen Transports auszubringen. Ferner soll auf einem Schnitt die Verteilung von Temperatur und Salzgehalt gemessen werden. Nach dem Ende des hydrographischen Schnitts entlang etwa 79°N werden die wissenschaftlichen Arbeiten auf dem ostgrönländischen Schelf beendet und POLARSTERN wird nach Tromsø ablaufen. Dort wird die Reise am 29. Juli enden.

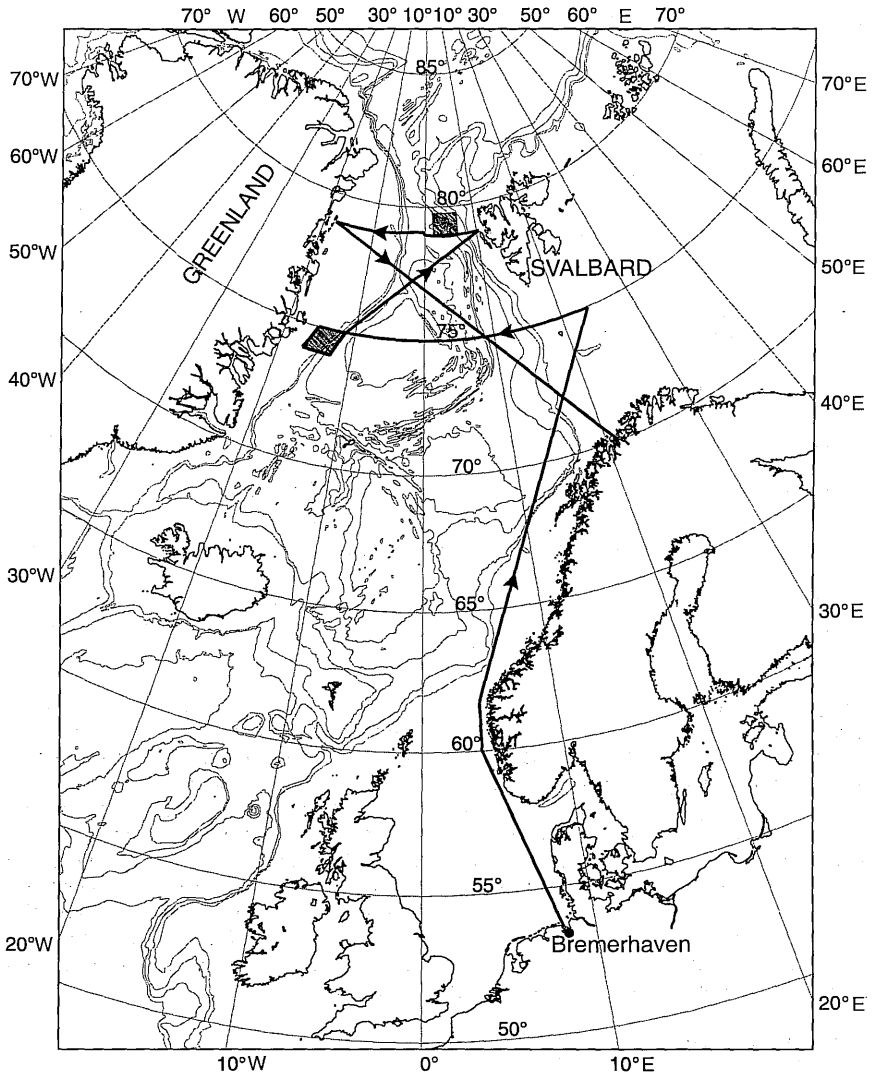


Abb. 1: Fahrtroute der POLARSTERN während ARK XVII/1. Die multidisziplinären Arbeitsgebiete am Ostgrönlandhang und in der Framstraße sind schraffiert dargestellt.
 Fig. 1: Cruise track of POLARSTERN during ARK XVII/1. Multidisciplinary operation areas on the East Greenland slope and in Fram Strait are shaded.

2. DIE HYDROGRAPHISCHEN VERHÄLTNISSE IN DER GRÖNLANDSEE (AWI)

Ziele

Die Bodenwassererneuerung in der Grönlandsee durch tiefe winterliche Konvektion in Wechselwirkung mit Eisbedeckung und klimatischen Verhältnissen stellt eine wesentliche Komponente der Wassermassenbildung im Arktischen Mittelmeer dar. Die Arbeiten seit Beginn des Grönlandseeprojekts 1988 ergaben folgende Hauptresultate:

- Im Beobachtungszeitraum gab es keine Bodenwassererneuerung durch winterliche Konvektionseignisse.
- 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 atmosphärischen Antrieb 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, wie z. B. Vertikal-Advektion?

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

Arbeiten auf See

Die Wassermassenbildung in der Grönlandsee soll mit CTD-Untersuchungen, die in das EU-Projekt CONVECTION eingebunden sind, und durch Messungen mit im AWI entwickelten selbstprofilierenden Verankerungen, die tägliche Profile über die gesamte Wassersäule liefern, erfasst werden. Hiermit werden die Zeitpunkte und Ausmaße von Veränderungen in der Wassersäule bestimmt, was eine genauere Identifizierung der Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen atmosphärischen Antrieb und Änderungen im Ozean gestattet. Auf dieser Expedition sollen 2 solche Verankerungen aufgenommen sowie 3 ausgelegt und der langjährige zonale Standardschnitt auf 75°N (ca. 53 Stationen) vermessen werden.

3. DER WASSERMASSENAUSTAUSCH ZWISCHEN DEM NORDPOLARMEER UND DEM EUROPÄISCHEN NORDMEER DURCH DIE FRAMSTRASSE (AWI)

Ziele

Im Nordpolarmeer werden salzreiche, warme Wassermassen atlantischen Ursprungs durch Atmosphären/Meereis/Ozean-Wechselwirkung und den Zustrom von Süßwasser von den Kontinenten und aus dem Pazifik modifiziert und strömen in den Nordatlantik zurück. Dort kontrollieren sie die Stabilität der Schichtung und haben dadurch Einfluss auf die großräumige thermohaline Zirkulation. Die Framstraße stellt die einzige tiefe Verbindung zwischen dem Nordpolarmeer und dem globalen Ozean dar, durch die das Nordpolarmeer warmes, salzreiches Wasser erhält und salzarmes, kaltes sowie Meereis abgibt. Damit stellt dieses Meeresgebiet einerseits ein wichtiges Regelglied in der transarktischen Zirkulation, andererseits aber auch ein relativ gut zugängliches Kontrollfeld arktischer ozeanischer Bedingungen dar, das sich zur Systemdiagnose und zur Modellkontrolle besonders eignet.

In den letzten Jahren gab es Hinweise, dass die Meereisdicke und -bedeckung im Zeitraum von Jahrzehnten deutlich abgenommen haben und dass sich die Schicht atlantischen Wassers erwärmt hat. Ferner wurden in Modellrechnungen Zusammenhänge zwischen dekadischen Fluktuationen im Ozean, dem Meereis und der Atmosphäre deutlich, die im Laufe der Nordatlantischen Oszillation (NAO) auftreten. Diese Veränderungen wirken auf den Atlantik zurück und sind somit für das europäische Klima von zentraler Bedeutung.

Arbeiten auf See

Zur Messung der Transporte durch die Framstraße wird in internationaler Kooperation mit dem Norsk Polar Institut und der Universität Hamburg ein Feld von Verankerungen aufrecht erhalten, das die Messung von Volumen, Salz und Wärmetransporten erlaubt. Drei dieser Verankerungen sollen ausgetauscht werden, um Druckmesser zur Erfassung des barotropen Transports auszubringen. Ferner soll auf einem Schnitt die Verteilung von Temperatur und Salzgehalt gemessen werden.

4. DIE BEDEUTUNG SPORADISCHER STARKER BODENSTRÖMUNGEN FÜR DIE TIEFENWASSERBILDUNG IN DER GRÖNLANDSEE (AWI)

Ziele

Das Verbundprojekt ARKTIEF 2 hat das Ziel, den Beitrag unterschiedlicher Prozesse zur Wassermassenmodifikation in der arktischen Tiefsee abzuschätzen, ihre Dynamik zu verstehen und ihre Auswirkung auf die Lebensbedingungen zu beurteilen. Die gewonnenen Daten und Ergebnisse sollen dazu dienen, die Grundlagen physikalischer oder ökologischer Modellierung zu verbessern.

In der Grönlandsee fand die Wassermassenmodifikation in der Vergangenheit überwiegend durch tiefreichende Konvektion statt, die gegenwärtig allerdings nicht auftritt. Trotzdem werden Veränderungen in den Tiefen- und Bodenwasserschichten der Grönlandsee beobachtet, die erfordern, dass auch andere Prozesse bei der Tiefen-

wassermodifikation eine Rolle spielen. Dies könnten Hangabflüsse in Rinnen des ostgrönländischen Hanges sein, die bis in die Tiefsee reichen. Sie könnten auch durch die Anregung energiereicher Bodenstromereignisse in sonst ruhigen Gebieten erhebliche Auswirkungen auf die Lebens- und Sedimentationsbedingungen und die benthischer Lebensgemeinschaften in der Tiefsee haben.

Arbeiten auf See

Um die Bodenstromereignisse zu messen, liegen zur Zeit drei Verankerungen in einer Rinne am ostgrönländischen Kontinentalabhang. Diese Verankerungen werden im September mit der LANCE ausgetauscht. Während ARK XVII/1 sollen mit einem Trübungsmesser an der CTD Vertikalprofile in und um die Rinne gemessen werden, um nachzuweisen, ob Bodenstromereignisse auftreten, die stark genug sind, um Sediment in Suspension zu bringen.

5. PHYTOPLANKTONÖKOLOGIE UND VERTIKALER PARTIKELFLUSS (AWI, IOW)

Ziele

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

Seit 1997 werden deshalb in Zusammenarbeit mit Ozeanographen und Benthologen in verschiedenen Projekten jährlich Untersuchungen zur Phytoplanktonbiomasse und Artenzusammensetzung sowie zum Partikelfluss gemacht, um saisonale Muster und zwischenjährige Schwankungen zu erkennen.

Arbeiten auf See

Unsere Untersuchungen werden sich auf die Verteilung des Phytoplanktons sowie die Sedimentation organischer Substanz in Abhängigkeit von physikalischen Randbedingungen konzentrieren.

Folgende Parameter sollen untersucht werden:

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

-Austausch von verankerten Sinkstofffallen (im Bereich „Hausgarten“) zur Untersuchung des vertikalen Partikelflusses über mehrere Jahre unterhalb der euphotischen Zone und in der bodennahen Wasserschicht.

6. TIEFSEEBIOLOGIE

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

Ziele

Ziel der biologischen und biochemischen Arbeiten im multidisziplinären BMBF-Verbundprojekt ARKTIEF 2 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 Ergebnisse sollen Aufschluss darüber geben, ob es sich um im Falle der untersuchten Rinnen um „aktive“ Abflusssysteme mit häufig auftretenden partikelbeladenen Hangabflüssen handelt oder ob „fossile“ Abflusssysteme vorliegen.

Arbeiten auf See

Die für ARK XVII/1 geplanten Untersuchungen knüpfen an die während der Reisen ARK XV/1 (1999) und ARK XVI/1 (2000) durchgeführten Arbeiten in einem Rinnensystem bei 74°N an (Abb. 2). Schwerpunkte der diesjährigen Arbeiten sind:

- die 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“),
- die Beprobung der benthischen Epi-/Megafauna durch geschleppte Geräte, um Material zur Referenzbestimmung und Untersuchung populationsdynamischer Parameter einzelner Arten zu erhalten,
- die Fortsetzung der Aufnahme großskaliger Verteilungsmuster in der Aktivität und Biomasse der kleinen benthischen Infauna (Bakterien bis Meiofauna) durch biochemische Verfahren anhand von Sedimentproben (Multicorer), und
- die regionale Bilanzierung des Nahrungsbedarfs des Benthos auf der Grundlage von Biomasseverteilungen.

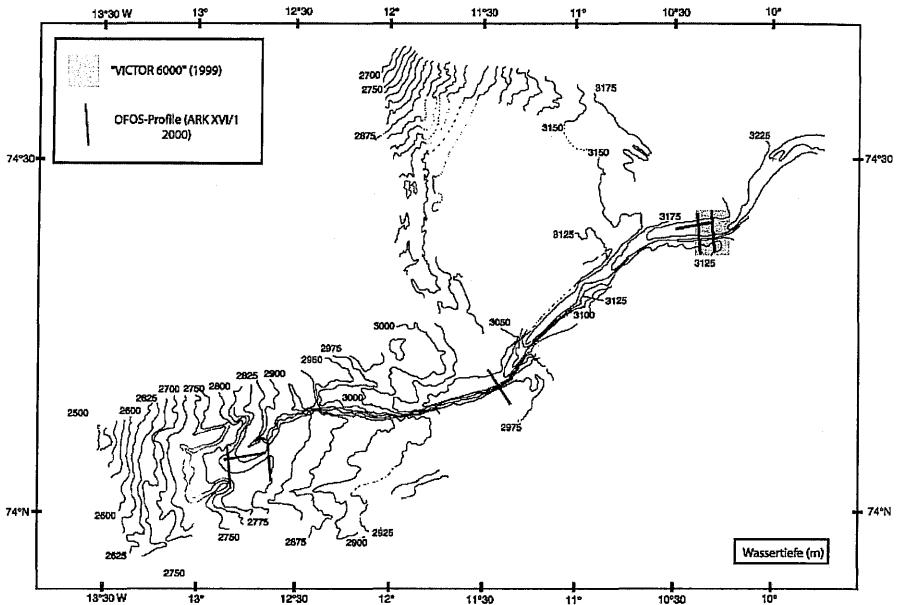


Abb. 2: Untersuchungsgebiet des ARKTIEF-Projekts am ostgrönländischen Kontinentalhang.
 Fig. 2: Area of investigations within the ARKTIEF project.

6.2 Ursachen und Effekte physikalischer, chemischer und biologischer Gradienten in der Tiefsee (AWI)

Ziele

Im Grenzbereich Bodenwasser-Meereshoden bilden sich ausgeprägte Gradienten in der Konzentration gelöster und partikulärer Komponenten, der Strömungsgeschwindigkeit oder der Partikeldichte. Entlang dieser Gradienten werden Nährstoffe remineralisiert, organischer Kohlenstoff, Methan oder Radionuklide zwischen Bodenwasser und Benthal ausgetauscht, sowie die Sauerstoffzehrung des Sediments verändert. Physikalisch-chemische Prozesse setzen den Rahmen, in dem benthische Organismen Nährstoffe verbrauchen oder räumliche Strukturen schaffen, die ihrerseits das geochemische Mikromilieu der Grenzschicht zwischen Sediment und Wasserkörper modifizieren.

Arbeiten auf See

Ziel der interdisziplinären Forschungsarbeiten ist es, diejenigen Faktoren zu identifizieren, die hohe Diversität und große Heterogenität in der Besiedlung von Tiefseesedimenten bedingen. Die geplanten Untersuchungen erfordern räumlich und zeitlich hochaufgelöste Messkampagnen. Die Untersuchungen beschränken sich daher auf eine Tiefsee-Langzeitstation (AWI-„Hausgarten“, 79°04'N, 4°10'E, 2500m Wasser-

tiefe) sowie einen Transekt (10 Stationen zwischen 1000m und 5500m Wassertiefe), der die Langzeitstation kreuzt, und der bereits im Sommer 2000 erfolgreich beprobt wurde (Abb. 3). Während der POLARSTERN-Expedition ARK XVII/1 sind die nachfolgend beschriebenen Arbeiten geplant.

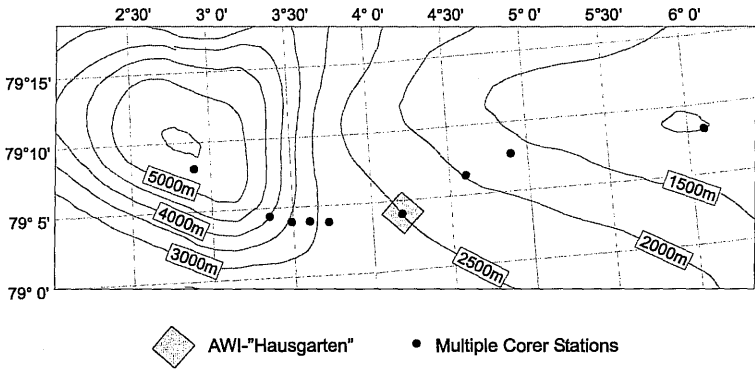


Abb. 3: Position der Tiefsee-Langzeitstation (AWI-„Hausgarten“) und der geplanten Multicorer-Stationen westlich von Spitzbergen.
 Fig. 3: Location of the deep-sea long-term station AWI-„Hausgarten“ and single stations on a depth transect crossing the target area.

6.2.1 Untersuchungen zur Dynamik benthischer Bakteriengemeinschaften und ihres Einflusses auf kleinskalige Heterogenitätsmuster in arktischen Tiefseesedimenten (AWI)

Ziele

Im Rahmen der Untersuchungen zur Auswirkung kleinräumiger Störungen auf die Zusammensetzung des arktischen Tiefseebenthos wird versucht, die Dynamik und den Einfluss bakterieller Gemeinschaften zu erfassen. Durch Remineralisierungsprozesse beeinflussen benthische Bakterien bereits bestehende biogeochemische Parameter und tragen somit zur Veränderung von Gradienten an der Sediment-Wasser-Grenzschicht bei.

Um die Bedeutung und das Ausmaß des mikrobiellen Einflusses auf die Komplexität kleinskaliger Tiefseehabitate abschätzen zu können, ist es notwendig, die Struktur und Funktion bakterieller Gemeinschaften genau zu untersuchen. Hierbei wird besonders auf den Vergleich von Bakteriengemeinschaften verschiedener biogener Strukturen (u.a. Wohnbauten, Kriech- und Fraßspuren) eingegangen.

Arbeiten auf See

Es ist geplant, die Probennahmen im Zuge der Expedition ARK XVII/1 mit Hilfe eines videounterstützten Multicorers durchzuführen. Die Sedimentkerne werden hinsichtlich biogener Sedimentstrukturen analysiert. Je nach erfasster Struktur werden systematisch Unterproben gezogen. Geplant sind Untersuchungen zu bakteriellen Aktivitäten, die einerseits durch Direktfärbungen und -zählungen, andererseits durch die Messung von Dekompositionsraten und Inkorporationsraten ermittelt werden. Darüber hinaus sollen Aussagen zur Abundanz und vertikalen Verteilung sowie zur Diversität benthischer Bakterien durch die Anwendung molekulargenetischer Methoden dazu beitragen, biogene Sedimentstrukturen und letztendlich die kleinskalige Heterogenität arktischer Tiefseesedimente zu dokumentieren.

6.2.2 Molekulargenetische Untersuchungen zur Ermittlung kleinskaliger Heterogenitätsmuster an Populationen von Tiefsee-Nematoden des arktischen Ozeans (AWI)

Ziele

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

Arbeiten auf See

Um kleinskalige Heterogenitäten in Populationen von Tiefsee-Nematoden zu ermitteln, sollen Sedimentproben entlang eines Tiefengradienten über einen Transekt unterschiedlicher Wassertiefen (1000-5500m) am Kontinentalhang westlich von Spitzbergen entnommen werden. Hierzu wird ein videounterstützter Multicorer eingesetzt. Den so gewonnenen Sedimentproben werden Unterproben entnommen. Soweit möglich, sollen aus den Unterproben Nematoden an Bord aussortiert und in flüssigem Stickstoff konserviert werden. Die Proben werden für spätere Untersuchungen an Land bei -80°C schockgefroren.

6.2.3 "Food falls" – natürliche Störungen am Boden der Tiefsee (AWI)

Ziele

Der Nahrungseintrag bzw. Energiefluss in die Tiefsee setzt sich zum Teil auch aus verendeten Tieren ("food falls") zusammen. Obgleich es sich bei diesen Ereignissen um natürliche Vorgänge handelt, stellen sie nach unserer Definition eine Störung dar. Durch einen solchen "food falls" werden aasfressende Fische und Wirbellose in meist großer Zahl angelockt. Während der Nahrungsaufnahme werden dann beispielsweise Oberflächensedimente aufgewirbelt, darin lebende Organismen der Meiofauna verfrachtet, die Sedimentstruktur verändert und fleckenhaft große Mengen an Kot-schnüren und Reste des toten Tieres zurückgelassen. Damit wird der beeinflusste Bereich messbar von seinem ursprünglichen Zustand verändert, da auf kleinen räumlichen Skalen deutliche Gradienten (z.B. im Anteil organischen Materials, Veränderungen der oberflächennahen Sedimentstruktur) erzeugt werden.

Der Eintrag eines verendeten Tieres in die Tiefsee ist für bodenbewohnende Tiere weder räumlich noch zeitlich vorhersagbar. Trotzdem, dies belegen Ergebnisse erster Experimente im Bereich der AWI-Tiefseezeitstation aus dem Jahr 2000, können mit ausgelegten Ködern mehrere tausend Individuen des kosmopolitischen, nekrophagen Tiefsee-Amphipoden *Eurythenes gryllus* angelockt werden. In einem autökologischen Forschungsansatz zur raum-zeitlichen Attraktion von *E. gryllus* durch große Nahrungspartikel, seiner Nahrungsaufnahme und anschließenden Verteilung im Ozean sind für die Expedition ARK XVII/1 daher Versuchsansätze zur Beantwortung folgender Fragen geplant:

- Wie schnell und in welcher Anzahl wird *Eurythenes gryllus* in der arktischen Tiefsee nach Verankerung von Köderfischen angelockt?
- Werden die Tiere aus bestimmten Richtungen angelockt?
- Wie viel Zeit verwenden sie für die Nahrungsaufnahme und wohin bzw. wie weit entfernen sie sich anschließend?
- Welchen Einfluss haben herabsinkende "food falls" auf die kleinen sedimentbewohnenden Organismen im Umfeld des Kadavers?

Durch die Beantwortung der genannten Fragen wird auch abzuleiten sein, ob die durch Köder angelockten Krebse Angehörige lokaler Population oder temporärer Einwanderer sind. Durch Verwendung verschiedenartiger Ködertypen werden zudem Daten zur Nahrungspräferenz bei *Eurythenes gryllus* gewonnen.

Arbeiten auf See

Es wird ein Freifallgerät zum Einsatz kommen, der mit einer Zeitrafferkamera, einem Strömungsmesser, einem autonomen Scanning Sonar und Reusen ausgestattet sein wird. Das Gerät wird mehrmals im Bereich der Tiefsee-Langzeitstation für jeweils ca. 24 Stunden eingesetzt werden. Geplant ist ferner, Individuen von *Eurythenes gryllus* an Bord der POLARSTERN in Kühlcontainern zu halten, um mit diesen Tieren weiterführende Experimente im Institut durchzuführen.

7. MEERESGEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN (AWI)

Ziele

Im Rahmen des multidisziplinären Verbundvorhabens ARKTIEF 2 sollen in Zusammenarbeit mit Ozeanographen und Benthologen die auf der Expedition ARK XVI/1 begonnenen meeresgeologischen Arbeiten im Bereich des submarinen Rinnensystems am ostgrönländischen Kontinentalrand mit folgenden Zielen fortgesetzt werden:

- Hochauflösende stratigraphische Einstufung der Sedimentabfolgen (Isotopenstratigraphie, AMS14C-Datierungen, Magnetische Suszeptibilität),
- Bestimmung des terrigenen Sedimenteintrags und Erstellung von Paläoströmungskonstruktionen (hochauflösende Granulometrie, Ton- und Gesamtmineralogie, Schwerminerale, geochemische Tracer),
- Kartierung der Mächtigkeiten und Verbreitung einzelner Sedimentfazies (PARASOUND, HYDROSWEEP)
- Bestimmung des organischen Kohlenstoffflusses, Differenzierung zwischen vertikalem und lateralem Fluss (Organische Geochemie, Kerogenpetrographie, Biomarker),
- Bestimmung der Paläoproduktivität in der Grönlandsee: Rekonstruktionen nach organisch- und anorganisch-geochemischen Tracern (Biomarker, Biogenopal).

Arbeiten auf See

Das im letzten Jahr zwischen 74°N 14°W und 74°30'N 9°W untersuchte Rinnensegment soll in Richtung des Kontinentalhangs und des Grönlandbeckens mit Hilfe des schiffseigenen PARASOUND- und HYDROSWEEP-Systems weiter verfolgt werden, um das potentielle Liefergebiet der Sedimente und den vermuteten distalen Ablagerungsraum der in der Rinne transportierten Sedimente zu kartieren und zu beproben. Weiterhin sollen im Rinnenverlauf an ausgewählten Stationen Profile entlang und quer zur Rinnenachse mit Großkastengreifern (GKG) und Schwereloten (SL) beprobt werden, um den internen Aufbau der Rinne und der angrenzenden Levees und Tiefseeebene zu untersuchen. Vorläufige Auswertungen der PARASOUND-Profile von ARK XVI/1 zeigen, dass unterhalb einer geringmächtigen Rinnenfüllung akustisch transparente Sedimente liegen, während die akustische Eindringung in die Levees bis zu 40m beträgt und diese deutlich parallelgeschichtete Sedimente aufweisen. Mit der gezielten Beprobung soll auch der Frage nachgegangen werden, ob in diesen Rinnen gegenwärtig Sedimente transportiert werden.

8. DIE ROLLE VON PROTISTEN IM TROPHISCHEN GEFÜGE DES ARKTISCHEN OZEANS (AWI, IfM-Kiel)

Ziele

Obwohl es bereits Studien über den Bestand und die Saisonalität pelagischer Protozoen im arktischen Meer gibt, wissen wir recht wenig über ihre genaue Funktion im Ökosystem. Aus anderen aquatischen Lebensräumen ist bekannt, dass heterotrophen Protisten durch ihre trophischen Verknüpfungen einen erheblichen Anteil am Kohlenstofffluss haben. Ferner ist bekannt, dass ihre trophischen Beziehungen (als Räuber und als Beute) stark artspezifisch geprägt sind.

Vor diesem Hintergrund soll die Rolle von heterotrophen Protisten (vornehmlich Ciliaten und heterotrophe Nanoflagellaten) im aquatischen Nahrungsnetz des Nordpolarmeeres experimentell untersucht werden. Hierbei soll ihre Funktion als Herbivore (Ciliaten) und Bakterivore (Flagellaten) beschrieben und quantifiziert werden. Eine hohe taxonomische Auflösung bei der Aufarbeitung der Proben ist angestrebt.

Arbeiten auf See

Es ist geplant, zwei etablierte Experimenttypen zur Quantifizierung und Beschreibung von trophischen Verknüpfungen innerhalb der Planktongemeinschaft 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 Auftretswahrscheinlichkeit 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) gehalten. 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.

Es ist geplant, mindestens 6 Experimentserien (an 6 Stationen) durchzuführen. Die Beprobung erfolgt mittels einer CT-Rosette aus einer Wassertiefe von ca. 50 – 100 m. Mit den Experimenten werden die folgenden Parameter ermittelt:

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

9. BEOBACHTUNG VON SEEVÖGELN UND MEERESSÄUGERN (VUB)

Ziele

Die Verteilung von Seevögeln und Meeressäugtieren (Wale und Robben) wird von unterschiedlichen Wassermassen und Fronten bestimmt, die durch Wassertemperatur und Salzgehalt erkennbar sind. Grundlegend sind dabei selbstverständlich die Unterschiede bezüglich des Vorhandenseins von Beute: als oberste Glieder der Nahrungskette spiegeln Seevögel und Meeressäugtiere die ökologische Struktur der gesamten Wassersäule wider.

Um eine eventuelle Entwicklung der Population der Hauptarten festzustellen, werden die Ergebnisse mit früheren Daten verglichen, die bei früheren Fahrten während 25 Jahren ermittelt wurden. Diese Arbeit ist ein Teil eines erweiterten ökologischen Vergleiches zwischen dem Europäischen Nordmeer und dem Weddellmeer (Antarktis).

Arbeiten auf See

Die quantitative Verteilung von Seevögeln und Meeressäugtieren (Wale und Robben) wird von der Brücke aus ermittelt. Da Seevögel in der Regel von liegenden Schiffen angezogen werden, finden die abschnittsweise vorgenommenen Zählungen nur bei freier Fahrt statt.

EXPEDITION ARK XVII/1

1. ITINERARY AND SUMMARY

POLARSTERN will leave Bremerhaven on 19 June and steam on direct way to the eastern end of a transect along 75°N across the Greenland Sea (Fig. 1). The repeated hydrographic observations along the transect are used to investigate the formation of deep and bottom water and allow to determine the type of winter ventilation. A set of moorings with profiling instruments will be replaced in the central Greenland Sea. Biological work will start with experiments on water samples to study the role of the species-composition of the microzooplankton community for the detailed trophic interactions within the aquatic food web. Quantitative estimates of the at-sea distribution of seabirds and marine mammals will be carried out from the bridge while the ship is moving. On the East Greenland continental slope a multidisciplinary approach will be carried on in the frame work of the BMBF project ARKTIEF 2 to investigate the role of shelf drainage via channels that extend down into the deep sea for deep water formation. The channel flow might stimulate energetic currents in otherwise quiet regions which might have a considerable impact on sedimentation and living conditions in the deep sea. The distribution patterns of benthic organisms in and around channel systems will be used 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 determine whether a channel system is "active" or "fossile". The sedimentological work will include to map and sample the potential source area of channel sediments and the distal depositional environment in the deep sea to obtain high resolution stratigraphy, to map thickness and distribution of the sedimentary facies, and to determine terrigenous sediment supply, the organic carbon fluxes and the paleoproductivity in the Greenland Sea. Causes and effects of physical, chemical and biological gradients in the deep sea are studied on a long-term station (AWI-"Hausgarten", 79°04'N, 4°10'E, 2500m water depth), and a transect already sampled in summer 2000 crossing this area. The investigations concentrate on the dynamics of benthic bacterial communities and their impact on small-scale heterogeneity patterns of Arctic deep-sea sediments. Molecular genetics will be applied as a tool to understand small-scale heterogeneity in populations of Arctic deep-sea nematodes. Of particular interest are food falls which represent natural disturbances at the seafloor of the deep sea. Studies of phytoplankton ecology and related biogeochemical parameters will occur in order to understand the seasonality as well as the interannual differences of phytoplankton distribution patterns and the vertical particle flux.

Fram Strait represents the only deep connection between the Arctic Ocean and the Nordic Seas. Just as the freshwater transport from the Arctic Ocean is thought to be of major influence on water mass formation in the Nordic Seas, the transport of warm and saline Atlantic water significantly affects the water mass characteristics in the Arctic Ocean. The inflow from the Arctic Ocean into the Nordic Seas influences the formation of water masses which are advected through Denmark Strait to the south and participate in the formation of the North Atlantic Deep Water. To determine the fluxes through Fram Strait a hydrographic section approximately along 79°N is repeated and moorings are maintained. Three of them will be exchanged. After the end of the physical oceanography work POLARSTERN will steam to Tromsø where the cruise will end on 29 July.

2. INVESTIGATIONS OF THE HYDROGRAPHIC CONDITIONS IN THE GREENLAND SEA (AWI)

Objectives

Bottom water renewal in the Greenland Sea by deep convection in interplay with ice coverage and climatic conditions is a major element of the water mass modification in the Arctic Mediterranean. 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 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 atmospheric forcing?
- 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 as e.g. vertical advection?

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 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.

Work at Sea

Summer investigations with a CTD incorporated within the EU Project CONVECTION, are complemented by self-profiling moorings which are developed in AWI. CTD-measurements are performed from top to bottom of the 3500 m deep water column. They indicate time and extent of modifications, thus helping to better identify relations between forcing and results. Two of these moorings will be recovered, three will be deployed, and the standard zonal transect on 75°N (approx. 53 stations) will be performed.

3. WATER MASS EXCHANGES BETWEEN THE ARCTIC OCEAN AND THE NORDIC SEAS (AWI)

Objectives

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

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

The specific objectives are:

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

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

Work at Sea

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

Salinity sensors on moored instruments still suffer from uncertainties and are too expensive to be deployed in a large number. Therefore CTD stations are conducted across Fram Strait from the Spitsbergen shelf to the East Greenland shelf to ensure calibration of the moored instruments and to supply much higher spatial resolution.

4. DEEP WATER FORMATION IN THE GREENLAND SEA BY BENTHIC STORMS (AWI)

Objectives

The aims of the ARKTIEF 2 project are to estimate the contribution of various processes to the modification of deep water masses in the Arctic, to understand the dynamics of these processes, and to assess their effect on the conditions for marine life. The acquired data and results should serve to improve the basis of physical and ecological modelling.

In the past, water mass modification in the Greenland Sea took place mainly through deep-reaching convection, which is presently absent. However, the changes presently observed in the deep and bottom waters of the Greenland Sea indicate that other processes play a role in deep water modification. Shelf drainage via channels that extend down the continental slope of east Greenland into the deep sea is a potential process of deep water formation which could stimulate energetic currents in otherwise quiet regions, and this has considerable impact on the sedimentation and living conditions in the deep sea.

Work at sea

To measure bottom current events three moorings are presently deployed and will be replaced by LANCE in autumn. During the present cruise vertical CTD-profiles with an attenuation sensor will be measured across the channel to detect if an elevated load of suspended matter indicates enhanced currents.

5. PHYTOPLANKTON ECOLOGY AND VERTICAL PARTICLE FLUX (AWI, IOW)

Objectives

Higher phytoplankton biomass in the Greenland Sea and Fram Strait can be correlated with the hydrographic conditions and sea ice melting. Vertical particle flux seemed to be related to the sea ice cover. The stability of the marginal ice zones and polynyas might enhance primary production as well as determine plankton species composition, biomass, and vertical particle flux. However, little is known on food supply to the benthos in these regions; the role of heterotrophic protozoan grazers is neither well understood.

Since 1997 we have collected samples of phytoplankton and related biogeochemical parameters, and deployed sediment traps in order to understand the seasonality as well as the interannual differences of phytoplankton distribution patterns and vertical particle flux. This work is carried out in cooperation with physical oceanographers, protozoologists, and benthologists.

Work at Sea

Our investigations will concentrate on phytoplankton biomass distribution, modification, and sedimentation in relation to the physical conditions.

The following parameters will be investigated:

- Distribution and variability of species composition, biomass (chlorophyll *a*), particulate organic carbon and nitrogen, and biogenic silica.
- Interactions amongst ice-algae, phytoplankton, and protozooplankton in ice-covered and ice-free waters.
- Re-deployment of moored sediment traps in the research area "Hausgarten" below the euphotic zone and close to the bottom to investigate vertical particle flux during different years.

6. DEEP-SEA BIOLOGY

6.1 Benthic distribution patterns and turn-over processes in channel systems of the eastern Greenland Sea (AWI)

Objectives

Objectives of the planned biological and biochemical investigations within the frame of the BMBF project ARKTIEF 2 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. The combination of results from optical surveys assessing distribution patterns of the larger epibenthic fauna with activity and

biomass data for small sediment-inhabiting organisms from biochemical analyses will help to determine whether a channel system is "active" or "fossile".

Work at sea

Investigations during ARK XVII/1 will continue the survey on a channel system at 74°N, which was started during previous cruises of POLARSTERN in 1999 and 2000 (Fig. 2). Main objectives for ARK XVII/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 biomass.

6.2 Causes and effects of physical, chemical and biological gradients in the deep sea (AWI)

Objectives

It is well known that the boundary layer between water column and seafloor is characterised by steep gradients in the concentration of particulate and dissolved matter, current speed and particle density. Transport processes along these gradients are essential, e.g. for organic carbon fluxes to the seafloor, the oxygen consumption of the sediment, and the transfer of remineralised nutrients into the water column.

Besides these physico-chemical processes benthic macro- and megafauna organisms alter the sediment structure by their crawling and burrowing activities. By doing so they are partly responsible for the observed small-scale heterogeneity in both, sediment structure and physico-chemical gradients which are suspected to promote high biodiversity in the deep sea.

Work at sea

Investigations with high spatial and temporal resolutions are prerequisite for these studies. Therefore, the studies focus on a deep-sea long-term station (AWI-"Hausgarten", 79°04'N, 4°10'E, 2500m water depth), and a transect already sampled in summer 2000 crossing this area (Fig. 3). The following investigations are planned for POLARSTERN leg ARK XVII/1:

6.2.1 Investigations on the dynamics of benthic bacterial communities and their impact on small-scale heterogeneity patterns of Arctic deep-sea sediments (AWI)

Objectives

Regarding the overall theme of the project group about the impact of small-scale disturbances on the composition of the Arctic deep-sea benthos, it is important to evaluate the dynamic and influence of benthic bacterial communities. Benthic bacteria play a crucial role in the decomposition of organic material at the deep-sea floor. As a consequence they affect existing biogeochemical parameters and hence modify gradients at the sediment-water interface.

In order to evaluate the importance and extent of the microbial influence on the complexity of small-scale habitats in the deep sea, it is essential to investigate the structure and function of bacterial communities. In this context we focus on a comparative investigation of bacterial communities from different biologically induced sediment structures (e.g. burrows, traces, feeding tracks).

Work at sea

The investigations planned during ARK XVII/1 base on a multicorer sampling system. Each sediment core will be documented in view of biogenic structures, and related subsamples will be analysed for bacteria by direct cell counts, and by measurements of decomposition and incorporation rates. Results of abundance, vertical distribution and diversity of benthic bacteria by means of molecular methods are expected to support the investigation of biogenic sediment structures and small-scale heterogeneity patterns in Arctic deep-sea sediments as a consequence.

6.2.2 Molecular genetics as a tool to understand small-scale heterogeneity in populations of Arctic deep-sea nematodes (AWI)

Objectives

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

Work at sea

In order to investigate small-scale heterogeneity in deep-sea nematode populations, sediment samples will be taken along a depth transect (1000-5500m) on the continental margin west off Spitsbergen. To obtain (almost) undisturbed sediments we will use a video-driven multiple corer (MUC). Pre-sorting and conservation of nematodes from MUC subsamples will be carried out on board. For further investigations at the home laboratory, the samples shall be deep-frozen at -80°C.

6.2.3 "Food falls" – natural disturbances at the seafloor of the deep sea (AWI)

Objectives

The food supply hence energy flow to the deep-sea benthic ecosystem is partly driven by sinking carcasses (food falls). Although of natural origin food falls create small scaled disturbances because they are discrete events with significant implications for the influenced area. Scavenging demersal fishes and invertebrates become attracted in large numbers by food falls. During their feeding activity they disturb the upper sediment layer thereby promoting the dispersal of meiofauna living in the sediment. Additionally both, the high number of fecal pellets produced by the scavengers and the remains of the carcass lead to an enrichment of organic content in the sediment fuelling spatial gradients in food availability for bacteria and meiofauna.

The impact of any food fall is unpredictable both in space and time for benthic or benthopelagic scavengers. However, preliminary results of baited time-lapse camera experiments carried out in 2000 at the long-term deep sea station west off Spitsbergen (AWI-"Hausgarten") indicate that thousands of individuals of the cosmopolitan necrophagous deep-sea amphipod *Eurythenes gryllus* appear shortly after bait deployment. Our planned studies during the expedition ARK XVII/1 on the spatio-temporal attraction of *E. gryllus* by large food falls, its feeding behaviour and subsequent dispersal in the deep ocean include experimental approaches to answer the following questions:

- How fast and in which numbers do necrophagous amphipods such as *Eurythenes gryllus* appear after deployment of bait?
- Is there any spatial directionality in their appearance?
- How long do amphipods attend the food fall?
- Do they leave the location afterwards or do they rest in close vicinity?
- Which influence do food falls have on the sediment inhabiting meiofauna?

We expect to obtain further information whether the attracted species are members of local populations or temporarily invaders seeking permanently for such food falls over wide areas. The use of different types of bait should indicate possible food type preferences in scavengers.

Work at sea

A free-falling lander system will be used equipped with a pre-programmed time-lapse camera, flow meter, autonomous scanning sonar and traps. Several lander deployments each lasting for about 24 hours are scheduled for the centre and vicinity of the deep-sea long-term station (AWI-"Hausgarten"). Living individuals of *Eurythenes*

gryllus will be kept alive in a cooled laboratory container onboard POLARSTERN and later at the institute for further experiments under controlled conditions.

7. MARINE GEOLOGY INVESTIGATIONS

Objectives

In the framework of the multidisciplinary research programme ARKTIEF 2, the investigations in the area of the submarine channel system which were started on expedition ARK XVI/1 at the East Greenland continental slope will be carried on in collaboration with biologists and oceanographers. During the last year's expedition a part of the channel system was studied between 74°N 14°W and 74°30'N 9°W. Our work will be extended to the continental slope and the Greenland basin to map and sample the potential source area of channel sediments and the distal depositional environment in the deep sea with the objectives:

- to obtain high resolution stratigraphy of the obtained sediment sections (isotope stratigraphy, AMS ¹⁴C age determinations, magnetic susceptibility),
- to determine terrigenous sediment supply and paleocurrent reconstructions (high resolution granulometry, bulk and clay mineralogy, heavy minerals, geochemical tracers),
- to map thickness and distribution of the sedimentary facies (PARASOUND, HYDROSWEEP)
- to determine organic carbon fluxes, differentiation of vertical vs. lateral fluxes (organic geochemistry, kerogen petrography, biomarkers),
- to determine paleoproductivity in the Greenland Sea: Reconstruction with organic and inorganic geochemical tracers (biomarkers, biogenic opal).

Work at Sea

Near-surface sediments (GKG) and long sediment cores (SL) will be collected on transects along the channel axis and across the channel, to get further information about the internal structure of the channel and the adjacent levees and deep-sea plain. Preliminary results of PARASOUND transects from ARK XVI/1 suggest that acoustic transparent sediments underlay a thin layer of channel infill, while the acoustic penetration into the levees was up to 40m revealing sediments bedded in parallel. The sampling will also contribute to answering the major scientific question whether sediments are transported in the channels in the Holocene.

8. THE ROLE OF PROTISTS IN THE FOOD WEB OF THE ARCTIC OCEAN (AWI, IfM-Kiel)

Objectives

Despite some existing studies on the abundances and seasonality of pelagic protist from the Arctic Ocean, our knowledge on their functioning and exact role in this ecosystem is relatively small. Studies from other aquatic systems could demonstrate that due to their trophic role, heterotrophic protists contribute largely to the carbon cycling. It is also known, that the trophic relationships of protists (both as predator and prey) are highly species-specific.

Based on this information the aim of our study is to experimentally investigate the role of heterotrophic protists (especially ciliates and heterotrophic flagellates) in the aquatic food web of the Arctic Ocean. We are planning to describe and quantify their role as herbivores (ciliates) and as bacterivores (flagellates). Samples will be processed with a high taxonomic resolution in order to learn more about the species-specificity.

Work at sea

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 m 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.

It is planned to conduct at least 6 experiments (at six different stations). Water will be collected with a CTD cast from a sampling depth of ca. 50 – 100 m. 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

9. OBSERVATION OF SEABIRDS AND MARINE MAMMALS (VUB)

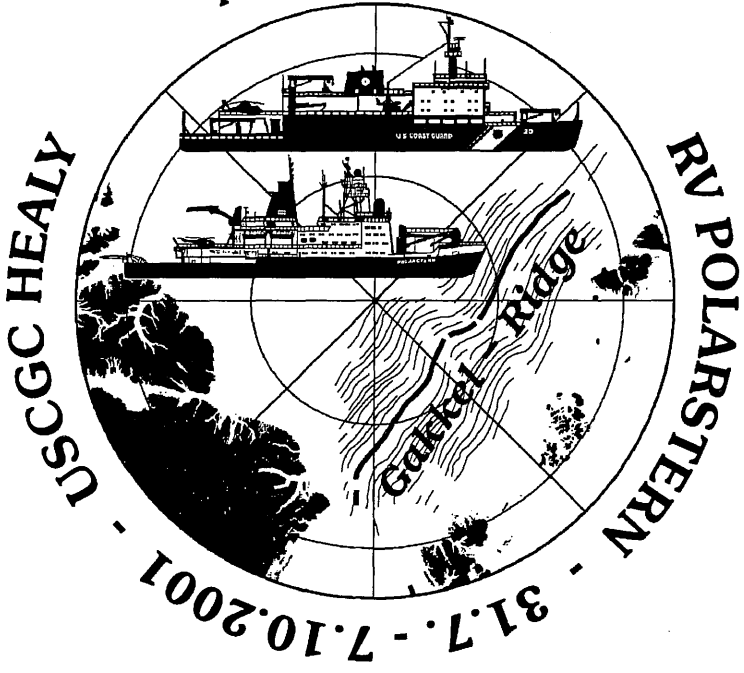
Objectives

The quantitative distribution of seabirds and marine mammals - cetaceans and pinnipeds- is determined by the presence of different water masses and fronts, to be recognized by water temperature and salinity. The basic aspects are of course differences in the abundance of their prey. As top predators, they reflect and integrate the ecological structure of the whole water column. Results will be compared with data collected in the region during the last 25 years, in order to detect possible evolution of population in the main species (same team, same methodology). This is part of a broader ecological comparison between European Arctic seas and the Weddell Sea, Antarctica.

Work at sea

The quantitative at-sea distribution of seabirds and marine mammals - cetaceans and pinnipeds - will be determined during transect counts from the bridge, i.e. while POLARSTERN is moving, since stationary ships tend to attract seabirds.

ARK XVII / 2



USCGC HEALY

31.7. - 7.10.2001

RN POLARSTERN

EXPEDITION ARK XVII/2

1. AUFBAU UND ZUSAMMENSETZUNG DER OZEANISCHEN KRUSTE IM ÖSTLICHEN NORDPOLARMEER

Das Nordpolarmeer gliedert sich in Tiefseebecken, die durch "Seafloor spreading" seit dem mittleren Mesozoikum entstanden sind, und strukturelle Hochs, die aus vulkanischen Strukturen oder kontinentaler Kruste mit einer relativ dünnen jüngeren pelagischen Sediment-Bedeckung bestehen können. Die Expedition ARK XVII/2 des Forschungsschiffes POLARSTERN, die gemeinsam mit dem neuen US-amerikanischen Forschungseisbrecher HEALY im Spätsommer des Jahres 2001 durchgeführt wird, soll versuchen, umfassende Kenntnisse über Aufbau und Zusammensetzung der ozeanischen Kruste im östlichen Arktischen Ozean (Tiefseebecken) zwischen Spitzbergen und dem Gakkel-Rücken (= Barents-Tiefsee-Ebene) und zwischen dem Gakkel-Rücken und dem Lomonosov-Rücken (Pol-Tiefsee-Ebene) zu sammeln. Dieses Tiefseebecken hat sich seit dem späten Paläozän durch die Abtrennung eines schmalen Streifens kontinentaler Kruste, der heute das Fundament des Lomonosov-Rückens aufbaut, vom eurasischen Kontinentalrand gebildet.

Während meeresgeophysikalische und seismologische Untersuchungen während früherer Expeditionen bereits ein Grundgerüst des tektonischen Aufbaus dieses Tiefseebeckens erkennen ließen, ist die Petrologie der vulkanischen Gesteine, die entlang des Gakkel-Rückens (aktiver mittelozeanischer Rücken mit der langsamsten Spreizungsrate im Vergleich zu allen anderen Rückensystemen des Weltmeeres) unbekannt. Mehr zufällig wurden auf einer früheren Expedition (1987) mit der POLARSTERN auf einer Station basische Vulkanite angetroffen, die aber kaum Aufschluss über die Vielfalt der vulkanischen Gesteine dieses durch einzigartige Eigenschaften ausgezeichneten Rückensystems ergeben können. Gemeinsam sollen POLARSTERN und HEALY ein systematisches Dredge-Programm durchführen, um die verschiedenen Lithologien vulkanischer Gesteine in diesem Gebiet zu erfassen und um daraus auf die Entstehungsgeschichte und die Eigenschaften des Gakkel-Rückens schließen zu können. Die gemeinsame Operation der POLARSTERN und der HEALY stellt dabei eine besondere Herausforderung an das seemännische Können der Besatzung der beiden Forschungseisbrecher dar.

Die Untersuchungen zur Zusammensetzung der ozeanischen Kruste werden durch maringeophysikalische und seismologische Untersuchungen ergänzt, um weitere Daten zum tektonischen Aufbau des Untersuchungsgebietes zu sammeln. Als integrierter Bestandteil dieses Programmes muss die Bathymetrie des Gebietes erfasst werden. Im engen Zusammenhang mit den vulkanischen Prozessen am Gakkel-Rücken steht auch die vermutete Bildung hydrothermaler Mineralansammlungen, die auf das Auftreten von Hydrothermalsystemen schließen lassen.

Während der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Untersuchung während dieser Expedition auf die geologischen Eigenschaften der ozeanischen Kruste gerichtet ist, werden zusätzliche Programme zu den physikalischen Meereis-Eigenschaften, zu den bakteriellen Gemeinschaften, biologische Untersuchungen sowie Sediment-Beprobung für Paläo-Umwelt-Untersuchungen nur eine relativ untergeordnete Rolle

spielen. Sie sollen jedoch durchgeführt werden, weil die beiden Forschungseisbrecher im Sommer 2001 einen langen und sorgfältig geplanten Vorstoß in das zentrale östliche Nordpolarmeer vornehmen und jede dieser Expeditionen einzigartige Möglichkeiten bietet, um Probenmaterial zur Bearbeitung der beschriebenen Probleme zu nehmen.

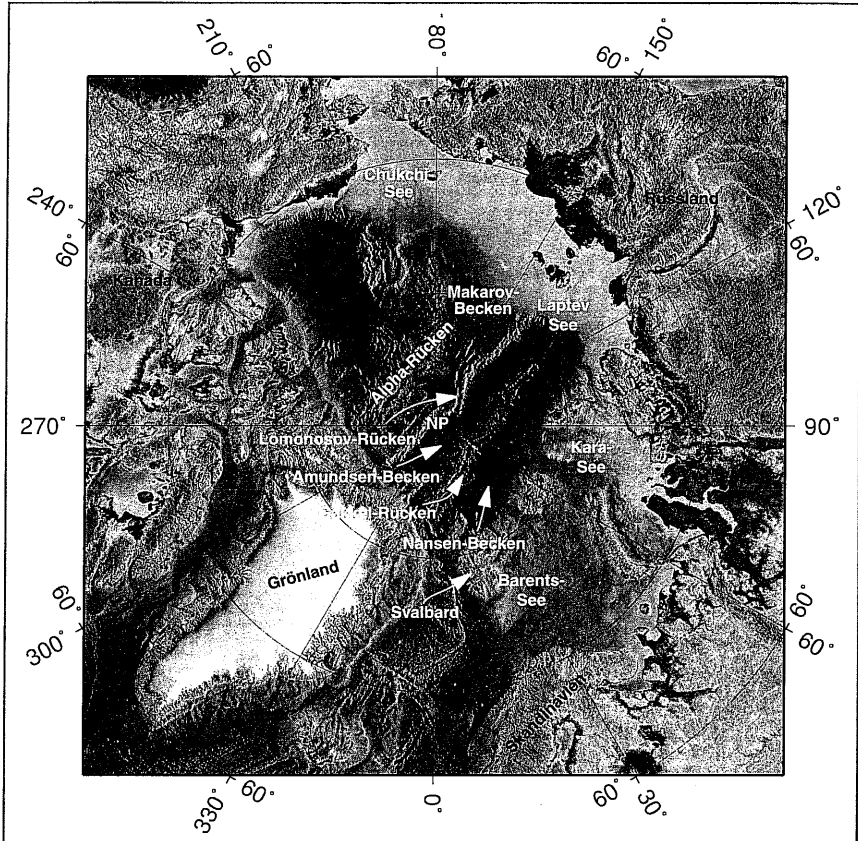


Abb. 1: Bathymetrische Gliederung des Nordpolarmeeres. Das östliche arktische Teilbecken wird durch den Lomonosov-Rücken und den eurasischen Kontinentalrand begrenzt und durch den Gakkel-Rücken (nördlichstes Segment des aktiven mittel-ozeanischen Rückens mit sehr langsamen Spreizungsraten) in zwei Tiefseebecken gegliedert.

Fig. 1: Bathymetric structure of the Arctic Ocean. The eastern Arctic basin is confined by Lomonosov-Ridge and the Eurasian continental margin and is divided into two deep sea-basins by Gakkel-Ridge (most northern segment of the active middle-oceanic ridge with a very slow stretch rate).

In Abbildung 1 ist die Bathymetrie des Nordpolarmeers dargestellt, die deutlich seine Gliederung in Tiefseebecken und Rückensysteme erkennen lässt. Auf Abbildung 2 ist die geplante Expeditionsroute eingetragen, die die Schiffe von Tromsø ab Ende Juli 2001 östlich vorbei an Spitzbergen in den zentralen Teil des östlichen arktischen Teilbeckens mit einem Schwerpunkt von Untersuchungen entlang des Gakkel-Rückens führen wird. Einzelne Abstecher sollen die randlichen Strukturen der Tiefseebecken zum Kontinentalrand vor der Barents-See und zum Lomonosov-Rücken erschließen. Das Schwergewicht der Expedition liegt jedoch auf den Untersuchungen zu den Eigenschaften des Gakkel-Rückens. Die Expedition wird Anfang Oktober abgeschlossen werden und die POLARSTERN nach Bremerhaven zurückführen.

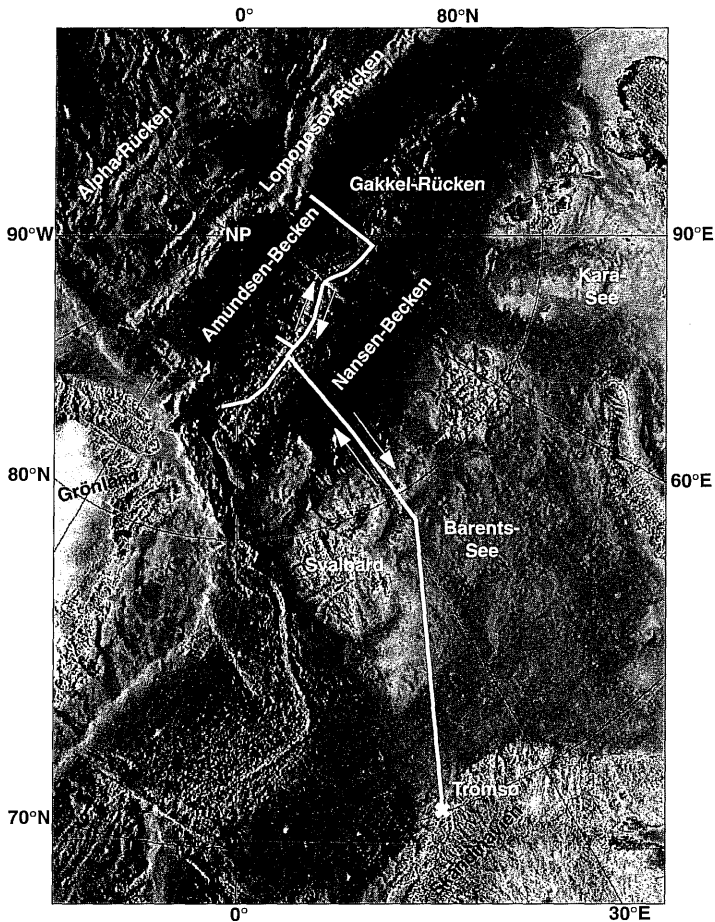


Abb. 2: Geplante Expeditionsroute der POLARSTERN und der HEALY für August und September 2001 (Expedition ARK XVII/2).
 Fig. 2: Planned tracks of POLARSTERN and HEALY for August and September 2001 (Expedition ARK XVII/2).

2. PETROLOGIE DES GAKKEL-RÜCKENS (UNIVERSITÄT BREMEN, MPI MAINZ)

Ziele

Das größte und aktivste Vulkangebiet der Welt liegt tief unter den Ozeanen verborgen. Es bildet das erdkugelumfassende sog. "mittel-ozeanische Rückensystem". Dort werden Jahr für Jahr ca. 20 Kubikkilometer neuer Meeresboden aus ca. 1100°C heißen basaltischen Magmen produziert. Die Erzeugung dieser Laven tief in der Erde, ihr Transport und die abschließende Abkühlung am Meeresboden ist einer der wichtigsten Wege, durch den das Erdinnere Wärme verliert. Die Prozesse sind bislang aber nur in den größten Zügen untersucht oder verstanden worden.

Die Theorie zur Magmenentstehung unter den mittelozeanischen Rücken beschreibt dies als eine passive Reaktion des plastischen oberen Erdmantels auf das Auseinanderdriften der Platten. Der direkt unter der Plattengrenze liegende Mantel steigt auf, um den entstehenden Raum zwischen den Platten zu füllen. Da die Temperatur der Erde zum Innern hin zunimmt, ist dieser aufsteigende Mantel wärmer als seine Umgebung und beginnt durch die Druckentlastung zu schmelzen. Die daraus entstehenden basaltischen Magmen steigen zum Meeresboden auf und bilden neue Ozeankruste. Die Mantelgesteine sind normalerweise von dieser Magmendecke überzogen und erscheinen deshalb unter normalen Umständen nie auf dem Meeresboden.

Während der Reise ARK XVII/2 soll diese Theorie am arktischen Gakkel-Rücken getestet werden. Das Interesse aller beteiligten Forscher am Gakkel-Rücken liegt hauptsächlich darin begründet, dass er mit ca. 1 Zentimeter pro Jahr der am langsamsten spreizende Rücken der Erde ist. Ist die Theorie korrekt, steigt der Erdmantel unter dem Gakkel-Rücken nur sehr langsam auf, möglicherweise kühlt er dabei so sehr ab, dass überhaupt keine Schmelze und daher keine normale Kruste produziert werden. In diesem Fall könnten Mantelgesteine direkt am Meeresboden zu finden sein, die noch keine oder nur ganz wenig Schmelze verloren haben. Solche Gesteine sind an der Oberfläche extrem rar. Die Lokalisierung und Beprobung solcher Gesteine gilt als eines der Hauptziele der Forschungsfahrt. Diese Gesteine würden einzigartige Einblicke in die Beschaffenheit des Mantels erlauben, einen Teil der Erde, der unter normalen Umständen kaum beprobt werden kann.

Sollte jedoch der Meeresboden am Gakkel-Rücken wie gewöhnlich zumindest zum Teil aus Basalten und nicht aus Mantelgesteinen bestehen, sind trotzdem spannende Entdeckungen zu erwarten. Unter den Vulkanen der mittelozeanischen Rücken befinden sich normalerweise Magmenkammern, also mit Schmelze und Kristallen gefüllte Reservoirs, in denen sich vor einer Eruption verschiedene "Schmelzpakete" aus dem Mantel ansammeln und miteinander vermischen. Das Magma, welches zu einem bestimmten Zeitpunkt in diesen Kammern vorhanden ist, ist das Ergebnis eines ständigen Wechselspiels zwischen dem Zufluss von Schmelzen aus dem Mantel und der Abkühlung und Kristallisation der Schmelzen an den Kammerwänden. Durch Konvektion funktionieren diese Magmenkammern wie eine enorme Rührschüssel: obwohl durchaus Schmelzen mit verschiedenen Zusammensetzungen aus verschiedenen Bereichen des Mantels hineinfließen

können, hat das Magma, welches aus der Kammer austritt und eruptiert wird, fast immer die gleiche durchschnittliche Zusammensetzung.

Im Falle des Gakkel-Rückens bedeuten - laut Theorie - die langsamen Spreizungsraten, dass der Schmelzzufluss zu den Magmenkammern äußerst gering ist - möglicherweise so gering, dass es überhaupt keine beständigen Kammern gibt. In diesem Fall werden die verschiedenen Schmelzen des Erdmantels nicht vermischt und homogenisiert, sondern nahezu unverfälscht am Meeresboden eruptiert. Durch Beprobung und Untersuchung dieser sogenannten primären Schmelzen können die Schmelzprozesse des Erdmantels besser als zuvor verstanden und quantifiziert werden.

Arbeiten auf See

Der Gakkel-Rücken ermöglicht also auf jeden Fall einen Blick tief in die Erde, egal ob der Meeresboden aus Mantelgesteinen oder aus Basalten besteht. Zu diesem Zweck ist ein breit angelegtes Beprobungsprogramm in Zusammenarbeit mit HEALY vorgesehen. Die Beprobungstechnologien umfassen die altbewährten Dredgemethoden, die sich bei ARKXV/2 als praktikabel erwiesen haben, sowie in Packeis noch nie gewagte Methoden wie Fernsehgreifen (auf POLARSTERN) und Rock-Coring (auf POLARSTERN und HEALY).

Die geborgenen Gesteinsproben werden noch während der Fahrt petrographisch und zum Teil geochemisch ausgewertet. Dies ermöglicht, dass besonders wichtige Gebiete noch während der Expedition identifiziert werden können, um sie gegebenenfalls auf der Rückfahrt intensiver zu untersuchen. Weil HEALY die Möglichkeit der geochemischen Analyse an Bord besitzt und POLARSTERN die Dünnschliffkapazität, werden Proben aktiv während der Expedition ausgetauscht.

3. HYDROTHERMALE MINERALBILDUNGEN IN DEN SEDIMENTEN DES GAKKEL-RÜCKENS (UNIVERSITÄT BREMEN)

Ziele

Ziel der sedimentologischen Arbeiten ist es, erstmals die durch hydrothermale Prozesse gebildeten Mineralisationen am ultra-langsam spreizenden Gakkel-Rücken zu erfassen und die daraus resultierenden Stoffflüsse in den Sedimenten zu bilanzieren. Aus diesen Daten soll versucht werden, die geothermische Entwicklung hydrothermalen Systeme entlang des Gakkel-Rückens zu rekonstruieren. Dadurch können mit Hilfe von Altersdatierungen Rückschlüsse auf die langfristige Wärmeentwicklung (und daher auch auf die Geschichte der vulkanischen Aktivität) am Gakkel-Rücken gemacht werden. Die chemische und isotopische Zusammensetzung hydrothermal gebildeter Minerale sind sensitive Indikatoren, die geringe Veränderungen in ihren physikochemischen Bildungsbedingungen abbilden. Somit können authigene Tonminerale verschiedene Alterationsphasen abbilden, aus denen sich dann wiederum die genetische Entwicklung von Hydrothermalsystemen entlang des Gakkel-Rückens ableiten lässt.

Arbeiten auf See

- Anhand von Sedimentkernen aus dem axialen Bereich des Gakkel-Rückens sollen mittels mineralogischer und geochemischer Untersuchungen charakteristische hydrothermale Mineralisationen erfasst werden, aus denen sich dann wiederum Rückschlüsse auf Art und Ausmaß hydrothermalen Prozesse ziehen lassen.
- Es sollen insbesondere die Tonmineralvergesellschaftungen hydrothermal beeinflusster Sedimente bestimmt werden, um unterschiedliche Alterationsstadien dokumentieren zu können.
- Anhand der chemischen Zusammensetzung alterierter und nichtalterierter Sedimente/ Mineralisationen sollen die chemischen Bedingungen der Gestein/Fluid-Wechselwirkungen während der Alterationsprozesse rekonstruiert werden.
- Mithilfe der Sauerstoffisotopenzusammensetzung authigener Tonminerale und deren möglichen co-genetischen Mineralen (u.a. Calcit, Dolomit) sollen die jeweiligen Bildungstemperaturen und Informationen über Fluide gewonnen werden. Dies soll u.a. Aufschluß geben über die geothermische Entwicklung in den verschiedenen Alterationsstadien.

Es wird somit eine Datenbasis geschaffen werden, mit der erstmals hydrothermale Mineralisationen und ihre Genese am Gakkel-Rücken erfasst und dokumentiert werden können. Es wird erwartet, dass die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen einen wichtigen Beitrag zum Verständnis von Hydrothermalsystemen an ultra-langsam spreizenden Rücken leisten.

4. MARINGEOPHYSIKALISCHE UND -SEISMOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN DES GAKKEL-RÜCKEN- RIFTGRABENS UND SEINER ANGRENZENDEN TIEFSEEBECKEN (AWI, UNIVERSITÄT MÜNSTER, UNIVERSITÄT BREMEN)

Ziele

Ein integriertes geophysikalisch/petrologisches Modell für den ultra-langsam spreizenden Gakkel-Rücken benötigt hinreichend Informationen über die Krustenmächtigkeit und die Zusammensetzung des oberen Mantels im zentralen Bereich des Riftgrabens und seinem Flankenbereich. Während die Krustenmächtigkeit überwiegend mit aktiven seismischen Methoden (Refraktionsseismik) bestimmt werden soll, werden seismologische Daten benötigt, um Aussagen über den oberen Mantel zu treffen.

Arbeiten auf See

Hierfür ist ein mobiles seismologisches Netzwerk von 3-4 Stationen vorgesehen. Die Stationen werden im 1-2 Tagesrhythmus mit dem Schiff versetzt, damit eine sichere Bergung gewährleistet ist. Zusätzlich sollen mit den Stationen auch mikroseismische Aktivitäten entlang des Rückens aufgezeichnet werden, um direkte Hinweise auf aktuelle magmatische Aktivitäten zu erhalten. Schweremessungen werden entlang der gesamten Fahrtroute mit einem auf POLARSTERN fest installierten Gravimeter durchgeführt. Diese Messungen sollen durch detaillierte magnetische Daten ergänzt

werden, die mit einem Helikoptersystem erfolgen werden. Neben anderen Zielen, die u.a. für die petrologische Interpretation der Proben erforderlich sind, ist die Hypothese zu testen, ob langsame Spreizungsgeschwindigkeiten tatsächlich mit geringen Krustendicken korrelieren, wie es globale Modelle fordern.

-Magnetotellurik auf dem Eis

Durch MT-Messungen entlang dem Gakkel-Rücken, einem Rücken mit sehr geringer Spreizungsrate, soll die Leitfähigkeitsstruktur von Kruste und oberem Mantel untersucht werden. Vorgesehen ist zunächst eine Messkampagne mit 5 Apparaturen, d.h. mit 5 Messpunkten in einem Abstand von je 10 km bei einer Standzeit von ca. 5-8 Tagen. Mehrere Stationen sind erforderlich, um mögliche 2D-Effekte, z.B. Unterschiede der Leitfähigkeit entlang und senkrecht zur Rückenachse, erfassen und interpretieren zu können. Die Ergebnisse sollen mit den bisher noch nicht sehr zahlreichen Daten zur Leitfähigkeit ozeanischer Kruste und des ozeanischen Mantels verglichen werden, die mit Hilfe von Messungen am Meeresboden gewonnen wurden.

-Temperaturmessungen über dem Gakkel-Rücken und seinen angrenzenden Becken

Es ist geplant, mit einem Zweischiffexperiment Seismik und Bathymetrie über dem Gakkel-Rücken und in seinen angrenzenden Becken zu vermessen. Entlang eines Profils senkrecht zum Streichen des Gakkel-Rückens ist eine Reihe von Wärmestromdichtemessungen vorgesehen. Diese sollen zu beiden Seiten des Rückens verteilt sein, um eine mögliche Asymmetrie der Wärmestromdichte und damit der Driftraten erkennen zu können. Als Geräteträger für Temperaturmessungen kommen autonome Temperaturdatenlogger an Schwereloten zum Einsatz. Es sind insgesamt 24 Stationen mit den Loggern vorgesehen. Ein Altersbereich von mindestens 20 Mio. Jahren kann so überdeckt werden. Referenzpunkte in möglichst großem Abstand vom Rücken werden zur Bestimmung des Wärmestroms auf abgekühlter Kruste angestrebt. Der Stationsabstand wird graduell anwachsend (zwischen 5 - 30 km) von der Rückenachse geplant.

5. BATHYMETRIE (AWI)

Ziele

Hochauflösende digitale Geländemodelle ermöglichen die räumliche Zuordnung physikalischer, chemischer und biologischer Daten und Prozesse an der Grenzfläche zwischen Geosphäre und Hydrosphäre. Sie werden für morphogenetische Analysen im Hinblick auf die geologische Entwicklungsgeschichte, sowie für die Interpretation geophysikalischer Messungen benötigt. Die Topographie des Meeresbodens im Arktischen Ozean ist bis heute noch weitgehend unbekannt.

Die wenigen, für den Bereich des Arktischen Ozeans existierenden Tiefenmessungen stammen von Eisbrechern, U-Booten und wissenschaftlichen Driftstationen. Die Problemkreise der Sonarnesstechnik im Eis sowie der Navigation

in hohen Breiten und unter Eis sorgen für eine durchschnittliche geringe Lage- und Tiefengenauigkeit.

Die Genauigkeit der existierenden bathymetrischen Datensätze der GEBCO-Karte 5.17 (Maßstab 1:6 Mio.), der russischen bathymetrischen Karte des Arktischen Ozeans (Maßstab 1:5 Mio.) sowie der International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean (IBCAO - 2,5 km Tiefenraster) reicht für detaillierte geowissenschaftliche Untersuchungen im Bereich der ausgedehnten submarinen Strukturen im Arktischen Becken (Gakkel-, Lomonosov-, Alpha-Rücken) nicht aus.

Kleinräumige, hochauflösende und systematische Vermessungen werden im Arktischen Becken seit 1998 im Rahmen des SCICEX-Programms von U-Booten der US Marine durchgeführt. Das eingesetzte SCAMP System liefert in erster Linie Sidescan-Aufnahmen des Meeresbodens. Mit Hilfe interferometrischer Methoden ist eine gleichzeitige Tiefenbestimmung möglich. Die SCICEX-Daten ermöglichen u.a. interessante erste Einblicke in rezente Prozessdynamiken (vgl. Edwards, M.H. et al. 2001: Evidence of recent volcanic activity on the ultraslow-spreading Gakkel ridge. Nature 409, pp.808-812) und unterstreichen den dringenden Bedarf an weiterer, hochauflösender bathymetrischer Information.

Arbeiten auf See

Im Rahmen von ARK XVII/2 soll der Verlauf des Gakkel-Rückens lage- und tiefenmäßig mit dem Fächersonar Hydrosweep DS-2 erfasst werden. Die existierenden Kartenwerke zeigen an vielen Stellen signifikante Unterschiede und erreichen allgemein nicht die, zur Klärung o.g. Fragen nötige Detailgenauigkeit. Neben den Tiefenmessungen werden Sidescan-Daten registriert, die Feinstrukturen des Meeresbodens in hoher räumlicher Auflösung (2048 Werte pro Querprofil) erfassen und somit eine Verortung kleinräumiger morphotektonischer Strukturlinien ermöglichen, die vom System tiefenmäßig nicht mehr aufgelöst werden. Schließlich werden von Hydrosweep für jeden der 59 Beams Rückstreuoeffizienten bestimmt, die unter günstigen Voraussetzungen qualitative Hinweise auf physikalische Sedimenteigenschaften liefern. Die genaue Lage der systematisch zu vermessenden Gebiete wird unter Berücksichtigung von Eissituation, Arbeitsprogramm und aktueller Morphologie während der Expedition festgelegt. Besonderes Interesse gilt dem nahezu unvermessenen Bereich des Gakkel-Rückens zwischen 70° und 90° E.

Die im Rahmen von SCICEX gewonnenen Tiefendaten sind wegen der indirekten Tiefenbestimmung aus Sidescan-Information mit einem vertikalen Fehlerpotential von bis zu 10% der aktuellen Wassertiefe versehen. Verfahrensbedingte Grenzen bei der U-Boot Navigation führen zu horizontalen Lagefehlern im Kilometer-Bereich. Zur Kalibrierung und Genauigkeitsabschätzung der SCAMP-Daten sollen im Verlauf von ARK XVII/2 auf einigen SCICEX-Profilen Vergleichsmessungen durchgeführt werden.

Über die systematischen Vermessungen hinaus wird Hydrosweep während des gesamten Fahrtabschnitts begleitend betrieben, um den bathymetrischen Datenbestand des Arktischen Ozeans zu erweitern. Fächersonarmessungen aus eisbedeckten Gebieten bedürfen wegen der beim Eisbrechen auftretenden hydroakustischen Störungen sowie der häufig wechselnden Schiffsgeschwindigkeiten und des unregelmäßigen Schiffskurses einer aufwendigen

Bearbeitung. Eine erste Analyse und Prozessierung der registrierten Daten erfolgt bereits während der Expedition, damit aktuelle Erkenntnisse sofort in die Expeditionsplanung einbezogen werden können. Die abschließende Datenbereinigung und Generierung digitaler Geländemodelle erfolgt im Anschluss an den Fahrtabschnitt am AWI.

6. UNTERSUCHUNG PHYSIKALISCHER MEEREISEIGENSCHAFTEN (AWI)

Ziele

Die physikalischen Eigenschaften des Meereises wie Dicke, Rauigkeit, Albedo oder Salzgehalt stellen ein wichtiges Element im globalen Klimasystem dar. Trotzdem gibt es nicht viele Daten darüber. Dies betrifft insbesondere die Eisdickenverteilung, die bislang nur von U-Booten aus bestimmt werden kann. Neueste Untersuchungen zeugen von einer dramatischen Dickenabnahme des Eises in der Arktis. Die Messungen während ARK XVII/2 sollen dazu beitragen, diese Beobachtungen besser beurteilen zu können.

Das wesentliche Ziel der Messungen ist die hochauflösende Bestimmung der Eisdickenverteilung in der Transpolardrift mit elektromagnetischen (EM) Sonden, sowohl durch Messungen auf dem Eis als auch vom Hubschrauber. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Erprobung und der Einsatz einer neuen Hubschraubersonde (HEM), die die Vermessung der Eisdickenverteilung in großen Gebieten ermöglicht. Die Messungen werden durch Laser-Altimetrie und Fotografie ergänzt, ausserdem werden Messungen von Eisstruktur, Salzgehalt und Albedo durchgeführt, sowie Satellitenbilder aufgenommen.

Arbeiten auf See

Die Meereisarbeiten umfassen im Einzelnen:

- Dickenprofile und Nivellement der Eisoberfläche während ein bis zweistündiger Eisstationen, bei denen auch Eiskerne gebohrt und Albedomessungen durchgeführt werden.
- Erprobung einer neuen HEM Eisdickensonde.
- HEM Flüge in Verbindung mit Laser-Altimetrie und Fotografie.
- Empfang von NOAA-AVHRR Satellitenbildern.
- Ausbringung von Driftbojen und Nutzung ihrer Daten.
- Stündliche visuelle Beobachtungen der Eisbedingungen.

Die geplante Fahrtroute soll die Durchführung von Transekten über den Transpolarstrom ermöglichen, die sich von einjährigem bis in mehrjähriges Eis erstrecken.

7. BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AM ARKTISCHEN PACKEIS (UNIVERSITÄT KIEL)

Ziele

Das Meereis bedeckt zwischen 7 (Sommer) und 14 (Winter) Millionen km² des Arktischen Ozeans. Ein Großteil des arktischen Meereises wird im Bereich der sibirischen Schelfmeere gebildet, mit der Transpolar drift transportiert und über die Framstraße aus dem arktischen Ozean exportiert. Die Untersuchungen im Rahmen dieser Expedition beinhalten chemische, physikalische und biologische Studien am Packeis dieser Regionen. Hierbei sollen Kurzzeitstationen (2-4 h) zur Probengewinnung und für experimentelle Studien genutzt werden. Die physikalischen Untersuchungen werden die Bestimmung von Eistemperatur und -salzgehalt sowie Strahlungsmessungen im PAR-Bereich (300-700 nm) beinhalten. Die biologischen Untersuchungen konzentrieren sich auf die qualitative und quantitative Erfassung der gesamten Meereislebensgemeinschaft (Bakterien bis Metazoen). Besonderes Augenmerk soll auf spezielle Anpassungen der sympagischen Protisten (eukaryote Einzeller <20 µm) an ihren extremen Lebensraum gelegt werden. Weiterhin sollen Wachstums- und Wegfraßexperimente Einblicke in die Dynamik des Nahrungsnetzes der sympagischen Lebensgemeinschaft vermitteln. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Untersuchung der sympagischen Meiofauna. Im Packeis umfasst diese Gruppe hauptsächlich Nematoden, Copepoden, Turbellarien, Rotatorien und Ciliaten. Die Abhängigkeit der Vertikalverteilung einzelner Gruppen der sympagischen Meiofauna von anderen Parametern wie z.B. der Temperatur, der Salinität geschmolzener Eiskernsegmente, des Volumens des Solekanalsystems, des Chlorophyll-a-Gehaltes und der bakteriellen Biomasse wird ermittelt. Die neu gewonnenen Daten stellen eine Ergänzung zu Ergebnissen früherer Expeditionen dar.

Die Grenzschicht zwischen dem Meereis und dem Pelagial ist ein eigener Lebensraum mit speziellen abiotischen (z.B. Temperatur, Salzgehalt) und biotischen Faktoren (z.B. Nahrungsangebot), die auch saisonal variieren. Besiedelt wird dieser Lebensraum von autochthonen Organismen, die direkt an der Eisunterseite leben und dort ihren gesamten Lebenszyklus durchlaufen und von allochthoner Sub-Eis Fauna, also Organismen, die entweder aus dem Eisinneren oder dem Pelagial stammen und sich zeitweise, z.B. zum Fressen oder in bestimmten Lebensstadien, in der Grenzschicht aufhalten. Neben den Standardmessungen zu Artenvielfalt, Abundanz und Biomasse der Untereis-Fauna sollen im Laufe dieser Expedition auch Untersuchungen zur kleinräumigen Verteilung in Abhängigkeit von verschiedenen Umweltparametern durchgeführt werden.

8. PALÄOUMWELT-UNTERSUCHUNGEN (GEOMAR, AWI)

Der Arktische Ozean und seine Randmeere sind Schlüsselgebiete für das Verständnis des globalen Klimasystems und seiner Veränderlichkeit in der Vergangenheit. Der Tiefenwasseraustausch zwischen dem Arktischen und dem Atlantischen Ozean ist z.B. ein Hauptantrieb der thermohalinen Zirkulation im Weltozean und bestimmt den Wärmeaustausch und das Klima. Die permanente arktische Eisbedeckung mit ihren starken saisonalen Schwankungen in den

Randmeeren hat einen starken Einfluss auf die Albedo der Erde, das marine Ökosystem und die Zirkulation, und damit auf das Erdklima. Trotz der großen Bedeutung des Arktischen Ozeans für das globale Klimasystem ist dieser noch immer vergleichsweise wenig erforscht.

Die Sedimente am Meeresboden des Arktischen Ozeans sind ein ausgezeichnetes Archiv der Umweltveränderungen in der Arktis in der Vergangenheit. Zusätzlich zur Veränderlichkeit der Bedingungen im Ozean können auch die Veränderungen der kontinentalen Eisschilde und die Schwankungen des Süßwasserausstroms (Schmelzwasser und Flusswasser) untersucht werden, z.B. anhand des Eintrags von grobem terrigenem eistransportiertem Material (IRD) und Sauerstoff-isotopisch leichtem Wasser. Besonders von den morphologischen Erhebungen der Gakkel- und Lomonosov-Rücken können ungestörte Sedimentablagerungen gewonnen werden, die eine detaillierte Rekonstruktion erlauben.

Die Gesamtziele des Paläoumwelt-Untersuchungsprogramms bestehen aus:

- i) der Gewinnung und Beprobung langer, ungestörter, hochwertiger Sedimentkerne aus dem östlichen Arktischen Ozean,
- ii) hochauflösenden Untersuchungen der Veränderungen von Paläoklima, Ozeanzirkulation, Produktivität und Meereisverbreitung im östlichen Arktischen Ozean während des Spätpleistozäns (letzte 500.000 Jahre) und
- iii) Rekonstruktionen der Veränderlichkeit der kontinentalen Eisschilde im nördlichen Eurasien und ihres Einflusses auf die globale Ozeanzirkulation durch den Zufluss von Schmelzwasser.

Untersuchungsziele und Methoden

- Stratigraphische Untersuchungen

Die Erstellung eines stratigraphischen Gerüsts stellt die Basis für alle Paläoumwelt-Untersuchungen dar. Die Arbeiten schließen folgende Methoden ein: ¹⁴C-AMS-Datierungen, Sauerstoff- und Kohlenstoffisotopenmessungen, natürliche Radionuklide, Aminosäuren, Mikrofossilien, paläomagnetische Messungen, und Korrelationen zu bereits existierenden Datensätzen. Falls verfügbar, sollen Multisensor-Kernloggingmethoden angewandt werden, um Korrelationen zu anderen Kernen und die Bestimmung verschiedener physikalischer Sedimentparameter zu ermöglichen (magnetische Suszeptibilität, Gammastrahlen-Absorption, p-Wellengeschwindigkeit, usw.).

- Untersuchungen zur Sedimentzusammensetzung

Die Geschichte der Wassermassen und der Eisdecke im Arktischen Ozean, der Quellen und Fluxveränderungen von Sedimenten und ihre Beziehungen zu globalen Klimaveränderungen und Umweltveränderungen auf den Kontinenten sind die Hauptthemen, die anhand der geplanten Untersuchungen bearbeitet werden sollen. Eine große Anzahl verschiedener Methoden soll dazu angewandt werden. Sedimentologische Untersuchungen konzentrieren sich auf Korngrößen, die Zusammensetzung der Grobfraktion (biogen vs. lithogen), die lithologische Zusammensetzung des IRD und die Tonmineralogie. Geochemische Methoden sollen genutzt werden, um die Zusammensetzung stabiler Sauerstoff- und Kohlenstoffisotope biogener Sedimentkomponenten und die Sr- und Nd-Isotope in der lithogenen Fraktion zu bestimmen. Mikropaläontologische Methoden umfassen die Bestimmung planktischer und benthischer Foraminiferenvergesellschaftungen

und der Vorkommen von Coccolithen. Menge, Zusammensetzung und Reife des enthaltenen organischen Materials (marin und terrigen) sollen mit folgenden Methoden bestimmt werden: Elementar-(C-H-N)-Analyse, Rock-Eval-Pyrolyse, stabile Kohlenstoffisotopie, Kerogen-/Kohlen-Petrographie, Gaschromatographie (GC) und Gaschromatographie/Massenspektrometrie (GC/MS).

EXPEDITION ARK XVII/2

1. STRUCTURE AND COMPOSITION OF THE OCEANIC CRUST IN THE EASTERN ARCTIC OCEAN

The Arctic Ocean (Fig. 1, page 27) is divided in deep sea basins, which have been formed through seafloor spreading since the middle Mesozoic and structural highs, that can consist of volcanic structures or of continental crust with a relatively thin younger pelagic sediment cover. The expedition ARK XVII/2 of the research icebreaker POLARSTERN, which shall be carried out in the late summer of the year 2001 together with new US-American research icebreaker HEALY, shall try to collect extensive knowledge on structure and composition of the oceanic crust in the eastern Arctic Ocean deep sea basin between Spitsbergen and Gakkel Ridge (= Barents Abyssal Plain), Gakkel Ridge and Lomonosov Ridge (Pole Deep Abyssal Plain). This deep sea basin has developed since the late Paleocene through the detachment of a narrow strip of continental crust, which today builds the foundation of the Lomonosov Ridge from the Eurasian continental margin.

While marine-geophysical and seismological investigations during former expeditions have already revealed a framework of the tectonic structure of this deep sea-basin, the petrology of the volcanic rocks along Gakkel Ridge (active mid-ocean ridge with the slowest spreading rate in comparison to all other mid ocean ridge systems) is unknown. Volcanic rocks were found rather accidental during a former POLARSTERN expedition (1987) at one station, which however hardly could give information on the variety of rocks in their unique quality and distinction of this ridge system. Jointly POLARSTERN and HEALY shall execute a systematic dredge program, in order to grasp the different lithologies of volcanic rocks in this area and to point to the history of origin of the attributes of the Gakkel Ridge. The joint operation of POLARSTERN and HEALY poses a special challenge on the nautical proficiency of the crew of both research icebreakers.

The examination of the composition of the oceanic crust is supplemented by marine-geophysical and seismological experiments, in order to collect further data to the tectonic structure of the area of investigation. Surveys of the detailed bathymetry must be considered as an integrated component of this program. Also the suspected formation of hydrothermal mineral accumulations, which are indicators for the appearance of hydrothermal systems, stands in close connection to the volcanic processes at Gakkel Ridge.

While the main focus of the scientific programs during this expedition is based on the geological properties of the oceanic crust, additional programs for physical sea-ice qualities, for bacterial communities, biological studies as well as sediment probes for paleo-environmental examinations will play only a relatively subordinate role. However they should be executed because both research icebreakers will perform a long and carefully planned advance into the central eastern Arctic Ocean in the summer of 2001 and each of these expeditions provide unique possibilities for sample material for the described problems.

In Figure 1 (page 27), the bathymetry of the Arctic Ocean is illustrated and clearly shows its structure of deep sea basins and ridge systems. Figure 2 (page 28) shows the planned expedition route, which will take the vessels from Tromsø eastwards of

Spitsbergen into the central part of the eastern Arctic basin at the end of July 2001 with a main focus of investigations along Gakkel Ridge. Individual excursions shall address the border structure of the deep sea basins to the continental-edge in front of Barents Sea and Lomonosov Ridge. The expedition will be completed at the beginning of October and lead POLARSTERN back to Bremerhaven.

2. PETROLOGY OF THE GAKKEL RIDGE (UNIVERSITY OF BREMEN, MPI MAINZ)

OBJECTIVES

The largest and most active volcanic region on Earth lies hidden beneath the surface of the oceans. It consists of the Earth-encircling "mid-ocean ridge" system. Each year this system produces 20 cubic kilometers of new oceanic crust via magmatic eruption and intrusion. The production of these magmas deep in the Earth, their transport to and cooling on the seafloor is the major process by which the Earth's interior loses heat at the present day. The details of these transport mechanisms are however poorly understood.

The theory of magma production beneath the mid-ocean ridges describes it as a passive response of the upper mantle to the separation of the oceanic plates. As the plates separate a region of lower pressure is produced between them into which mantle is squeezed from below. As the temperature in the Earth increases with increasing depth, this mantle is hotter than its surroundings and begins to melt due to pressure release. The magmas produced rise to the seafloor and form new oceanic crust. The Earth's mantle should normally be covered by this blanket of magmatic rocks and so mantle rocks should generally be difficult to find on the ocean floor.

We aim to test this theory during the cruise ARK XVII/2 to the Gakkel Ridge. The Gakkel Ridge is interesting in this respect because, with a spreading rate of ca. 1 cm/yr it is the slowest spreading ridge on Earth. If the theory is correct, the mantle beneath the Gakkel Ridge may upwell so slowly that it has time to cool whilst rising, thus producing little if any magmatic oceanic crust. If this is the case then it may be possible to find mantle rocks on the seafloor here which have undergone little if any melting. Such rocks are extremely rare at the Earth's surface, their localisation and recovery are a major aim of the sampling effort.

Even if the seafloor on the Gakkel Ridge is composed of basalts rather than mantle rocks, we still expect to make exciting discoveries. The volcanoes on the mid-ocean ridges are normally underlain by magma chambers, reservoirs filled with melt and crystals in which melts from the mantle are collected and mixed with one another before eruption. The composition of the melt in the magma chamber at any one time is the result of a complex interplay between the rate of magma input from the mantle and the rate of crystallisation of the magma onto the chamber walls. Convection in the magma chamber means that it functions like a huge mixing pot - although a wide range of magma compositions are injected into it from the mantle, the composition of the erupted magma is relatively constant.

In the case of Gakkel Ridge, the theory predicts that the rate of magma injection into the chamber should be very low - possibly so low that the magma chambers are merely ephemeral. In this case it is possible that the various magmas produced in the mantle will not be mixed before erupting at the surface but will instead be erupted in a nearly pristine condition. Sampling of these so-called primary melts could give us unique views into the melting processes occurring deep in the mantle.

Work at Sea

Sampling of the Gakkel Ridge should therefore provide a view deep into the Earth's interior, irrespective of whether the seafloor is composed of basalts or mantle rocks. An extensive sampling program involving both POLARSTERN and HEALY is planned to collect the necessary samples. We will be using not only the tried and tested method of dredging, but will also be deploying sampling methods such as TV-Grab (POLARSTERN) and rock coring (POLARSTERN and HEALY) which have up to present never been attempted in sea-ice conditions.

We will carry out initial petrographic and geochemical studies of the samples on board with the aim of guiding the sampling program almost in real time to make sure all interesting targets are sampled thoroughly. As each ship has different petrographic and analytical capacities, we intend to perform extensive sample exchange between the ships whilst at sea.

3. HYDROTHERMAL MINERAL FORMATION IN SEDIMENTS OF THE GAKKEL RIDGE (UNIVERSITY OF BREMEN)

Objectives

The objective of our sedimentological work is to record the hydrothermal mineralisation processes at the ultra slow-spreading Gakkel Ridge in order to characterize the alteration effects in the sediments by mass balance calculations. These results will be used to reconstruct the geothermal evolution of the hydrothermal systems along the Gakkel Ridge. Based on age datings we will evaluate the long term range of the thermal evolution (and the history of the volcanic activity) at the Gakkel Ridge. The chemical and isotopic composition of the hydrothermal minerals are capable of reflecting small changes in the physico-chemical formation conditions. Therefore, authigenic clay minerals could indicate different alteration stages in the sediments of the Gakkel Ridge. Changes in the degree of alteration provide a record of past and present hydrothermal activity along the Gakkel Ridge.

Work on Sea

1. To use sediment cores taken from the rift area of the Gakkel Ridge to characterize the hydrothermal mineralization using mineralogical and geochemical studies. The record of diagenetically modified minerals will show the influence and differences of low to high temperature alteration processes in the sediments.

2. To examine the clay mineral succession of hydrothermal sediments to document the different alteration stages.
3. To determine the chemical composition of unaltered and altered sediments in order to characterize the chemical conditions of the fluid-rock interactions during the alteration processes.
4. To determine the mineral formation temperatures through the determination of the oxygen isotope composition of authigenic clay minerals and their possible co-genetic mineral phases. Furthermore, changes in fluid compositions will be recorded based on the oxygen isotope composition of silicates, which in turn will provide information about the diagenetic and geothermal evolution of the sediments.

The core data will provide the first detailed information about the Arctic hydrothermal mineralization and its genesis for the first time. Coring at the Gakkel Ridge will greatly improve our understanding of the evolution of hydrothermal systems at ultra-slow spreading ridges.

4. MARIN-GEOPHYSICAL AND SEISMOLOGICAL INVESTIGATIONS ALONG THE RIFT VALLEY OF THE GAKKEL RIDGE AND THE ADJACENT DEEP SEA BASINS. (AWI, UNIVERSITY OF MÜNSTER, UNIVERSITY OF BREMEN)

Objectives

To achieve a consistent geophysical/petrological model for the ultra-slow spreading Gakkel ridge sufficient information on the crustal thickness and the composition of the upper mantle beneath the rift valley and its flanks is required. While the crustal thickness will be determined by seismic refraction experiments, seismological data are necessary to probe the upper mantle.

Work on Sea

For this experiment a mobile network consisting out of 3-4 stations will be deployed on ice floes. The stations will be shifted every 2-4 days to a location close to the ship to ensure a safe recovery. In addition the stations will also monitor the microseismicity along the rift valley. Gravity measurements will be carried out with a fixed mounted gravity meter onboard of POLARSTERN during the entire cruise. These measurements will be supplemented through detailed magnetic measurements with a helicopter-mounted system along the rift valley. An integrated interpretation of all available geophysical and petrological data will be used to test whether there is a simple correlation between slow spreading and thin crust along axis and off-axis.

-Magnetotelluric experiments on ice floes

MT-experiments are planned along the ultra-slow Gakkel Ridge to investigate the conductivity of the earth's crust and the mantle below this mid-ocean ridge. In total, five recording stations with a spacing of approximately 10 km will be deployed on drifting ice floes. They will be recovered after 5-8 days. This number of stations is necessary for a better interpretation of 2D-effects, which are expected due to

differences in the conductivity distribution perpendicular to the ridge axis. The results will be compared with other conductivity data gathered on the seafloor along other mid-ocean ridges but also with geophysical and petrological results acquired along Gakkel Ridge.

-Heat flow measurements along the Gakkel Ridge and the adjacent basins
In addition to the seismic and bathymetric data gathered during the two-ship experiment heat flow measurements will be conducted along the rift valley of Gakkel Ridge, and also along an off-axis transect into the Amundsen basin. This will allow to detect any asymmetry in crustal temperature decrease. If possible the data should at least be acquired across a 20 Myr segment to monitor the temperature field of an ultra-slow spreading system. For retrieving the temperature information autonomous temperature loggers will be mounted on a gravity corer. In total are 24 stations at minimum planned for this cruise. The station distance will vary between 5-30 km.

The main objective is to gain a view on the thermal state of the Gakkel Ridge and combine these results with the other geophysical and petrological investigations.

5. BATHYMETRY (AWI)

Objectives

High resolution digital elevation models (DEMs) of the seafloor enable the spatial allocation of physical, chemical and biological processes in the transition zone of geosphere and hydrosphere. They are crucial for morphogenetical analyses trying to clarify geological formation and for the interpretation of geophysical surveys. To date the bathymetry of the Arctic Ocean is still poorly investigated.

Historical soundings from ice breakers, submarines and scientific drift stations suffer from bad data quality due to sonar problems in the ice as well as from bad navigation fixes in high latitudes and under ice.

The accuracy of the existing bathymetric data sets (GEBCO Sheet 5.17 at scale 1:6 million, Russian Bathymetric Chart of the Arctic at scale 1:5 million, International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean with 2.5 km pixel size) is not sufficient for detailed geoscientific investigations of the existing bathymetric structures in the arctic basin (e.g. Gakkel Ridge, Lomonosov Ridge, Alpha Ridge).

Within the US SCICEX program high resolution bathymetric surveys have been carried out from US Navy fast attack submarines at various locations of the arctic ocean since 1998. The hull mounted SCAMP system at first provides sidescan images of the ocean bottom. Depth information can be achieved by means of interferometric data processing. The SCICEX data gives interesting insights in recent process dynamics (e.g. Edwards, M.H. et al. 2001: Evidence of recent volcanic activity on the ultraslow-spreading Gakkel Ridge. *Nature* 409, pp.808-812) and emphasizes the pressing need for further high resolution bathymetric information of this remote area.

Work at Sea

During POLARSTERN leg ARK XVII/2 the progression of the Gakkel Ridge will be mapped by the Hydrosweep-DS2 echosounder. The existing charts of the ridge differ significantly from each other and do not have the required order of detail to solve the scientific questions mentioned above. Among the depth measurements sidescan images will be acquired (2048 values per beam). The sidescan allows the allocation of small scale structures not resolved by the multibeam. Moreover backscatter intensity information will be logged for every footprint (59 per cross section). The backscatter data can be used for qualitative analysis of the physical properties of the sediments ensonified. The exact location and size of systematic fansweep surveys during ARK XVII/2 will be determined under consideration of ice situation, scientific program and actual morphology. The almost unmapped parts of the Gakkel Ridge between 70° E and 90° E are particularly interesting.

The depth information gained from SCICEX data has an error potential of about 10% of the actual water depth due to the oblique (interferometric) depth estimation. Horizontal errors can reach the range of kilometers due to missing navigation fixes under ice. For SCICEX data calibration and validation it is planned to rerun some SCICEX profiles during ARK XVII/2.

In addition to the systematic surveys Hydrosweep will be operated during the whole cruise to enhance the existing bathymetric data set of the Arctic Ocean.

Fansweep data from ice covered regions need a sophisticated post-processing in order to account for the hydroacoustic perturbations caused by the ice-breaking, the varying ship speed and the often changing ship track. A preliminary data processing and analysis will be carried out onboard POLARSTERN to support other scientific programs and the actual cruise planning. The final data processing, DEM generation and interpretation takes place at the AWI immediately after the cruise.

6. INVESTIGATION OF PHYSICAL SEA-ICE PROPERTIES (AWI)

Objectives

Thickness, structure and properties of the Arctic sea-ice cover constitute an important variable in the global climate system. As of yet, field data on the spatial distribution of these parameters are sparse in the central Arctic Ocean. This applies in particular to the evolution of ice thickness and properties along and across the Transpolar Drift which transports ice from the shelves across the basin into the Greenland Sea. Recent observations using submarine sonar measurements, however, indicate a dramatic thinning of Arctic sea ice. The results of this expedition and comparison with data from POLARSTERN cruises in 1991, 1996, and 1998 in the same region, will help to better judge and understand those observations.

The goal of the expedition is to obtain high-resolution ice thickness data along a series of transects (each one to tens of kilometers in length) across the Transpolar Drift between Svalbard and the North Pole. Measurements will be carried out with electromagnetic induction (EMI) devices. Of particular importance is the evaluation

and operation of a newly developed helicopterborne (HEM) sensor, allowing for the first time extended thickness surveys capable of describing all portions of the thickness distribution for large regions. The data set will be complemented by laser altimetry and nadir photography in order to characterize ice surface morphology and features such as size, shape and distribution of melt puddles.

Furthermore it is planned to obtain NOAA AVHRR satellite data onboard POLARSTERN, to be complemented by microwave satellite data at a later stage (ENVISAT, Radarsat).

In addition, the data set will also comprise studies of sea-ice microstructure and physical properties, as well as surface albedo.

Work on Sea

The sea-ice property program comprises the following activities:

- Thickness profiling and surface levelling along transects of some km length during ice stations every one to two days. Ice coring and analysis is part of this activity, as well as albedo measurements.
- Evaluation of HEM sensor by means of collocated ground-based and airborne profiles.
- HEM flights, laser altimetry and nadir photographs along transects of 50 to 60 nm length, every one or two days.
- Acquisition of NOAA AVHRR satellite data.
- Deployment of drifting buoys and utilization ice drift data.
- Hourly documentation of ice conditions from the ships bridge.

The main goal of the expedition would be to obtain one or more transects across the Transpolar Drift starting within the first-year ice regime of the Eurasian shelves and extending well into the multi-year ice of the inner Arctic.

7. BIOLOGICAL STUDIES OF SYMPAGIC COMMUNITIES (UNIVERSITY OF KIEL)

Objectives

The sea ice covers 7 (summer) to 14 (winter) Mio km² of the Arctic Ocean. A large amount of Arctic sea ice is formed on the Siberian Shelf and is transported with the Transpolar Drift to the Fram Strait area, where the ice is exported out of the Arctic Ocean. Our planned work will include physical, chemical and biological measurements conducted on material from the same sampling locations taken at several stations (2-4 h). Our investigations will characterize the physical properties within and directly below the ice floes in respect to salinity, temperature and light. Biological investigations will include measurements of organism biomass and abundance in different size classes. We will look for special adaptations of species to their extreme environment. In addition, growth and feeding rate experiments are planned to identify trophic interactions within the sea ice food web.

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

The boundary layer between sea ice and the water column is a unique habitat with special abiotic (e.g. temperature, salinity) and biotic (e.g. food resources) factors, which also vary with season. This habitat is colonized by autochthonous organisms, which live directly at the ice underside and complete their entire life-cycle here, and allochthonous sub-ice fauna, means organisms originating either from the ice interior or the pelagic realm, which are found in this boundary layer temporally, e.g. for feeding or during certain life stages.

Beside the standard measurements of diversity, abundance and biomass of the under-ice fauna, this expedition will be used for studies on the small-scale distribution in relation to several environmental factors.

8. PALEOENVIRONMENTAL STUDIES (GEOMAR, AWI)

The Arctic Ocean and its marginal seas are key areas for understanding the global climate system and its changes through time. The deep water exchange between the Arctic and Atlantic oceans, for example, is a major driver of the world ocean thermohaline circulation controlling heat transfer and climate. The permanent Arctic sea ice cover with its strong seasonal variations in the marginal seas has strong influence on earth's albedo, the marine ecosystem, and the water circulation, which are also major mechanisms affecting the global climate. Despite the importance of the Arctic Ocean for the global climate system, its exploration remained relatively poor, if compared to the other oceans.

The sediments on the Arctic Ocean sea floor are an excellent archive of past environmental changes in the Arctic region. In addition to the variability in the marine environment, changes of ice sheets on the circum-arctic continents and the variability of freshwater runoff (meltwater and river discharge) are reflected by the input of coarse lithogenic ice-rafted debris (IRD) and oxygen isotopically light water. Especially from morphologic highs, such as the Gakkel and Lomonosov ridges, undisturbed sedimentary deposits can be recovered, which allow a detailed reconstruction.

The overall goals of the paleoenvironmental research program are:

- i) to obtain and sample long, undisturbed high-quality sediment cores from the eastern Arctic Ocean,
- ii) high-resolution studies of changes in paleoclimate, oceanic circulation, productivity, and sea ice distribution in the eastern and central Arctic Ocean during the Late Pleistocene (last 500,000 years), and
- iii) reconstructions of the variability of continental ice sheets in northern Eurasia and their influence on oceanic circulation through input of meltwater.

Research objectives and methods:

- Stratigraphical investigations

The establishment of a stratigraphical framework will be the basis for all paleoenvironmental investigations. The work will include ^{14}C AMS dating, oxygen and carbon isotope measurements, natural radionuclides, amino acids, microfossils, paleomagnetic investigations, and correlation to existing records. If available, multi-sensor core logging will be applied to the sediment cores to allow inter-core correlation and determination of various physical property parameters (magnetic susceptibility, gamma-ray absorption, p-wave velocity, etc.).

- Investigations on sediment composition

The history of Arctic Ocean water masses and the ice cover, sources and variability of fluxes of sediments, and their relationship to global climate variability and to environmental changes on the continents are the main topics to be studied through our investigations. A variety of methods will be applied on the obtained sediment cores. Sedimentological analyses will concentrate on grain sizes, the composition of the coarse fraction (biogenic vs. lithogenic components), the lithological composition of IRD, and clay mineralogy. Geochemical methods will be used to determine the stable oxygen and carbon isotope composition of biogenic sediment components and Sr and Nd isotopes in the lithogenic fraction. Micropaleontological investigations comprise the determination of planktic and benthic foraminifer associations and the occurrence of coccoliths. The amount, composition, and maturity of the organic carbon fraction (marine and terrestrial) will be determined using elemental (C-H-N) analyses, Rock Eval pyrolysis, carbon stable isotopes of organic matter, kerogen/coal petrography, gas chromatography (GC) and gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS).

ANNEX

BETEILIGTE INSTITUTIONEN/PARTICIPATING INSTITUTIONS

		Participants	
		ARK XVII/1	ARK XVII/2
Deutscher Wetterdienst Geschäftsfeld Seeschifffahrt Jenfelder Allee 70 A D-22043 Hamburg	DWD	2	2
Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen Klagenfurter Straße D-28334 Bremen	Uni Bremen		4
Firma OKTOPUS Wischhofstr. 1-3 D-24148 Kiel	OKTOPUS	1	1
Free University of Brussels Pleinlaan 2 B-1050 Brussels Belgium	VUB	3	
Geologisch- Paläontologisches Institut der Christian-Albrechts- Universität Kiel Ludewig-Meyn-Straße 10 D-24098 Kiel	Uni Kiel		2
GEOMAR Forschungszentrum für marine Geowissenschaften Wischhofstr. 1-3 D-24148 Kiel	GEOMAR		1
Helicopter-Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 D-22393 Hamburg	HSW		4
Institut für Geophysik der Westfälischen Wilhelms-Universität Corrensstr. 24 D-48149 Münster	Uni Münster		2

ARK XVII/1

ARK XVII/2

Institut für Polarökologie Wischhofstr. 1-3 D-24148 Kiel	IPÖ		2
iSiTEC GmbH Stresemannstrasse 46 D-27570 Bremerhaven	ISITEC		1
Istituto Nazionale di Geofiscia e Vulcanologia Via di Vigna Murata, 605 00143 Roma Italy	INGV		1
Max-Planck-Institut für Chemie Joh.-J.-Becher-Weg 27 Universitätscampus D-55128 Mainz	MPI Mainz		10
Murmansk Marine Biological Institute 183010 Murmansk Russia	MMBI	1	
P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS Makhimovsky Prosp., 36 Moscow 117851 Russia	Shirshov		1
Stiftung Alfred-Wegener- Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße D-27568 Bremerhaven	AWI	27	16
VNII Okeangeologia 1, Angliiskiy Ave. 190121 St. Petersburg Russia	VNIIO		2

**FAHRTTEILNEHMER/INNEN / PARTICIPANTS ARK XVII/1
Bremerhaven – Tromsø**

Ahke, Astrid	AWI
Brückner, Sarah	AWI
Budéus, Gereon	AWI
Buldt, Klaus	DWD
Dickmann, Miriam	AWI
Fahrbach, Eberhard	AWI
Haase, Susann	AWI
Hasemann, Christiane	AWI
Haupt, Olaf	AWI
Hohmann, Constanze	AWI
Juterzenka, Karen v.	AWI
Kierdorf, Christoph	AWI
Larionov, Viktor	MMBI
Lueer, Vanessa	AWI
Matthiessen, Jens	AWI
Meyer-Holste, Ina	AWI
Möller, Hans-Joachim	DWD
Mol, Barbara van	VUB
Müller, Sebastian	AWI
Pflüger, Borge	AWI
Plugge, Rainer	AWI
Premke, Katrin	AWI
Quéric, Nadia-Valérie	AWI
Renneberg, Tom	AWI
Rießbeck, Gerhard	Künstler
Ronski, Stephanie	AWI
Saveyn, Bert	VUB
Schewe, Ingo	AWI
Schott, Thorsten	OKTOPUS
Schütt, Ekkehard	AWI
Tahon, Jacques	VUB
Vernaleken, Jutta	AWI
Wegner, Jan	AWI
Wengert, Melanie	AWI
Zitzmann, Sybille	AWI

FAHRTTEILNEHMER/INNEN / PARTICIPANTS ARK XVII/2
Tromsø – Bremerhaven

Amini, Marghaleray	MPI Mainz
Augustin, Nico	Uni Kiel
Bareiss, Jörg	AWI
Bock, Michaela	MPI Mainz
Büchl, Anette	MPI Mainz
Büchner, Jürgen	HSW
Erdmann, Hilger	DWD
Feld, Andrew	MPI Mainz
Feldmann, Heinrich	MPI Mainz
Feldt, Oliver	HSW
Franke, Phillip	Uni Bremen
Gauger, Steffen	AWI
Gao, Jongjun	MPI Mainz
Haas, Christian	AWI
Handt, Anette von der	MPI Mainz
Hartmann, Thomas	AWI
Jokat, Wilfried	AWI
Kapinos, Gerhard	Uni Münster
Ksienzyk, Anna	Uni Bremen
Kubas, Guido	AWI
Kulescha, Friedhelm	OKTOPUS
Lahrmann, Birger	Uni Münster
Lensch, Norbert	AWI
Lieser, Jan Leonhard	AWI
Mackowiak, Bernhard	Journalist
Michel, Jürgen	MPI Mainz
Micksch, Uli	AWI
Mühe, Richard	Uni Kiel
Pies, Carmen	MPI Mainz
Ritzmann, Oliver	AWI
Scheltz, Annette	IPÖ
Schmidt-Aursch, Mechita	AWI
Schmitz, Thomas	AWI
Schramm, Burkhard	Uni Bremen
Schünemann, Henrike	IPÖ
Schuster, Sandra	AWI
Seidler, Kai	HSW
Shevchenko, Vladimir	Shirshov
Snow, Jonathan	MPI Mainz
Sonnabend, Hartmut	DWD
Spielhagen, Robert	GEOMAR
Thiede, Jörn	AWI
Strauß, Holger	Uni Bremen
Wüstefeld, Andreas	AWI
Zepick, Burkhard	HSW
NN	AWI
NN	ISITEC
NN	INGV
NN, NN	VNII Okeangeologia

SCHIFFSPERSONAL / SHIP'S CREW

	ARK XVII/1	ARK XVII/2
Master	Dr. Boche, Martin	Keil, Jürgen
1. Offc.	Grundmann, Uwe	Schwarze, Stefan
1. Offc.	Rodewald, Martin	
Ch. Eng.	Schulz, Volker	Pluder, Andreas
2. Offc.	Spielke, Steffen	Thieme, Wolfgang
2. Offc.	Peine, Lutz	Fallei, Holger
2. Offc.		Spielke, Steffen
3. Offc.		Hartung
Doctor	NN	NN
R.Offc.	Hecht, Andreas	Koch, Georg
1. Eng.	Delff, Wolfgang	Erreth, Mon Gyula
2. Eng.	Folta, Henryk	Ziemann, Olaf
2. Eng.	Simon, Wolfgang	
3. Eng.		Richter, Frank
Electron	Piskorzynski, Andreas	Bredfeld, Holger
Electron	Fröb, Martin	Muhle, Helmut
Electron	Baier, Ulrich	Greitemann-Hackl, A.
Electron	Dimmler, Werner	Roschinsky, Jörg
Elektr.	Holtz, Hartmut	Muhle, Heiko
Boatsw.	Loidl, Reiner	Clasen, Burkhard
Carpenter	Neisner, Winfried	Reise, Lutz
A. B.	Bäcker, Andreas	Gil Iglesias, Luis
A. B.	Hagemannm, Manfred	Pousada Martinez, S.
A. B.	Schmidt, Uwe	Kreis, Reinhard
A. B.	Winkler, Michael	Schultz, Ottomar
A. B.	Moser, Siegfried	Burzan, G.-Ekkehard
A. B.	Hartwig, Andreas	Schröder, Norbert
A. B.	Bastigkeit, Kai	NN
Storekeeper	Beth, Detlef	Preußner, Jörg
Mot-man	Arias Iglesias, Enr.	Ipsen, Michael
Mot-man	Fritz, Günter	Voy, Bernd
Mot-man	Krösche, Eckhard	Elsner, Klaus
Mot-man	Dinse, Horst	Hartmann, Ernst-Uwe
Mot-man		Grafe, Jens
Cook	Fischer, Matthias	Haubold, Wolfgang
Cooksmate	Tupy, Mario	Völske, Thomas
Cooksmate	Martens, Michael	Silinski, Frank
1. Stwdess	Dinse, Petra	Jürgens, Monika
Stwdess/KS	Brendel, Christina	Wöckener, Martina
2. Stwdess	Streit, Christina	Czyborra, Bärbel
2. Stwdess	Schmidt, Maria	Silinski, Carmen
2. Stwdess	Deuß, Stefanie	NN
2. Steward	Tu, Jian Min	Huang, Wu-Mei
2. Steward	Wu, Chi Lung	Möller, Wolfgang
Laundrym.	Yu, Chung Leung	Yu, Kwok Yuen
Apprentice	Wanke, Steffen	Wanke, Steffen
Apprentice	Kruse, Lars	Kruse, Lars



