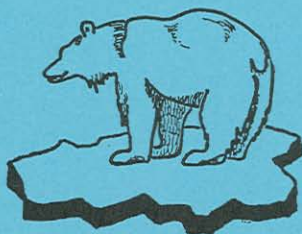




FS „POLARSTERN“
Expeditionsprogramm Nr. 10



ARKTIS IV
1 - 3
1987

**gemeinsam mit dem
Forschungsflugzeug POLAR 2**

12. MAI 1987



Z 432

10
1987

Expeditionsprogramm Nr. 10

FS POLARSTERN

ARKTIS IV (1 - 3)

gemeinsam mit dem Forschungsflugzeug POLAR 2

Fahrtleiter

Ark IV/1: G. Krause

Ark IV/2: J. Meincke

Ark IV/3: J. Thiede

Koordinator: E. Augstein

Alfred-Wegener-Institut für Polar-
und Meeresforschung

Bremerhaven

Mai 1987

Deutscher Text

Seite 1 bis 36

English Text

Page 37 to 54

1. EINFÜHRUNG

Die vierte Reise des FS "Polarstern" in die Arktis (ARK IV) besteht aus drei Fahrtabschnitten. Die ersten beiden haben biologische und ozeanographische Untersuchungen in der Grönlandsee als Schwerpunkte, während der dritte sich auf geowissenschaftliche und ozeanographische Arbeiten im Nordpolarmeer nördlich von Spitzbergen konzentriert.

"Polarstern" wird am 14. Mai 1987 von Bremerhaven auslaufen und koordiniert mit einem Forschungsflugzeug des AWI, der "Polar 2" am Eisrand und in eisfreien Bereichen vor der grönländischen Ostküste die biologischen Prozesse in der oberen Wassersäule erforschen. Die "Polar 2" wird vom Flughafen Longyearbyen aus operieren. Diesen Ort wird auch "Polarstern" am 8. Juni 1987 zum Personalwechsel aufsuchen.

Das Schiff läuft noch in der Nacht zum 9. Juni zum zweiten Fahrtabschnitt in die Grönlandsee aus, um in der Fram-Straße und in der westlichen Grönlandsee vor allem ozeanographische Messungen durchzuführen, Verankerungen aufzunehmen und auszulegen und biologische Daten zu sammeln. Nach Beendigung des Meßprogramms wird "Polarstern" am 2. Juli 1987 den Hafen von Tromsø anlaufen.

Nach zwei Tagen Hafenaufenthalt beginnt am 4. Juli 1987 der dritte und längste Abschnitt der Reise. Dabei soll versucht werden, möglichst weit nach Norden in das Nansenbecken vorzudringen, um auf einer langen Traverse geowissenschaftliche, ozeanographische und biologische Studien durchzuführen. Da infolge der von Jahr zu Jahr variierenden Eisverhältnisse unsicher ist, ob das Schiff sein Ziel erreichen kann, wurden für diesen Abschnitt Alternativprogramme in besser zugänglichen Seegebieten vorbereitet. Die gesamte Expedition endet mit dem Einlaufen des FS "Polarstern" am 3. September 1987 in Bremerhaven.

An allen Fahrtabschnitten beteiligen sich neben Mitarbeitern des AWI Wissenschaftler und Techniker anderer deutscher und ausländischer Institutionen an den Arbeiten auf See. Mehrere der deutschen Programme werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Bundesminister für Forschung und Technologie gefördert.

Die Forschungsziele und die zu ihrem Erreichen vorgesehenen Meßprojekte der einzelnen Fahrtabschnitte werden im folgenden näher erläutert. Die Abschnitte 5, 6 und 7 dieses Heftes geben den Zeitplan, die beteiligten Institute bzw. die Fahrtteilnehmer an.

2. FAHRTABSCHNITT ARK IV/1

2.1 Wissenschaftlicher Hintergrund

Die biologischen Untersuchungen in der Grönlandsee während der MIZEX-Expeditionen 1983 und 1984 lassen einen Zusammenhang zwischen der biologischen Produktion und physikalisch-ozeanographischen Prozessen erkennen. Danach sind 4 unterschiedliche biologisch-physikalische Regime zu unterscheiden, und zwar

- die Packeiszone, wo ganzjährige Lichtlimitierung nur geringe Produktionen ermöglicht;
- die Polynya auf dem Ostgrönlandschelf, wo die solare Einstrahlung eine intensive Phytoplanktonentwicklung ermöglicht;
- die Frontenregionen (Ostgrönland-Polarfront, Arktisfront), wo Schmelzen und Gefrieren sowie ozeanische Wirbel ein hohes Nährstoffangebot aufrecht erhalten und so hohe Biomasse- und Produktionswerte ermöglichen;
- der Grönlandsee-Wirbel als annähernd geschlossenes System mit jahreszeitlich veränderlicher Dichteschichtung.

In einem Teilprogramm des vom Arctic Ocean Science Board (AOSB) koordinierten internationalen Grönland-See-Projektes soll die Beziehung zwischen physikalischen und biologischen Prozessen in den genannten Gebieten im Laufe der nächsten Jahre ausführlich untersucht werden. Wegen der Kleinskaligkeit einiger Vorgänge müssen die Messungen exemplarisch in engmaschigen Stationsnetzen durchgeführt werden. Dabei hofft man, die Ergebnisse auf größere Bereiche extrapolieren zu können, indem Fernerkundungsmethoden (Temperatur- und Ocean-Colour-Sensoren auf Flugzeugen und Satelliten) die Erreichung dieses Ziels unterstützen.

Während des ersten Abschnittes dieser Reise sollen die beiden Frontensysteme der Grönlandsee auf 76° N eingehend bearbeitet und verglichen werden (Fig. 1). Sie erstrecken sich über mehrere hundert Kilometer, sind das ganze Jahr über vorhanden und von zentraler Bedeutung für die biologische Produktion der Grönlandsee. Die erhöhte Produktivität im Frontenbereich beruht wahrscheinlich auf einer starken Zufuhr von Nährstoffen aus dem tiefen Ozean in die euphotische Zone. Mögliche Mechanismen für Vertikaltransporte sind windinduzierter Auftrieb, Strömungsdivergenzen und Wirbel am Eisrand.

Ein enges Stationsnetz (Fig. 2) soll diese kurzfristigen, mesoskaligen Prozesse zu erfassen helfen (vgl. Stationsschema). Die räumliche Aufnahme der physikalischen, chemischen und planktologischen Größen in den Frontensystemen soll durch experimentelle Untersuchungen der Dynamik der biologischen Prozesse an Bord ergänzt werden. Dabei sollen die wichtigsten Schritte des Stoffwechsels und Energietransfers im Pelagial, insbesondere die Nährsalzaufnahme und Primärproduktion des Phytoplanktons sowie die Nahrungsaufnahme, das Wachstum und die Nährsalzregeneration des Bakterio-, Proto- und Metazooplanktons quantitativ erfaßt werden.

2.2 Die Teilprogramme

2.2.1 Physikalische Ozeanographie (AWI)

Die ozeanographischen Messungen der Schichtung und der Strömung bilden den Rahmen der biologischen Arbeiten. Für das Auffinden der Fronten werden passende Sensoren für Temperatur, Salzgehalt und Lichtextinktion vom bewegten Schiff eingesetzt. Ferner werden einige XBT-Schnitte gefahren, um die Lage der Fronten und Wirbel zu erkunden. Die vertikale Temperatur- und Salzgehaltsschichtung wird dann durch CTD-Messungen auf allen Stationen mit großer Genauigkeit aufgenommen.

Bei der Erfassung der Zirkulation im Frontenbereich interessiert neben der frontenparallelen Strömung und dem Stromprofil in Oberflächennähe besonders die senkrecht zur Front gerichtete Komponente, die die Konvergenz der Wassermassen bewirkt. Diese Strömungskomponente erscheint in Modellrechnungen als besonderes Charakteristikum der hier zu beobachtenden Fronten. Mit einer Reihe von Omega- und Argos-Driftern sollen Versuche unternommen werden, diese Größe zu bestimmen. Vertikale Stromprofilmessungen werden mit einem Doppler-Sonar von Bord aus durchgeführt.

2.2.2 Anorganische Nährsalze (AWI, IBLC)

Das Wachstum des Phytoplanktons hängt wesentlich vom Nährsalzangebot ab. In den oberen Wasserschichten kommt es bei stabiler Wasserschichtung und ausgeprägtem Phytoplanktonwachstum unter Umständen zur Auszehrung einiger Nährstoffe. Einige, wie das Ammonium können durch Remineralisierung z. B. durch das Zooplankton wieder freigesetzt werden, so daß derartige Umsätze verfolgt werden müssen.

Nährsalze können auch als Spurenstoffe zur Identifikation und zur Verfolgung von Wassermassen genutzt werden. Besonders Silikat, Phosphat und Nitrat haben sich als geeignet erwiesen, da sie sich in der Tiefsee quasi-konservativ verhalten. Die Nährsalzdaten tragen außerdem zur Abschätzung des chemischen Stoffhaushaltes im Atlantischen und Arktischen Ozean bei.

Die Nährstoffe Nitrat, Phosphat, Silikat und Ammonium werden aus Wasserproben verschiedener Tiefen parallel zu den physikalischen und biologischen Messungen mit einem Auto-Analyzer bestimmt.

2.2.3 Partikuläre organische Substanz und Phytoplankton (AWI)

Die partikuläre organische Substanz des Wassers, die überwiegend an Phytoplankton gebunden ist, bildet die Nahrungsgrundlage der Herbivoren im Pelagial. Die Partikelverteilung ist eng an die ozeanographische Struktur gebunden. Deshalb ist eine Aufnahme ihrer Verteilung mit vergleichbarer räumlicher Auflösung ähnlich der von hydrographischen Parametern anzustreben. Kontinuierliche Vertikalprofile des Phytoplanktons werden aus Messungen der Chlorophyllfluoreszenz abgeleitet. Gleichzeitige Trübungsmessungen gestatten eine Zuordnung der Partikel zum Phytoplankton oder

Detritus. Während des gesamten Fahrtverlaufes werden Chlorophyll-fluoreszenz und Partikelgröße am Seewassereinlaß registriert. Zur Eichung der Fluoreszenzsonde und zur Bestimmung der Qualität partikulärer organischer Substanzen als Nahrungsangebot für das herbivore Zooplankton werden Wasserschöpferproben aus verschiedenen Tiefen auf Chlorophyll-a, CHN, Proteine, Kohlenhydrate und Lipide untersucht. Die chromatographische Auftrennung der Chlorophylle und ihrer Derivate sowie der Karotine durch HPLC erlaubt eine schnelle Quantifizierung der vorhandenen Algengruppen. Diese Methode ist besonders zur Ergänzung der Utermöhlproben geeignet, da in letzteren Flagellaten häufig schwer erkennbar sind und ihre taxonomische Zuordnung Schwierigkeiten bereitet.

2.2.4 Primärproduktion und experimentelle Arbeiten mit Phytoplankton (RWTH)

Folgende Arbeiten sind vorgesehen:

- Analyse der verschiedenen Phytoplanktonpopulationen (quantitativ und qualitativ) im Bereich der Polarfront, der Arktischen Front, der Ostgrönlandpolynya und des Arktischen Beckens unter besonderer Berücksichtigung des lebenden Phytoplanktons kleiner als 20 µm. Die Ergebnisse der Utermöhlzählungen sollen sowohl zu den über die Pigmentanalyse durchgeführten Phytoplankton-Biomassebestimmungen, als auch zu den optischen Messungen (Ocean Colour Monitoring) in Beziehung gesetzt werden.
- Ermittlung der Primärproduktion an Proben aus folgenden Lichttiefen: 100 %, 50 %, 30 %, 16 %, 8 %, 0.1 %; dabei Bestimmung der anteiligen Photosyntheserate der Phytoplanktonfraktionen kleiner als 3 µm und 20 µm und größer als 20 µm.
- Messung der ¹⁴C-Einbauraten in die photosynthetischen Endprodukte Lipide, Kohlenhydrate und Proteine an verschiedenen Phytoplanktonpopulationen vor Ort und in Kulturexperimenten an einzelnen, systemrelevanten Arten.
- Analyse der Lipid-, Kohlenhydrat- und Proteingehalte der natürlichen Phytoplanktongemeinschaften im Hinblick auf die Bedeutung entsprechender Qualitätsunterschiede für die Herbivoren.
- Regelmäßige Bestimmung des POC (particulate organic carbon) und des PON (particulate organic nitrogen) im Untersuchungsgebiet.
- Untersuchung des Fressverhaltens ausgewählter Primärkonsumenten anhand von "Grazing Experimenten" an Algenreinkulturen mit besonderem Augenmerk auf quantitativ bedeutsame Phytoplankter wie Phaeocystis pouchetii und verschiedene Chaetoceros- und Thalassiosira- Arten.
- Ermittlung weiterer autökologischer Daten zum Wachstum, zur Produktion und zur chemischen Zusammensetzung quantitativ bedeutsamer Phytoplanktonarten mit Hilfe von Kulturexperimenten. Ferner sind Versuche zur Überlebensstrategie des Planktons im arktischen Winter vorgesehen.

2.2.5 Photosynthetische Lichtadaption (GPE)

Der Einfluß geringer Lichtmengen unter dem Eis auf die Primärproduktion soll untersucht werden. Dazu wird das Verhältnis von Photosynthese und Strahlung an Populationen unter dem Eis, in der Eisrandzone und im offenen Wasser bestimmt. Es werden Proben aus einer bestimmten Tiefe auf 32 Gefäße verteilt und mit ^{14}C bei verschiedener Beleuchtung in einem Lichtgradientenblock inkubiert. Die Ergebnisse werden an eine Hyperbelfunktion angepaßt, um die maximale Produktion und die Lichthemmung zu berechnen. Die gleiche Methode wurde bereits während des Winter-MIZEX im März/April 1987 in der Framstraße eingesetzt, so daß der Datensatz einen Vergleich dieser Parameter zu verschiedenen Jahreszeiten ermöglicht.

2.2.6 Stickstoffregeneration und Aufnahme (GPE)

Stickstoff spielt eine bedeutende Rolle bei der Kontrolle des Phytoplanktonwachstums in der Grönlandsee, besonders nach der Frühjahrsblüte. Deshalb steht die Aufnahme von Stickstoffverbindungen (Nitrat, Ammonium und Harnsäure) und ihre Regeneration durch Bakterien, Microflagellaten und Mikrozooplankton im Mittelpunkt der experimentellen Untersuchungen. In Situationen mit Stickstofflimitierung soll zusätzlich die Aufnahme von $^{14}\text{CO}_2$ im Protein als unabhängiges Maß bestimmt werden. Es zeigte sich, daß während Stickstofflimitierungen der Proteinpool im Phytoplankton konserviert wird und seine Konzentration eng mit Wachstum und Stickstoffassimilation gekoppelt ist. Die Aufnahme und Regeneration von Nitrat und Ammonium werden durch Zugabe von Spuren von ^{15}N gemessen. Das Isotop wird durch Photosynthese und Wachstum inkorporiert und anschließend quantitativ im Labor bestimmt. Die N-Regeneration im Zeitraum kürzer als 24 Stunden erfolgt auf Kosten von präformiertem, d.h. nicht markiertem N. Daher nimmt das anfängliche $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ Verhältnis ab. Dieser Verdünnungseffekt läßt sich zur Regenerationsrate in Beziehung setzen. Beide Versuche erfordern die Bestimmung von Nitrat- und Ammoniumkonzentrationen zu Beginn und am Ende des Experiments. Zusätzlich wird der partikuläre Stickstoff zur Berechnung der N-spezifischen Aufnahme- und Regenerationsrate bestimmt.

Die Produktion von Protein während der Photosynthese wird in Angleichung an eine Methode von L. Morris bestimmt. Dabei werden natürliche Populationen mit $^{14}\text{CO}_2$ bei Licht inkubiert und anschließend, wie für die Primärproduktionsmessung, filtriert. Ein Parallelfilter wird mit kalter 5-prozentiger Trichloressigsäure zur Entfernung löslicher Verbindungen wie Aminosäuren und Polysaccharide extrahiert, so daß Proteine und andere unlösliche Verbindungen übrig bleiben. Diese Versuche werden zusammen mit den Stickstoffaufnahmeexperimenten durchgeführt.

2.2.7 Herbivores Zooplankton in der Wassersäule (IFMK, AWI)

Der Gesamtbestand der Sekundärproduzenten und ihre Tiefenverteilung lassen Rückschlüsse auf den Energiefluß vom Phytoplankton zum Zooplankton zu. Bei der An- und Abfahrt zum jeweiligen

Stationsnetz sowie auf einigen zusätzlichen Stationen wird die Vertikalverteilung an Stufenholz mit dem Hydrobios Multinetz untersucht. Während der Frontenstudien werden die Biomasse und die Artenverteilung in der Wassersäule an einfachen Vertikalholz bestimmt.

2.2.8 Lebenszyklen und Produktion des herbivoren Zooplanktons (AWI)

Die dominanten Herbivoren im Untersuchungsgebiet sind die Copepoden Calanus finmarchicus, C. hyperboreus, C. glacialis und Metridia longa. Die drei Calanus-Arten haben einen ausgeprägten Lebenszyklus mit einem Ruhestadium von Sommer bis Frühjahr, in dem keine Nahrung aufgenommen wird, sowie einer relativ kurzen Wachstumsperiode im Frühjahr und Frühsommer. Metridia longa wurde bisher kaum untersucht. Lebenszyklus und Produktion der genannten Arten sollen mit verschiedenen Methoden bestimmt werden. Die Tiere werden dazu mit einem Bongonetz in den oberen 100 m gesammelt. Aus den Aktivitäten der Verdauungsenzyme Amylase und Trypsin läßt sich feststellen, ob die Copepoditstadien sich noch in der Überwinterungsphase und damit in einem Zustand reduzierter Aktivität befinden. Am Reifungszustand der weiblichen Gonaden kann ermittelt werden, ob eine Art sich in der Reproduktionsphase befindet. Die Eiproduktion der Weibchen von C. finmarchicus und C. glacialis ist eine direkte Funktion des Nahrungsangebotes, Gonadenreife vorausgesetzt. Da die Weibchen selbst nicht mehr wachsen, ist die Eiproduktion ein Maß für die Nettoproduktion und ein Indikator für die Nahrungsbedingungen in den unterschiedlichen Wassermassen. Zur Bestimmung der Eiproduktion werden Weibchen aus Bongonetzen aussortiert und über 24 Stunden bei in-situ-Temperaturen inkubiert.

2.9.9 Copepoden Grazing (AWI, SIO)

Die Beziehungen zwischen Nahrungsangebot und -aufnahme durch Herbivore werden qualitativ und quantitativ untersucht. Pigmentbestimmung des Mageninhaltes und der Exkrete erlaubt Aussagen über die aufgenommenen Algengruppen. Aus der Pigmentmenge im Darm läßt sich nach Bestimmung der Darmpassierzeit die Nahrungsaufnahmerate berechnen. Für die Darminhaltsbestimmungen werden Copepoden aus Bongonetzfängen über feiner Gaze filtriert und mit Trockeneis-Spray fixiert. Anschließend werden unter dem Mikroskop einzelne Stadien aussortiert und ihr Pigmentgehalt wird mit HPLC gemessen. Die Darmpassierzeit wird experimentell durch Messung des Darminhaltes in regelmäßigen Zeitabständen an Tieren bestimmt, die in filtriertem Seewasser gehalten werden. Indirekte Aussagen über die Grazing-Beziehungen in der Wassersäule lassen sich aus der Verteilung der Chlorophyllabbauprodukte und ihrer Zusammensetzung festlegen. Dabei geht man davon aus, daß Copepoden und Mikrozooplankton das Chlorophyll in verschiedene Abbauprodukte zerlegen. Diese Hypothese soll an Copepoden untersucht werden durch Bestimmung der Chlorophyllderivate in Ausscheidungsprodukten nach der Fütterung verschiedener laborgezogener Algengruppen.

2.2.10 Experimentelle Zooplanktonuntersuchungen (AWI, IFMK, SFSU)

In verschiedenen Experimenten sollen die Aussagekraft der verwendeten Methoden abgegrenzt und weitere Daten über die Physiologie und die Nahrungsbeziehungen erlangt werden. So werden in Versuchen zur Fortpflanzungsbiologie der Copepoden die Temperaturabhängigkeit und die Ansprechzeit der Eiproduktion auf Änderungen im Nahrungsangebot untersucht. Wir wollen klären, ob die Regulation der Eiproduktion durch Modulation der Eiablagefrequenz oder der Eizahl pro Ablage erfolgt. Dazu wird die Einzelinkubation von Weibchen bei verschiedenem Nahrungsangebot mittels täglicher Kontrolle der abgelegten Eier beobachtet.

Der Lipidstoffwechsel spielt besonders bei arktischen Herbivoren eine große Rolle, weil die Speicherstoffe für die lange Ruheperiode in Form von Lipiden angelegt werden. Aus der Lipidzusammensetzung lassen sich Aussagen über den physiologischen Zustand und die Ernährungsbedingungen in zwei verschiedenen Zeitskalen machen. Die Triaglycerol-Zusammensetzung spiegelt die jüngste Nahrungsaufnahme wieder, während Wachsester die Ernährungssituation über einen längeren Zeitraum integrieren. Diese Methodik soll in Versuchen mit Fütterung bestimmter Algenarten über einen längeren Zeitraum überprüft werden. Solche Messungen sind besonders bei Stadien und Arten wichtig, bei denen keine Eiproduktion gemessen werden kann. Während früherer Expeditionen wurden vor allem im Frontenbereich große Vorkommen der kolonienbildenden Prymnesiophyceae Phaeocystis pouchetti gefunden. Diese Art bildete zum Teil eng begrenzte tiefe Chlorophyllmaxima mit Konzentration von bis zu 20 mg Chla/M³. Über die Verwertung dieser Alge durch das herbivore Zooplankton gibt es bisher widersprüchliche Aussagen. Die Messung der Eiproduktion verschiedener Copepodenarten bei Fütterung mit Phaeocystis soll klären, wieweit diese Art für Copepoden verwertbar ist.

2.2.11 Fernerkundung der Ozeanoberfläche (AWI, SIO, SFSU)

Die räumliche und zeitliche Skala der Frontenprozesse erfordert idealerweise eine flächenartige synoptische Aufnahme der wichtigsten Größen. Vom Schiff aus ist das nur beschränkt möglich. Fernerkundungstechniken von Flugzeugen können hierbei jedoch wertvolle Hilfe leisten. Deshalb sind während der Frontenstudie tägliche Überflüge mit der 'Polar 2' des AWI geplant, die einen optischen Sensor, den Visibility Laboratory Ocean Colour Sensor (VLOCS) trägt.

VLOCS ist der Prototyp eines tragbaren Vielkanal-Radiometrie-systems zur Bestimmung des Pigmentgehaltes im Wasser. Die Strahlung wird zweimal auf 10 Kanälen zwischen 410 und 730 nm von 10 monochromatischen Photodioden in einer integrierenden Aluminiumhohlkugel gemessen. Die Strahlungs- und Positionsdaten werden mit Hilfe eines "Personal Computers" auf "Floppy Discs" gespeichert.

Zahlreiche Überflüge bei gleichzeitiger Messung der Pigmentverteilung und anderer optischer Parameter in der Wassersäule vom Schiff aus sollen die Eichung der Sensordaten ermöglichen. Die Messungen geben Auskunft über die zeitliche und räumliche Variabilität der Chlorophyllverteilung im Frontenbereich.

Das Flugzeug wird von Longyearbyen (Svalbard) aus eingesetzt. Seine Messungen werden mit dem Arbeitsprogramm der "Polarstern" eng abgestimmt. Die Lage des Stationsnetzes für die Untersuchung der Polarfront soll erst aufgrund von Flugzeugerkundungen festgelegt werden. Während der Frontenstudie wird die Eisbedeckung durch Luftaufnahmen dokumentiert.

Die großräumige Verteilung hydrographischer Strukturen, insbesondere die Lage der Fronten und die Eisbedeckung sollen anhand von Satellitendaten erfaßt werden.

2.2.12 Fernerkundung des Meereises - Überprüfung des Special Sensor Microwave/Imager (AES/ DFVLR)

Dieses Programm verfolgt im wesentlichen drei Ziele.

- Erstens soll die Aussagefähigkeit des Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I) an Bord eines polarumlaufenden Wettersatelliten der DMSP-Serie (U. S. Defense Meteorological Satellite Program) überprüft werden.
- Zweitens sollen Eisinformationen in Echtzeit übermittelt werden, um einen neuen Algorithmus zur Auswertung von SSM/I-Daten zur Unterstützung von Schiffsaktivitäten im Eis zu überprüfen und ein entsprechendes operationelles Programm zu demonstrieren.
- Drittens soll die Helligkeitstemperatur (Mikrowellenemission) von Eis, Schnee und Wasser mit einem doppelt polarisierten 37-GHz-Radiometer während der Eisfahrt und bei Stationen im Eis gemessen und mit in-situ-Messungen von Eis- und Schneeparametern verglichen werden.

Der Start des neuen DMSP-Wettersatelliten mit einem operationellen Mikrowellenradiometer (SSM/I) ist für Anfang Mai 1987 geplant. Für die Sensorüberprüfung bietet die eisbedeckte Grönlandsee charakteristische Parameter sowohl von erstjährigem als auch von älterem Eis, und zwar im Verlauf der Meßkampagne von einem sehr frühen Stadium der Schmelzperiode bis zu weit fortgeschrittenen Abschmelzformen der Eisoberfläche.

Während der Eistraversen werden Informationen über die Eisverhältnisse zur Unterstützung der Schiffsoperationen beigesteuert. Hierzu sollen u.a. Eiskarten auf der Grundlage von SSM/I-Daten von Toronto per Telefax zur "Polarstern" übertragen werden. Ergänzend stehen die direkt an Bord empfangenen Aufnahmen der NOAA- und METEOR-Satelliten zur Verfügung.

Messungen mit einem vollautomatischen doppelt polarisierten 37-GHz-Radiometer sollen auf den Eisstraverson zum Vergleich mit den Daten des entsprechenden SSM/I-Kanals durchgeführt werden. Bei längeren Stationszeiten sind radiometrische Kartierungen spezieller Eisschollen und angrenzender Öffnungen im Eis vorgesehen. Auf den kartierten Eisschollen werden Schneeparameter einschließlich der Höhe und des Flüssigwassergehalts untersucht. Schneeproben werden vor allem im Hinblick auf den Salzgehalt und die Dichte analysiert.

2.2.13 SEABEAM-Vermessung (AWI)

Im Bereich der Framstraße werden die bathymetrischen SEABEAM-Vermessungen früherer "Polarstern"- Expeditionen fortgesetzt. Das Meßgebiet soll an die Areale 78° 55' - 79° 25' N und 0° -4° E oder 79° 25' - 80° N und 3°-5° 30' E anschließen. Je nach Eislage wird das Meßgebiet an Bord kurzfristig ausgewählt.

Die Position wird mit NAVSTAR/GPS, wenn es verfügbar ist, und mit dem integrierten Navigationssystem INDAS-V bestimmt. Die GSP-Positionen werden auch auf der Brücke auf einem Bildschirm angezeigt und unterstützen besonders bei Profilmfahrten die Navigation. Die SEABEAM-Daten werden auf Magnetbändern und über eine Schnittstelle auf dem Bordrechner VAX 11/750 aufgezeichnet. Die SEABEAM-Messungen werden schon an Bord weiterverarbeitet, damit am Ende des Fahrtabschnitts eine Arbeitskarte und Tagesdateien mit Positionen und Tiefen zur Verfügung stehen.

2.2.14 Ozonprofilmessungen (AWI, SPUM)

Während der ersten beiden Fahrtabschnitte dieser Reise soll von einem Spezialcontainer auf dem Peildeck ein neues Lasersystem zur Messung der vertikalen Ozonverteilung der Atmosphäre im Höhenintervall von 5 000 bis 50 000 m eingesetzt werden. Dabei wird erstmals versucht, derartige Daten auch bei Sonnenlicht zu erhalten. Verlaufen die Erprobungen erfolgreich, so soll die Anlage in Tromsø entladen und voraussichtlich auf Spitzbergen in Zusammenarbeit mit norwegischen Institutionen zur Untersuchung der jährlichen Ozonvariationen weiter betrieben werden.

3. Fahrtabschnitt Ark/IV/2

3.1 Allgemeines

Der zweite Fahrtabschnitt sieht interdisziplinäre Arbeiten in zwei getrennten Seegebieten vor, und zwar im Bereich der Framstraße zwischen Spitzbergen und Grönland und in der westlichen Hälfte der Grönlandsee. Während es sich bei den Arbeiten in der Framstraße um die Fortsetzung von im Jahre 1983 begonnenen Arbeiten handelt, leisten die Untersuchungen in der Grönlandsee einen Beitrag zu dem 1987 beginnenden internationalen Grönland-See-Projekt.

3.2 Die wissenschaftlichen Programme

3.2.1 Physikalische Ozeanographie (IfMH, AWI, PMEL, SIO, NPI, RNL)

Ziel der Arbeiten ist die quantitative Erfassung des Wassermassenaustausches zwischen dem Arktischen Ozean und dem Nordmeer und der Wirkung dieses Austausches auf die Prozesse der Tiefenwasser-Erneuerung in der Grönlandsee. Schlüsselregion zur Bestimmung des Wassermassenaustausches ist die Framstraße, in der seit 1983 wiederholt die Transportraten der beteiligten Oberflächen und Tiefenwassermassen mit Hilfe von hydrographischen Schnitten und Langzeitverankerungen von Strömungsmesserketten und Wasserstandspiegeln gemessen wurden. Zusätzlich soll der Einfluß abgeschätzt werden, den die durch die Framstraße nach Süden vordringenden Wassermassen auf die Schichtung und Zirkulation der Grönlandsee haben. Letztere ist eines der wenigen Areale im Weltmeer, wo Oberflächenwassermassen während des Winters in die Tiefe absinken und sich dort weltweit ausbreiten. Dieser klimatologisch wichtige Prozeß ist vom Zusammentreffen mehrerer Vorgänge abhängig, zu denen u.a. die Transporte von Eis und polarem Wasser im Ostgrönlandstrom, sowie von atlantischem Wasser durch die Framstraße und entlang der ostgrönländischen Schelfkante und der Ausfluß relativ salzreichen Tiefenwassers aus dem arktischen Ozean in Tiefen um 2000 m gehören. Diese Komponenten sollen durch die Messung von Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Nährstoffen und radioaktiven Spurenstoffen wie Technetium 99, Cäsium 134 und 137 auf den in der Fig. 3 gezeigten Schnitten erfaßt werden. Sie werden unterstützt durch eine Reihe von ebenfalls in Fig. 3 gezeigten Langzeitströmungsmessungen.

3.2.2 Meereisuntersuchungen (AWI, DHI, NPI, AES, YU, NCAR, NN)

Die Meereisuntersuchungen zielen auf die Kartierung der Eisausbreitung und -zusammensetzung, auf die quantitative Bestimmung des Eistransportes und auf die Messung mechanischer Eigenschaften des Eises. Während für letztere bekannte Verfahren zur Verfügung stehen, werden für Kartierungsaufgaben neben traditionellen Methoden neue satellitengetragene Sensoren wie passive Mikrowellenempfänger genutzt. Diese ermöglichen die Eisbeobachtung

unabhängig von der Tageszeit und der Bewölkung. Unsere Untersuchungen sollen dazu beitragen, die Erkennungsalgorithmen für verschiedene Eisarten bei unterschiedlichen Schnee- und Schmelzwasseranteilen zu verbessern. Zur Bestimmung des Eistransportes muß neben der Eisausdehnung und der Driftgeschwindigkeit die Eismächtigkeit gemessen werden. Zu diesem Zweck sind Beobachtungen der Eisunterseite durch Sonargeräte vorgesehen. Für die Langzeitstatistik der Eisdicke sollen aufwärtsgerichtete Echolote zusammen mit Strömungsmessern unter dem Eis des Ostgrönlandstromes verankert werden.

Daneben sollen mit Hilfe von Eiskernen die räumliche Verteilung der Meereisorganismen pflanzlicher und tierischer Zugehörigkeit untersucht sowie die dazugehörigen eisphysikalischen (Eisdicke, Textur, Temperatur, Salinität) und nährstoffchemischen Parameter ermittelt werden.

3.2.3 Planktologische Untersuchungen (AWI, IfMK, RWTH, BAH, FIS, MPIL, SIO, IOCB, UOT, TCES, ITE)

Ziel des Programms ist die Erforschung biologischer Prozesse in den Wassermassen der Grönlandsee, die durch starke Fronten voneinander getrennt sind und durch jahreszeitlich veränderliche Eisbedeckung recht unterschiedliche Rahmenbedingungen für die Nahrungskettendynamik aufweisen können. Detaillierte Auskünfte über diese Prozesse sollen auf zweierlei Weise erhalten werden. Zum einen wird die regionale Verteilung verschiedener Bakterio-, Phyto- und Zooplanktonpopulationen und ihre Artenzusammensetzung aufgenommen, zum anderen werden experimentelle Arbeiten an Bord durchgeführt. Letztere sind vor allem auf Stoffwechsel und Energietransfer ausgerichtet und beinhalten Messungen des Stoffumsatzes verschiedener Phytoplanktonpopulationen in Abhängigkeit von Körpergröße und Temperatur, Schätzungen der Primärproduktions- und Photosyntheseraten, ¹⁴C Einbauraten sowie Teilungsraten. Sie werden ferner durch Futterexperimente und Mageninhaltsuntersuchungen dominanter Zooplanktonarten und eine Studie der ökologischen Rolle der quantitativ bedeutsamen Eisalge Phaeocystis anhand von Grazing Experimenten ergänzt. Weiterhin sollen verbesserte Methoden zur Erfassung der Biomasse, Aktivität und Struktur von Bakterienpopulationen an Bord erprobt werden.

3.2.4 Arbeitsplatz- und schiffahrtsmedizinische Untersuchungen (BNI)

Ziel der Untersuchungen ist die Erweiterung der Dateien über mikroklimatische, lichtphysiologische, akustische, schwingungsbedingte sowie ergonomische und hygienische Verhältnisse im Arbeits- und Freizeitbereich an Bord von Schiffen. Weiterhin sind Untersuchungen zur Körperwärme bei Arbeiten unter niedrigen Außentemperaturen sowie zur Seekrankheitsneigung und -erleichterung geplant.

4. Fahrtabschnitt Ark IV/3

4.1 Einführung

Das östliche Teilbecken des Nordpolarmeeres zwischen dem Lomonosov-Rücken und dem europäisch-asiatischen Kontinentalrand, das auch als Nansen-Becken bezeichnet wird (Abb. 4), ist ganzjährig von Meereis bedeckt. Es ist daher für Forschungsschiffe nur schwer zugänglich, so daß ozeanographische und geowissenschaftliche Eigenschaften kaum erforscht werden konnten. Mit Ausnahme der berühmten FRAM-Expedition Fridtjof Nansen's im ausgehenden 19. Jahrhundert sind die meisten öffentlich verfügbaren Daten über die Eigenschaften der Meeresböden und der ozeanischen Wassersäule dieses Gebietes von Expeditionen auf treibenden Eisschollen gesammelt worden, u.a. FRAM I und FRAM IV. Während dieser Reise der "Polarstern" soll versucht werden aus der nördlichen Barentssee östlich Svalbard's möglichst weit nach Norden vorzustoßen, um dieses Seegebiet sorgfältig zu beproben (Abb. 5).

Die wichtigsten Forschungsziele dieses Expeditionsabschnittes umfassen Untersuchungen der ozeanischen Wassermassen dieses Gebietes, des modernen Ablagerungsmilieus und der Verteilungen der hier lebenden Organismen. Ferner sollen die paläo-ozeanographische Geschichte des östlichen Nordpolarmeeres, wichtige Grundzüge seines tektonischen Aufbaus und grundlegende physikalische Eigenschaften der den Meeresboden bedeckenden Sedimente bestimmt werden. Diese Forschungsziele können nur durch interdisziplinäre kooperierende Arbeitsgruppen erreicht werden. Die Ablagerungsgeschichte dieses Seegebietes soll durch die Stratigraphie langer Sedimentkerne, die tektonische Entwicklung dieses Beckens durch Bestimmungen des Wärmeflusses, den Einsatz eines Seegravimeters und durch paläo-magnetische Methoden erfaßt werden. Das moderne Ablagerungsmilieu dieses Seegebietes soll durch hydrographische Daten, die Verteilungen von Nährstoffen, die Konzentration und Verbreitung von Spurenstoffen in der Wassersäule, die Verteilung suspendierten partikulären biogenen und terrigenen Materials in der Wassersäule und im Meereis gekennzeichnet werden. Vorkommen von Plankton und Benthos und der unter dem Packeis lebenden Organismen werden durch geeignete Methoden bestimmt.

Die Eigenschaften und die Verteilung des Packeises im Seegebiet nördlich Svalbard's werden das Vordringen des Schiffes in das Nansen-Becken in erster Linie beeinflussen. Wir planen durch die nördliche Barentssee östlich von Svalbard nach Norden zu laufen, falls die Eiskonzentration in diesem Gebiet das Vordringen zu dieser Jahreszeit zuläßt. Nach den Erfahrungen früherer Jahre erwarten wir anfänglich keine großen Schwierigkeiten. Der Profilschnitt nach Norden in die Tiefe des Nansen-Beckens wird NE Svalbard's westlich von 35 Grad östlicher Länge begonnen. (Profil A, Abb. 5). Entlang des Schnittes, der soweit wie möglich nach Norden fortgesetzt werden soll, wird täglich eine große ozeanographische, geologische und biologische Station gefahren. Der Stationsabstand wird in den Randgebieten des Beckens und an speziell ausgewählten Positionen voraussichtlich etwas verringert. Wenn sich herausstellen sollte, daß die Packeisdecke zu

mächtig für ein weiteres Vordringen ist, wird ein Profilschnitt weiter im Westen abgefahren, der über die östliche Flanke des Yermak-Plateaus nach N führt (Profil B, Abb. 5). Sollte sich die Fortsetzung dieses Profilschnittes nach N ebenfalls als zu schwierig erweisen, wird "Polarstern" Kurs auf die Framstraße nehmen und dort die bereits in den vergangenen Jahren begonnenen Arbeiten weiterführen. Ein Teil der dann noch verfügbaren Schiffszeit soll in diesem Falle für Seabeam-Vermessungen verwandt werden (Profil 3, Abb. 5).

4.2 Wissenschaftliche Programme

4.2.1 Ozeanographie (DHI, SIO, APL/Uow, LODYC)

Die ozeanographischen Untersuchungen zielen in erster Linie auf eine systematische Erfassung der physikalischen und chemischen Größen der Wassersäule des östlichen Tiefseebeckens im Nordpolarmeer, entfernt von den Störeffekten der Kontinentalränder. Ferner sollen die vorherrschenden Randströmungen bestimmt werden. Die Daten sollen entlang hydrographischer Profile vom Schiff und von driftenden Meßstationen aus gewonnen werden. Die ozeanographische Arbeit wird sich auf Stationen konzentrieren, die ebenfalls für geologische Untersuchungen passend sind. Sie sollen an den Kontinentalrändern auf Tiefenlinien von jeweils 1000 m Unterschied oder in Abständen von etwa 10 sm liegen, je nachdem welcher Abstand der passendere ist. Die Wassersäule wird mit einer CTD-Sonde kombiniert mit einem Rosettenwasserschöpfer mit 24 10-Liter Wasserflaschen an jeder Station beprobt. Stömungs- und Temperaturprofile werden an jeder Station, außerdem mit Einwegmeßinstrumenten erfaßt, die entweder vom Schiff oder vom Eis aus eingesetzt werden können. Temperaturschnitte sollen in engen räumlichen Abständen in den Gebieten der Randströmungen mit XBTs aufgenommen werden. Der hydrographischen Eigenschaften der Wassersäule und die sie bewegenden Stromsysteme sollen eine konsistente Beschreibung dieses Seegebietes liefern.

Außerdem sollen folgende Instrumente zur direkten Bestimmung der Kinematik der ozeanischen Wassermassen eingesetzt werden: a) SOFAR Drifter in Nähe des Yermak-Plateaus mit 2 autonomen Horschstationen nördlich von Svalbard, b) ARGOS-Bojen im Meereis nördlich von 85 Grad nördl. Breite.

4.2.2 Spuren- und Nährstoffe in der Wassersäule (SIO, UGÖ, IUPH, WHOI,)

Mit einer umfangreichen Beprobung sollen die Durchlüftung, Schichtung und Zirkulation der ozeanischen Wassermassen des Nordpolarmeeres erfaßt werden. Unter den hypothetischen Vorstellungen, wie die Wassermassen des Nordpolarmeeres ihre spezifischen Eigenschaften erhalten, muß ein dichtes Schelfwasser, das sich im Winter bildet und kaskadenartig über den Kontinentalrand in die benachbarten Tiefseebecken fließt, das östliche Becken des Nordpolarmeeres erreichen. Dieses Wasser kann sich entweder gleichmäßig verteilen und das gesamte Becken

füllen oder von tiefen Randströmungen erfaßt werden. Es wird vermutlich Spurenstoffe und ein Verteilungsmuster der Nährstoffe besitzen, die dem des Schelfs entsprechen.

In enger Verbindung zu den oben geschilderten Messungen sollen Wasserproben auf Konzentrationen von Schwermetallen kurzer Verweildauer untersucht werden, um damit die Advektion von Wassermassen zu berechnen. Arktische Wassermassen enthalten erhöhte Konzentrationen der Metalle, die aus dem Oberflächenwasser (z. B. vom Europäischen Schelf im Falle des Radiocaesiums) entweder durch Flüsse oder als atmosphärische Zufuhr in Küstennähe eingebracht werden. Wasserproben aus der zentralen Arktis könnten die Herkunft dieser deutlich höheren Konzentrationen zu bestimmen helfen. Schwermetallverteilungen könnten dann auch als Spurenstoffe genutzt werden.

Die Wasserproben werden bereits an Bord auf ihren Salz-, Sauerstoff- und Nährstoffgehalt untersucht. Außerdem werden die Alkalinität, das Karbonat, der pH-Wert, das Kalzium und die Chlorfluormethane (F-11 und F-12) analysiert.

Spezielle Beprobungsprogramme werden an ausgewählten Positionen zur späteren Auswertung des 14-C, 3-H, 3-He und 18-O durchgeführt. Weiterhin sollen Aktiniden (Th, Pu, Am), Ra-isotope, 210-Pb an suspendiertem partikulärem Material und in Lösung, Cs-Isotopenprofile, 90-Sr, Spurenmetalle und 85-Kr sowie Nährstoffe, die Schwermetalle Al, Be, Bi, Te und 226-Ra sowie 228-Ra gemessen werden.

4.2.3 Verteilung suspendierten Materials (GIK, WHOI)

Erhöhte Konzentrationen suspendierten partikulären Materials in dem sonst sehr reinen Wasser des Nordpolarmeeres können in der Nähe der Randströmungen und in Wassermassen der benachbarten Schelfgebiete erwartet werden, die in die arktischen Tiefseebecken eingeflossen sind. Zum Verständnis des derzeitigen Ablagerungsmilieus und der heutigen Sedimentzufuhr ist es daher wichtig, Gebiete mit relativ häufiger Resuspension der Sedimente einzuengen, da diese den arktischen Tiefseebecken zugeführt werden können. Zusätzlich ist zu erwarten, daß durch die Kombination von Analysen des suspendierten Materials mit hydrographischen Daten, Nährstoffverteilungen und Spurenstoffen Herkunft und Verteilungsprozesse der arktischen Wassermassen bestimmt werden können. Darum soll das CTD/Rosetten-System mit einem profilierenden Transmissometer (80 cm Meßstrecke) gekoppelt werden, um aus der Licht-Attenuation auf die Konzentrationen suspendierten partikulären Materials zu schließen. Aufbauend auf diesen Meßergebnissen, sollen Wasserproben gezielt in vorgegebenen Wassertiefen entnommen werden, um Konzentrationen, Zusammensetzung und Korngrößenverteilungen des suspendierten Materials zu bestimmen. Diese neuen Daten können dann mit Beobachtungen früherer Expeditionen aus der Framstraße (Profile und Sedimentfallen) verglichen werden.

4.2.4 Plankton (RWTH Aachen, FG/UB, GIK, BIO, AWI)

Die Ergebnisse der MISEX-Expeditionen 1983 und 1984 haben deutlich gezeigt, daß die biologischen Prozesse, die den jährlichen Produktivitätszyklus der hocharktischen pelagischen Ökosysteme steuern, eng mit dem Wassermassentransport, der Schichtung sowie der Dynamik von Wassermassengrenzen und Wirbelsystemen zusammenhängen. Unter anderem scheinen die biogeographische Verteilung, die Struktur der Ökosysteme und ihre saisonale Veränderlichkeit durch die unterschiedliche Herkunft und Eigenschaften von drei deutlich zu unterscheidenden Wassermassen, nämlich dem Nordatlantischen Wasser, dem Arktischen Wasser und dem Polarwasser beeinflusst zu sein.

Während dieses Fahrtabschnitts sollen die biologischen Beobachtungen in das östliche arktische Becken hinein verlängert werden. Die oberen 150 m der Wassersäule sollen mit dem Bongonetz und der Biorosette beprobt werden, während das Plankton-Multinetz an mehreren Stationen auch in größeren Wassertiefen eingesetzt werden soll (0-500 m). Eine Membranpumpe soll kontinuierlich Wasser zur Gewinnung von Radiolarien filtrieren. Besonders aufmerksam werden Vorkommen planktonischer Foraminiferen, Radiolarien und anderer kieseliger Mikrofossilien, Dinoflagellaten und Pteropoden in Abhängigkeit von der Meereisverteilung und den rezenten Taphozöosen an der Sedimentoberfläche verfolgt. Netze mit besonders großen Fangöffnungen und Multinetze sollen genügend Material sammeln, um Korngrößenverteilungen, d-180 und d-13-C, 14-C zu bestimmen und Aminosäureanalysen durchführen zu können.

Verteilungen des Zooplankton im Nordpolarmeer sind in begrenztem Maße bekannt, aber es konnten bisher noch keine Messungen zur Physiologie und Produktivität dieser Tiere durchgeführt werden. Untersuchungen der Verdauungsenzyme, der Produktion von Eiern, der Ernährung von herbivoren Copepoden, die bereits während der beiden ersten Fahrtabschnitte dieser Reise begonnen werden, sollen Einblick in die Wachstumsraten und Reproduktionszyklen der herbivoren Tiere der zentralen Arktis geben. Diese Bestimmungen werden zu den Verteilungen des suspendierten, partikulären Materials, die über Messungen der Chlorophyll-Fluoreszenz und Licht-Attenuation gewonnen werden, in Beziehung gesetzt.

4.2.5 Luftstäube (BIO)

Luftstaub-Verteilungen ($> 3 \mu\text{m}$) sollen an Bord der POLARSTERN mit Hilfe von Großraum-Vakuumpumpen gewonnen werden. Zusätzlich werden, so oft wie möglich, auch Staubkonzentrationen im frischen Schnee und an der Eisoberfläche des Meereises bestimmt.

4.2.6 Untersuchungen des Meereises (WHOI, CRREL, FG/UB, GIK, AWI, UTÜ, BIO)

In Verbindung mit den geologischen Untersuchungen soll das rezente Ablagerungsmilieu direkt unter dem Eis beschrieben werden, um zu klären, wie wichtig die Meereisbedeckung für die rezenten Ablagerungsbedingungen ist, ob das Meereis große Mengen

lithogenen Materials transportiert und unter welchen Umständen es freigesetzt wird und sedimentiert und wie das Meereis die biologische Produktion beeinflusst.

Meßdaten der Sedimentfallen, die in den vergangenen Jahren in der Framstraße und in der Nähe der Bäreninsel ausgelegt wurden, deuten darauf hin, daß Meereis bedeutende Mengen geologischen Materials mit sich transportieren kann. Es sollen daher an ausgewählten Orten Eiskerne gewonnen werden, um Menge und Zusammensetzung des partikulären Materials und eventueller Organismen im Packeis zu bestimmen.

Zusätzlich soll eine große driftende Boje am nördlichsten Wendepunkt dieses Reiseabschnittes von einer großen Eisscholle ausgesetzt werden. Diese Boje enthält ein komplexes Meßsystem, das aus einer Sedimentfalle, einem kontinuierlich messenden Transmissometer, und hydrographischen Meßinstrumenten besteht. Wir hoffen, daß dieses unter der Oberfläche treibende Meßsystem zusammen mit dem Meereis aus dem Nansen-Becken durch die Framstraße in das Grönland-Becken treibt und unterwegs kontinuierlich Proben und Daten sammelt.

4.2.7 Geophysik (FG/UB, LDGO, JSS, AWI)

Die plattentektonische Entwicklung des östlichen Nordpolarmeeres und der Framstraße wirkt weit über die Arktis hinaus. Tektonische Veränderungen dieses Gebietes sind wahrscheinlich mit paläo-ozeanographischen Ereignissen und dem Paläoklima der nördlichen Hemisphäre während des jüngeren Känozoikums gekoppelt. Möglicherweise haben sie die Bildung nordatlantischen Tiefwassers kontrolliert und die Ablagerung der großen nordatlantischen Sedimentdriftsysteme seit dem mittleren Eozän mitbestimmt. Durch unsere geophysikalischen Messungen sollen die bisher bestehenden Datensätze für tektonische und paläo-ozeanographische Ereignisse verbessert werden.

Der Wärmestrom wird an ausgewählten geologischen Stationen gemessen. Die in-situ gewonnenen Temperaturprofile werden hinsichtlich der thermischen Leitfähigkeit der Sedimentablagerungen vervollständigt. Diese Daten vermitteln neue Erkenntnisse über den thermischen Zustand der Kruste des östlichen Nordpolarmeeres. Zusammen mit den bathymetrischen Daten ermöglichen sie vielleicht Abschätzungen über das Alter des ozeanischen Basements. An allen Sedimentkernen sollen kontinuierliche und vollständige Profile der P-Wellen-Geschwindigkeiten und der magnetischen Suszeptibilität gemessen werden. Neben dem umfangreichen Beprobungsprogramm für magnetostratigraphische Untersuchungen werden vorläufige paläomagnetische Messungen auch während der Ausfahrt an Bord vorgenommen. Wir wollen, mit diesen Messungen zur Klärung stratigraphischer und paläo-ozeanographischer Probleme beitragen.

4.2.8 Meeresgeologische Untersuchungen (GIK, WHOI, BIO, FG/UB, AWI)

Bathymetrie, geologischer Aufbau und Ablagerungsbedingungen der Tiefseebecken des östlichen Nordpolarmeeres sind nur vage bekannt. Bisher gibt es nur 4 Sedimentkerne, die älter als 40 Mio. Jahre sind und die einen Rückschluß auf das frühe, durch sauerstoffarme Bodenwassermassen, aber relative warme und hochproduktive Oberflächenwassermassen gekennzeichnete Ablagerungsmilieu der nordpolaren Tiefseebecken zulassen. Alle anderen, bisher gesammelten Sedimentkerne sind weniger als 5 Mio. Jahre alt und deuten durch ihren Gehalt an grobem, eistransportiertem Detritus an, daß seit dieser Zeit glaziale Verhältnisse herrschen. Der lange dazwischenliegende Zeitraum, während dessen sich die Framstraße öffnete und erstmals ein umfangreicher Austausch von Oberflächen- und Bodenwasser zwischen dem Nordpolarmeer und dem Europäischen Nordmeer möglich wurde, kann nicht dokumentiert werden. Heute fließt durch diese wichtige Meeresstraße relativ warmes atlantisches Wasser in das Nordpolarmeer und kaltes eisbedecktes Wasser aus der Arktis in gemäßigtere Breiten. Dieser Wasseraustausch beeinflusst die Bodenwassererneuerung im Europäischen Norameer und übt damit einen bedeutenden Einfluß auf die Ventilation des Weltmeeres sowie die klimatische Zonierung der nördlichen Hemisphäre aus. Bisher ist es nicht gelungen, Sedimentkerne aus dem Nordpolarmeer zu gewinnen, die diesen interessanten Zeitraum zwischen dem Eozän und dem Spätmiozän dokumentieren.

Ein hervorstechendes Forschungsziel der meeresgeologischen Studien ist die Gewinnung und detaillierte Analyse langer, stratigraphisch vollständiger Sedimentkerne. Wir möchten eine vollständige Dokumentation der paläo-ozeanographischen Geschichte der östlichen arktischen Tiefseebecken für die letzten 500.000-1.000.000 Jahre erreichen. Neben den langen Kastenloten sollen Kolbenlote, Schwerelote und Kastengreifer zur Gewinnung von Sedimentproben eingesetzt werden. An Bord werden intensive Beprobungen und Untersuchungen dieser Sedimentkerne durchgeführt, um Stratigraphie und Veränderungen der Sedimenteigenschaften zu beschreiben und mit ihrer Hilfe die paläo-ozeanographische Geschichte dieses Teiles des Nordpolarmeeres zu deuten. Wir wollen u.a. herausfinden, wann sich die Framstraße öffnete, welchen Einfluß sie auf die Stromsysteme zwischen Nordatlantik und Nordpolarmeer hatte, seit wann und wie häufig relativ warmes atlantisches Wasser in dieses Gebiet einströmte, das offensichtlich über einen mehrere Millionen Jahre dauernden Zeitraum hinweg durch glaziale Ablagerungsbedingungen geprägt war. Beginn und Verlauf der verschiedenen Vereisungsphasen, die Geschichte der polaren marinen Biota und der Produktivität sollen aus den Sedimentzusammensetzungen rekonstruiert werden.

4.2.8.1 Methoden der stratigraphischen Analyse (GIK, FG/UB, AWI, BIO)

Ein Teil der Sedimentkerne soll sofort an Bord geöffnet werden, um erste Untersuchungen vorzunehmen. Diese Analysen werden sich zunächst auf Sedimentparameter konzentrieren, die nur am frischen und ungestörten Kernmaterial bestimmt werden können. Nach der

Probennahme für Wassergehalte und physikalische Eigenschaften der Sedimente und der Entnahme und Präparation der dünnen, für die Anfertigung von Radiographien vorgesehenen Sedimentscheiben wird eine ausführliche Kernbeschreibung angefertigt. Häufigkeit, artliche Zusammensetzung und Erhaltung der planktischen und benthischen Foraminiferen, der Palynomorphenvergesellschaftungen (Pollen, Sporen, Dinoflagellaten), Pteropoden, Coccolithen, Radiolarien und Diatomeen sowie aller anderen Fossilien sollen nach Möglichkeit bereits an Bord bestimmt werden. Isotopenstratigraphische, magnetostratigraphische Messungen sowie radiometrische Datierungen können erst nach der Rückkehr in für diese Zwecke ausgerüstete Laboratorien ausgeführt werden.

4.2.8.2 Chemie des Porenwassers und Mineralogie der Sedimente (GIK, FG/UB)

Genauere Untersuchungen der Porenwassergeochemie (im Vergleich zur Chemie der darüber liegenden Bodenwassermassen) und Bestimmungen der mineralogischen Zusammensetzung der Sedimente (im Vergleich zur Zusammensetzung des suspendierten Materials) sind von besonderem Interesse. Chemische Parameter wie pH, Eh und Alkalinität sowie die Konzentrationen der wichtigsten Nährsalze sollen sofort an Bord festgestellt werden.

FIGURES

FS "POLARSTERN" ARK IV/1

15.05. - 08.06.1987

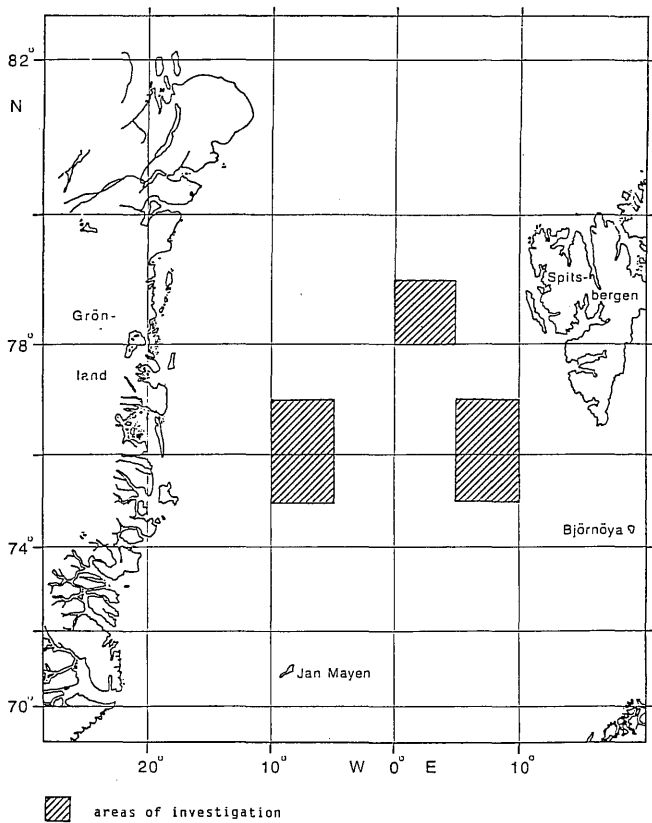
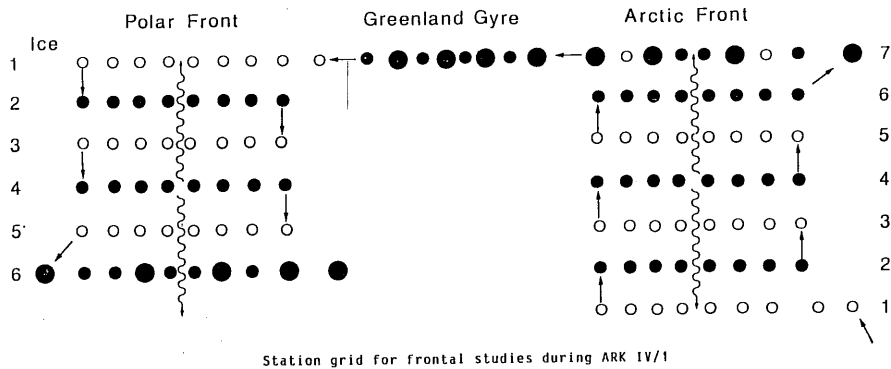


Fig. 1: Arbeitsgebiete während ARK IV/1

Working areas during ARK IV/1



Station grid for frontal studies during ARK IV/1

- CTD only
- Biology station
- Reference station

Fig. 2: Stationsnetz im Frontenbereich
Station grid for frontal studies

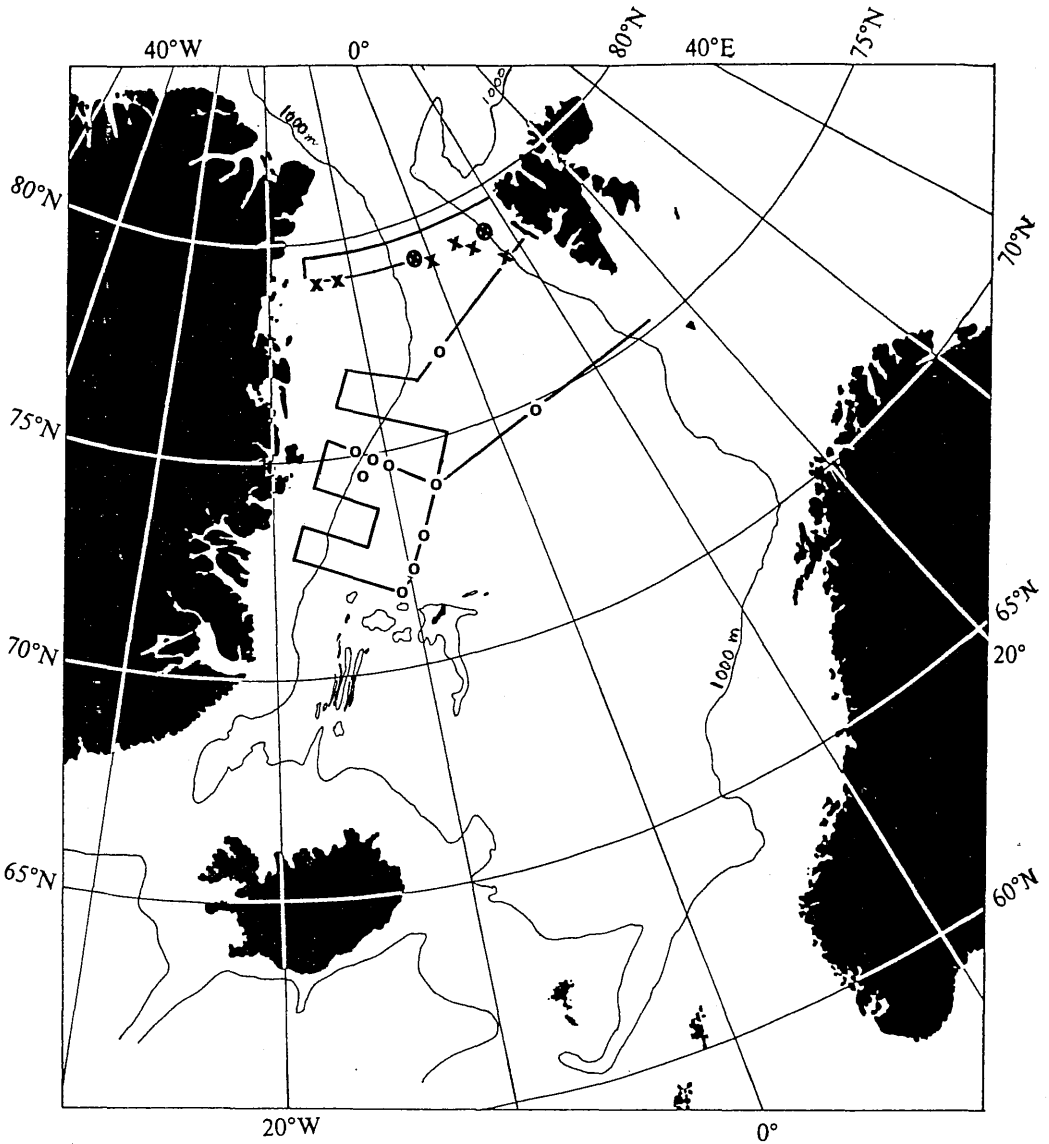


Fig. 3: Arbeitsgebiet während ARK-IV/2. Hydrographische Schnitte sind als Striche dargestellt, Strommesserverankerungen als Kreise und Pegel als Kreuze

Survey area during ARK IV/2. Hydrographic sections are represented as lines, current meter moorings as circles and water level recorders as crosses

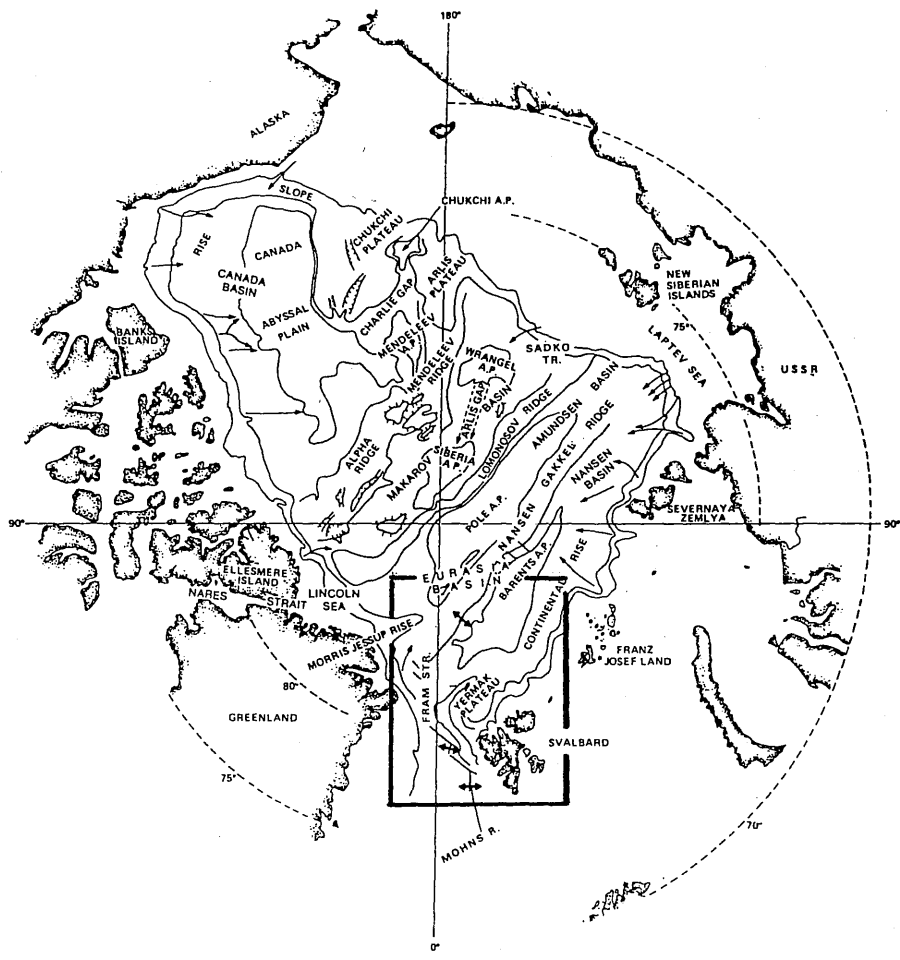


Fig. 4: Geographische Gliederung des Nord-Polarmeeres.
Umrahmte Fläche zeigt das Gebiet für Arktis IV/3
Geography of the Arctic Ocean. Box encloses area
of interest for Arktis IV/3

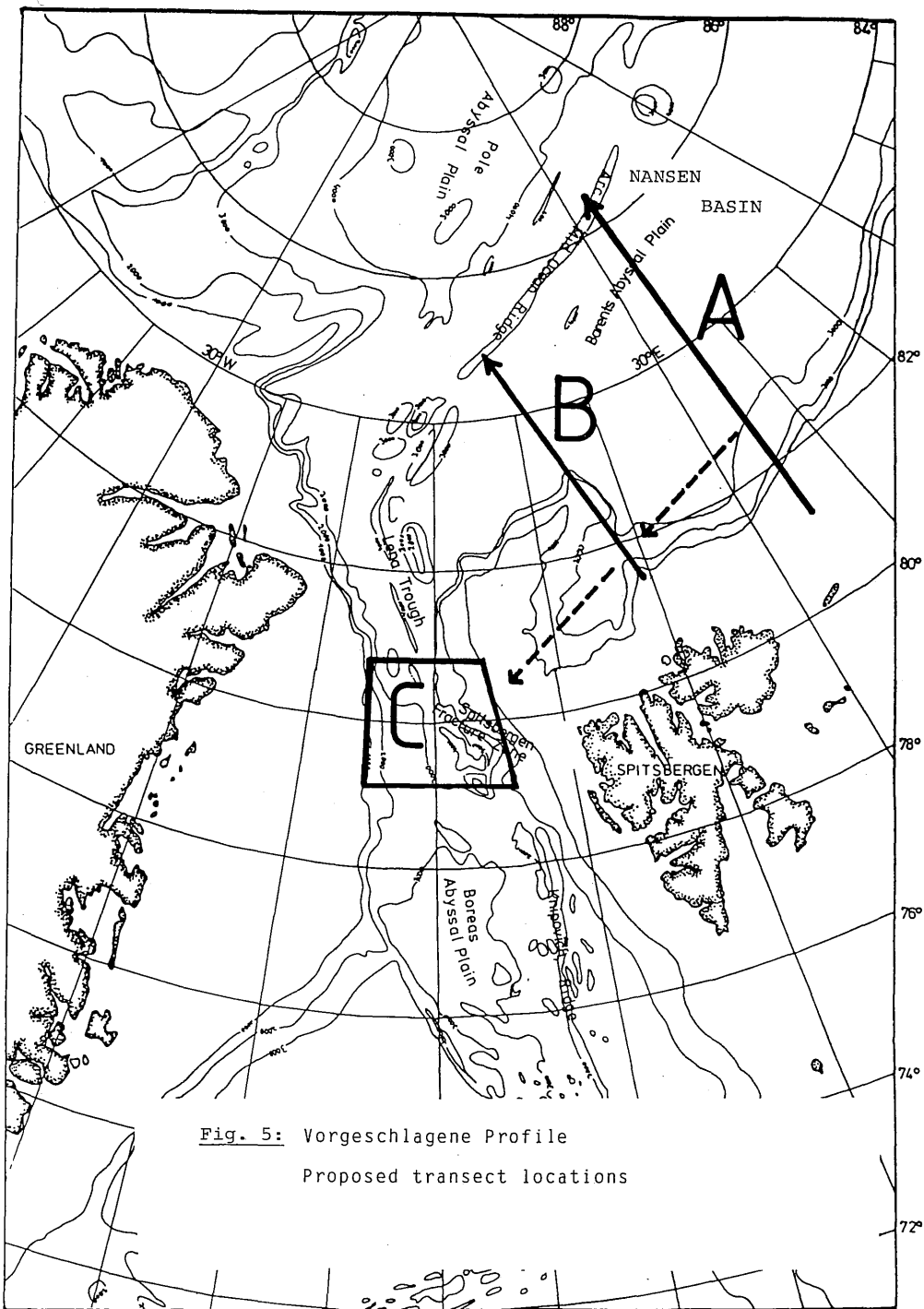


Fig. 5: Vorgeslagene Profile

Proposed transect locations

5. Zeitplan/ Time Table

Abschnitt/ Leg Ark IV/1

Departure from Bremerhaven	14 May 1987
Biological and oceanographic work in the Greenland Sea	18 May - 08 June 1987
Arrival at Longyearbyen	08 June 1987

Abschnitt/ Leg Ark IV/2

Departure from Longyearbyen	09 June 1987
Oceanographic and biological work in the Fram Strait/ Greenland Sea area	09 June - 01 July 1987
Arrival at Tromsø	02. June 1987

Abschnitt/Leg Ark IV/3

Departure from Tromsø	04. June 1987
Geological and oceanographic work in the Arctic Basin north of Svalbard	05 June - 30 August 1987
Arrival at Bremerhaven	03. September 1987

6. BETEILIGTE INSTITUTE / PARTICIPATING INSTITUTIONS

Adresse address		Teilnehmer participants	Fahrtabschnitt leg
<hr/>			
Bundesrepublik Deutschland			
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße 2850 Bremerhaven	20	1, 2, 3
BAH	Biologische Anstalt Helgoland Außenstelle List/Sylt 2282 List/Sylt	1	2
BNI	Bernhardt-Nocht-Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten Bernhardt-Nocht-Str. 74 2000 Hamburg	2	2
DFVLR	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt Postfach 8031 Weßling/Oberpfaffenhofen	1	1
DHI	Deutsches Hydrographisches Institut Bernhardt-Nocht-Str. 78 2000 Hamburg	2	2, 3
FG/UB	Fachbereich 5 - Geowissen- schaften Universität Bremen Postfach 330 440 2800 Bremen 33	7	3
FIS	Forschungsinstitut Senckenberg Senckenberganlage Postfach 6000 Frankfurt	1	2
GIK	Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum Christian-Albrechts- Universität Olshausenstr. 40 2300 Kiel 40	14	3

HSW	Helicopter Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 2000 Hamburg 65	5	1, 2, 3
IfMH	Institut für Meereskunde Heimhuder Str. 71 2000 Hamburg	4	2
IfMK	Institut für Meereskunde Düsternbrooker Weg 20 2300 Kiel	5	1, 2
IPÖ	Institut für Polarökologie der CAU Physikzentrum Leibnizstr. 11-19 2300 Kiel	1	3
IUPH	Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg Im Neuenheimer Feld 366 6900 Heidelberg	3	3
MPIL	Max-Planck-Institut für Limnologie Postfach 2320 Plön	1	2
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Worringer Weg 5100 Aachen	6	1, 2, 3
SPUM	Sektion Physik der Uni- versität München Am Coulombwall 1 8040 Garching	1	1
SWA	Seewetteramt Bernhardt-Nocht-Str. 76 2000 Hamburg	5	1, 2, 3
IOCB	Institut für Organische Chemie und Biochemie Martin-Luther-King-Platz 6 2000 Hamburg 13	2	1
UTÜ	Universität Tübingen Geologisch-Paläontologisches Institut Sigwartstr. 10 7400 Tübingen	1	3

Dänemark

RNL Riso National Laboratory 1 2
Postbox 49
4000 Roskilde, Dänemark

Finnland

UHE University of Helsinki, 1 1
Department of Geophysics
Fabianinkatu 24 A,
00100 Helsinki 10

Frankreich

LODYC Laboratoire d' Oceanographie 2 3
Dynamique et de Climatologie
Tour 14. 2 e Floor
Université Pierre et
Marie Curie
4 Place Jussieu
75252 Paris Cedex 05

Großbritannien

WOCE International Planning Office 1 3
Institut of Oceanographic
Sciences
Wormley, Godalming Surrey,
U.K. GU8 SUBV

Kanada

AES Atmospheric Environmental 2 1,2
Service, Ice branch
365 Laurier Av.-W.
Ottawa, Ontario K1A OH3

AGC Atlantic Geoscience Center 4 3
Department of Fisheries and
Oceans
Bedford Institute of Oceano-
graphy
Box 1006
Dartmouth, Nova Scotia B2Y 4A2

YU York University, Centre for 3 1,2
Research in Experimental Space
Science, 47700 Keelestreet,
North York, ONT. M3I 1P3

Norwegen

IBG	Institutt for biologi og geologi Universitetet i Tromsø Postboks 3085 N-9001 Tromsø, Norway	1	3
JSS	Jordskjelvstasjonen Realfagbygg Allegate 41 N-5014 Bergen-Universitetet, Norway	1	3
NPI	Norsk Polar institutt Postboks 158 1330 Oslo Lufthavn, Norway	3	2

Schweden

UGÖ	Department of Analytical and Marine Chemistry CTH/GU S-412 96 Göteborg, Sweden	3	3
-----	---	---	---

Sowjetunion

ITE	Institute of Thermophysics and Electrophysics Paldiskir Rd. 1 200031 Tallein Estonia USSR	3	1, 2
-----	---	---	------

Vereinigte Staaten von Amerika

APL/UW	Applied Physics Laboratory University of Washington Seattle, Washington 98195	1	3
CRREL	U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory 72 Lyme Rd. Hannover, N.H. 03755 USA	1	3
IOEG	Institut of Ecology, University of Georgia Athens, Georgia 30602	1	1
LDGO	Lamont-Doherty Geological Observatory Palisades, New York 10964	1	3
PMEL	Noaa Pacific Marine Environmental Laboratory	2	2

NCAR	National Center for Atmospheric Research P.O. Box 3000 Boulder, Colorado 80 307	1	2
NYSB	Marine Science Research Center State University of New York Stony Brook N.Y. 11794 USA	1	3
SIO	Scripps Institute of Oceanography Oceanographic Data Facility A-014, La Jolla, CA 92093	10	1, 2, 3
TCES	Tiburon Center for Environmental Studies P.O. 855 Tiburon CA. 94920	1	1, 2
UOT	University of Tennessee Graduate Program in Ecology Knoxville, TN 37996	6	1, 2
WHOI	Woods Hole Oceanographic Institution Woods Hole, Massachusetts 02543	2	3

7. FAHRTTEILNEHMER / PARTICIPANTS

ARK IV/1

<u>Name/ name</u>	<u>Institut/ institute</u>
Asmus, K.	AES/YU
Baumann, M.	RWTH
Barthel, K.-G.	IfMK
Bohrer, R. N.	TCES
Budéus, G.	AWI
Büns, I.	IOCB
Cameron, M.	UOT
Creasman, E. A.	UOT
Culver, M. E.	UOT
Douglas, D. J.	IOEG
Edwards, G. D.	SIO
El Naggar, S.	AWI
Folkerts, E.	HSW
Garrity, C.	YU
Gassel, M. F.	UOT
Gradinger, R.	IfMK
Gunkel, J.	IfMK
Hadikusumah	AWI
Heidland, K.	AWI
Hillebrandt, O.	HSW
Hirche, H.-J.	AWI
Kahru, M.	ITE
Kattner, G.	AWI
Keene, N. K.	UOT
Köhler, H.	SWA
König, C. W.	DFVLR
Krause, G.	AWI
Krämer, M.	RWTH
Kurbjeweit, F.	IfMK
Kurdelski, L.-P.	AWI
Launiainen, J.	UHE
Lenz, J.	IfMK
Lopez, L. T.	SIO
Nommann, S.	ITE
Plugge, R.	AWI
Ramseier, R.	YU
Röd, E.	SWA
Rothe, K. W.	SPUM
Sildam, J.	ITE
Schneider, W.	AWI
Schostak, J.	SWA
Schütt, M.	IOCB
Steinbrecht,	AWI
Stute, U.	RWTH
Trees, C. C. D.	SIO
Urban, T.	RWTH
Walter, M.	AWI

ARK IV/2

Aagaard, K.	PMEL
Asmus, K.	AES
Barthel, K.-G.	IfMK
Bohrer, R.N.	TCES
Bos, D.	SIO
Currie, G.B.	NCAR
Dahlgaard, H.	RNL
Darnell, C.	PMEL
Elbrächter, M.	BAH
El Naggar, S.	AWI
Fahrbach, E.	AWI
Field, T.	SIO
Garrity, C.	YU
Gradinger, R.	IfMK
Grawunder, D.	IfMH
Gunkel, J.	IfMK
Haass, R.	FIS
Harms, I.	IfMH
Herrmann, R.	BNI
Hillebrandt, O.	HSW
Hirche, H.-J.	AWI
Kahru, M.	ITE
Köhler, H.	SWA
Krämer, M.	RWTH
Kurbjeweit, F.	IfMK
Lop, A.	BNI
Meincke, J.	IfMH
Nergaard, N.	NPI
Olbers, D.	AWI
Radlinger, W.	HSW
Ramseler, R.	AES
Reincke-Kunze, C.	-
Röd, E.	SWA
Rohardt, G.	AWI
Rudels, B.	NPI
Rüger, H.-J.	AWI
Schütt, C.	MPIL
Smith, W.O.	UOT
Steinbrecht, H.	AWI
Steinmetz, R.	AWI
Strübing, K.	DHI
Summa, C.	AWI
Tan, T.-L.	AWI
Tillmann, U.	RWTH
Trees, C.	SIO
Vinje, T.	NPI
Weide, G.	AWI
Wüllner, H.	IfMH

ARK IV/3

Altenbach, A.	GIK
Anderson, L.	UGÖ
Baumann, M.	RWTH

Baumann, M.	FG/UB
Bieser, J.	UTÜ
Bleil, U.	FG/UB
Bohrmann, H.	GIK
Bönisch, G.	IUPH
Botz, R.	GIK
Buessler, K.	WHOI
Carstens, J.	FG/UB
Crane, K.	LDGO
Gascard, J.C.	LODYC
Haake, F.-W.	GIK
Heidland, K.	AWI
Hirschberg, D.S.	NYSB
Horwege, S.	GIK
Jeannin, P.F.	LODYC
Jones, E.P.	AGC
Koltermann, K.P.	DHI
Krishfield, R.	WHOI
Kromer, B.	IUPH
Krysell, M.	UGÖ
Kubisch, M.	GIK
Lundström, V.	HSW
Mahler, G.	HSW
Masten, D.	SIO
Mathiessen, J.	GIK
McKeown, P.	UW
Mienert, J.	FG/UB
Mudie, P.	AGC
Mumm, N.	IPÖ
Mühlhan, N.	GIK
Muus, D.	SIO
Nowaczyk, N.	FG/UB
Osborne, J.	SIO
Pagels, U.	GIK
Pfirman, S.	GIK
Richter, B.	SWA
Schlosser, P.	IUPH
Sobiesiak, M.	FG/UB
Sonnabend, H.	SWA
Spielhagen, R.	GIK
Steen, E.	GIK
Sundvor, E.	JSS
Swift, J.	SIO
Thiede, J.	GIK
Tucker, W.	CRREL
Vorren, T.	IBG
Wallace, D.	AGC
Weber, W.	UB
Westerlund, S.	UGÖ
Wollenburg, I.	GIK
Zemlyak, F.	AGC

SCHIFFSPERSONAL / SHIP'S CREW

ARK IV/1

Greve + Jonas	Kapitän
Zehler	1. Offizier
Stehr	Naut. Offizier
Korn	Naut. Offizier
Dr. Heine	Arzt
Walter	Ltd. Ingenieur
Gröhn	1. Ingenieur
Hedden	2. Ingenieur
Simon	2. Ingenieur
Erdmann	Elektriker
Nitsche	Elektriker
Weitkamp	Elektroniker
Husmann	Elektroniker
Hoops	Elektroniker
Wiese	Funkoffizier
Raeder	Funkoffizier
Klasen	Koch
Kubicka	Kochsmaat/Bäcker
Bender	Kochsmaat/Koch
Scheel	1. Steward
Bartzen	Stewardess/Krankeschw.
Friedrich	Stewardess
Diekamp	Stewardess
Gollmann	Stewardess
Fang	2. Steward
Hsu Chin	2. Steward
Guo	Wäscher
Schwarz	Bootsmann
Marowsky	Zimmermann
Meis Torres, A.	Matrose
Meis Torres, M.	Matrose
Sobral Sobral	Matrose
Novo Loveira	Matrose
Prol Otero	Matrose
Pereira Portela	Matrose
Schierl	Matrose/zusätzlich
Wittfoth	Lagerhalter
Dufner	Maschinen-Wart
Carstens	Maschinen-Wart
Husung	Maschinen-Wart
Ulbricht	Maschinen-Wart

ARK IV/2

Jonas	Kapitän
Zehler	1. Offizier
Stehr	Naut. Offizier
Korn	Naut. Offizier
Dr. Heine	Arzt
Briedenhahn	Ltd. Ingenieur
Gröhn	1. Ingenieur

NN	2. Ingenieur
Simon	2. Ingenieur
Erdmann	Elektriker
Ohlandt	Elektriker
Weitkamp	Elektroniker
Husmann	Elektroniker
	Elektroniker
Geiger	Funkoffizier
Raeder	Funkoffizier
Puberl	Koch
Klauck	Kochsmaat/Bäcker
Beckmann	Kochsmaat/Koch
Peschke	1. Steward
Liboner	Stewardess/Krankenschw.
Hoppe	Stewardess
Feigler	Stewardess
Hopp	Stewardess
Fang	2. Steward
Hsu Chin	2. Steward
Guo	Wäscher
Woltin	Bootsmann
Kassubeck	Zimmermann
Suarez Paisal	Matrose
Bermudez Balbino	Matrose
Soage Curra	Matrose
Varela Bareira	Matrose
Abreu Dios	Matrose
Pousada Martinez	Matrose
	Matrose/zusätzlich
Barth	Lagerhalter
Reimann	Maschinen-Wart
Fritz	Maschinen-Wart
Fabian	Maschinen-Wart
Rottstock	Maschinen-Wart
NN	Maschinen-Wart

ARK IV/3

Jonas	Kapitän
Götting	1. Offizier
Schiel	Naut. Offizier
Varding	Naut. Offizier
Dr. Heine	Arzt
Müller	Ltd. Ingenieur
Gröhn	1. Ingenieur
Delff	2. Ingenieur
Erreth	2. Ingenieur
Schuster	Elektriker
Ohlandt	Elektriker
Thonhauser	Elektroniker
Elvers	Elektroniker
Bracht	Elektroniker
Geiger	Funkoffizier
Müller	Funkoffizier
Puberl	Koch
Klauck	Kochsmaat/Bäcker
Beckmann	Kochsmaat/Koch

Peschke	1. Steward
Liboner	Stewardess/Krankenschw.
Hoppe	Stewardess
Feigler	Stewardess
Hopp	Stewardess
Fang	2. Steward
Hsu Chin	2. Steward
Guo	Wäscher
Woltin	Bootsmann
Kassubeck	Zimmermann
Suarez Paisal	Matrose
Bermudez Balbino	Matrose
Soage Curra	Matrose
Varela Bareira	Matrose
Abreu Dios	Matrose
Pousada Martinez	Matrose
	Matrose/zusätzlich
Barth	Lagerhalter
Reimann	Maschinen-Wart
Fritz	Maschinen-Wart
Fabian	Maschinen-Wart
Rottstock	Maschinen-Wart
NN	Maschinen-Wart

Expedition Programme No. 10

RV POLARSTERN

ARKTIS IV (1 - 3)

in cooperation with the research aircraft POLAR 2

Chief Scientists

Ark IV/1: G. Krause

Ark IV/2: J. Meincke

Ark IV/3: J. Thiede

Coordinator: E. Augstein

Alfred Wegener Institute for Polar-
and Marine Research

Bremerhaven

May 1987

1. Introductory remarks

The fourth Arctic cruise of RV "Polarstern" consists of three legs. The first two focus on marine biological and oceanographic studies in the Greenland Sea and the third concentrates on geological and oceanographic investigations in the Arctic Ocean north of Svalbard.

"Polarstern" sails on 14 May 1987 from Bremerhaven. During the first leg the ship and the institute's research aircraft "Polar 2" will support biological process investigations at the sea ice edge and at the east coast of Greenland. The "Polar 2" will operate from the airport of Longyearbyen, Svalbard. The first cruise leg ends on 8 June 1987 when "Polarstern" calls at Longyearbyen where nearly the whole scientific crew will be exchanged.

"Polarstern" departs from Longyearbyen during the night from 8 to 9 June to Fram Strait. In this region and in the western Greenland Sea an intensive oceanographic programme supplemented by biological observations will be carried out. Besides the measurements from the ship current meter and thermistor chain moorings will be recovered and deployed. This part of the expedition ends on 2 July 1987 at Tromsø, Norway.

After a two days break at the port of Tromsø the third expedition phase of about two months length starts on 4 July 1987. An attempt will be made to penetrate far into the Nansen Basin in order to obtain sediment samples and oceanographic data on a long transect from the shelf into the polar basin. Since the ice conditions, which vary considerably from year to year, may prohibit this plan, alternative programmes are foreseen in more favourable areas north west of Svalbard. The expedition terminates on 3 September 1987 when "Polarstern" arrives in Bremerhaven.

The research work at sea will be carried out jointly by scientists and technicians of the AWI and of other German and foreign research institutions. Several German Programmes are supported by the "Deutsche Forschungsgemeinschaft" and the Bundesminister für Forschung und Technologie.

The scientific aims of the various projects and the methods applied will be discussed in more detail in the following paragraphs. Chapters* 5, 6 and 7 indicate the time table, participating institutions and expedition members, respectively.

* these chapters are only part of the German text

2. Cruise Leg Ark IV/1

2.1 Scientific background

Previous biological studies in the Greenland Sea during MIZEX 1983 and 1984 revealed a close relationship between biological production and physical-oceanographic processes. Four different regimes have been specified, namely

- the pack ice zone, with a low production due to limited light availability nearly throughout of the entire year,
- the polynya on the East Greenland Shelf, with a strong biological, hydrodynamical and thermodynamical activity.
- the East Greenland Polar Front and the Arctic Front, where frontal processes and oceanographic eddies provide a high nutrient supply to the mixed layer and thus support a strong biological production,
- the central Greenland Sea Gyre with its seasonal destruction of the vertical stratification forms a nearly closed biological system.

The measurements of this cruise leg will contribute to the studies of the biological-physical coupling within these regions. Due to the scale of the processes involved a rather narrow sampling grid is required. We hope that the results of such limited investigations may nevertheless be generalized when the processes involved are fairly well understood. Remote sensing, temperature and ocean colour sensors mounted on airplanes and satellites, are assumed to provide a basis for extrapolation of our findings to larger scales and to monitor spatial and temporal variability.

Within an integrated biological-physical programme the two main frontal systems in the Greenland Sea, the East Greenland Polar Front and the Arctic Front, will be studied extensively at the latitude of about 76° N. These frontal systems exist permanently. They are of extreme importance for the biological production in the Greenland Sea due to their lateral extension over several hundred kilometers. The high biological productivity in these regions may result from nutrient injections into the euphotic zone through upwelling, lateral advection and eddies.

A dense station grid (Fig. 2)* will enable us to resolve the mesoscale features in detail (see Fig. 1)*. In addition to the mapping of physical, chemical and biological parameters the biological processes will be studied by shipboard experiments. Of main interest is the pelagic energy transfer, especially the nutrient flux and the primary production of phytoplankton and the nutrient regeneration.

* all figures are to be found in the German text

2.2 The scientific programmes

2.2.1 Physical oceanography (AWI)

The oceanographic measurements concentrate on the determination of the vertical and horizontal distributions of temperature, salinity and currents. The location of fronts will be specified through continuous observations of surface water temperature, salinity and light extinction from the ship. Some XBT sections are foreseen to extend the surface data into greater depths. CTD-measurements form the backbone programme at all stations of the experimental grids.

Besides the current component parallel to the front the perpendicular component is of even greater importance. The latter is particularly suitable for comparisons of field measurements with model results. The horizontal velocity vector will be derived from Omega- and ARGOS-drifters. Vertical profiles of the velocity will be obtained with the aid of a ship-borne doppler sonar.

2.2.2 The distribution of anorganic nutrients (AWI, IBLC)

Water samples from various depths will be analyzed to determine the anorganic nutrients nitrate, nitrite, phosphate, silicate and ammonium with an Auto-Analyzer. The growth of phytoplankton is dependent on the provision of nutrients. In a statically stable water layer a high production of phyto- and zooplankton may lead to an exhaustion of nutrients, although some are released again by zooplankton and remineralization.

Some nutrients can be used as tracers for water mass identification. Especially silicate, phosphate and nitrate are important oceanographic tracers since they are nearly conservative in the deep water. Our studies will also contribute to chemical budget estimates of the Atlantic and Arctic Oceans.

2.2.3 Particulate organic matter and phytoplankton (AWI)

The particulate organic matter of the water mass in which phytoplankton is predominantly located, forms the main nutrient basis of the pelagic herbivores. The particle distribution depends on biological processes as well as on physical conditions of the water mass. In order to spatially relate biological and hydrographic measurements to each other, vertical profiles of chlorophyll fluorescence and beam attenuation will be observed. These two measurements will also enable us to distinguish between living and dead particles. Chlorophyll fluorescence is continuously measured at the sea water inlet together with particle sizes. For calibration of the fluorescence probe and for characterization of food quality available to the herbivores, water samples from various depths will be analyzed for chlorophyll - a, CHN, protein, carbohydrates and lipids. Chromatographic separation of the chlorophylls and their derivatives by HPLC will allow for a fast quantitative estimate of the presence of algae groups such as diatoms, dinoflagellates, prymnesiophytes, coccolithopnorids

etc. This method supplements Utermoehl counts, in which flagellates and other groups are mostly difficult to distinguish and to conserve.

2.2.4 Primary production and phytoplankton experiments (RWTH)

The following investigations contribute to this project:

- Quantitative and qualitative analyses of the various phytoplankton populations in the region of the Polar Front, the Arctic Front, the East Greenland- polynya and the Arctic Basin with special emphasis on phytoplankton smaller than 20 μm . The results of the Utermoehl counts will be calibrated against the optical measurements (Ocean Colour Monitoring) and against phytoplankton biomass estimations via pigment analyses.
- Estimations of the primary production on the basis of its ^{14}C -assimilation in the samples from the 100 %, 50 %, 30 %, 16 %, 8 %, 1 % and 0,1 % light depths and the contribution by plankton smaller than 3 μm , between 3 μm and 20 μm and larger than 20 μm to the photosynthesis.
- Determination of the ^{14}C -patterns in the photosynthetic end products lipids, carbohydrates and proteins. Experiments with natural plankton populations and with isolated species under well controlled light- and temperature conditions are planned to be carried out simultaneously.
- Analysis of lipid-, carbohydrate-, and protein content of the various natural phytoplankton populations with regard to their qualitative usefulness as food supply for the herbivores.
- Continuous determinations of POC (particulate organic carbon) and PON (particulate organic nitrogen).
- Grazing experiments with selected primary consumers in unialgal cultures of quantitatively important species as Phaeocystis pouchetii and Chaetoceros- and Thalassiosira-species,
- Derivation of primary production and chemical composition from autecological experiments with isolated dominant phytoplankton species growth. Additional tests are planned to study the survival strategies of phytoplankton during the arctic winter.

2.2.5 Photosynthesis/ irradiance relationships (GPE)

Light is extremely important in the regulation of regional productivity. Therefore photosynthesis/irradiance relationships will be determined in populations under the ice in the marginal ice zone and in the open water. Samples from known depths will be subdivided into 32 vials and will be incubated with ^{14}C - CO_2 . Each sample is illuminated with different amounts of light, thereby providing photosynthesis over a wide range of light intensities. The results will be fitted by a hyperbolic function. The initial slope, the maximum rate, and the photoinhibition constant are

determined. These experiments will be interpreted with similar measurements which are planned to be carried out during March-April 1987 in the same region. Thus, a temporal pattern can be established in the northernmost open polar ocean.

2.7 Nitrogen uptake and regeneration (GPE)

Nitrogen exerts a strong control on the primary production of the East Greenland Sea, particularly after the spring bloom. Therefore, emphasis will be placed on the experimental investigation of N (nitrate, ammonium and urea) uptake, and on nitrogen regeneration by microbial (bacteria, microflagellates and microzooplankton) populations. In addition, during periods of nitrate depletion, an independent measure of N uptake will be utilized to determine the incorporation of $^{14}\text{-CO}_2$ into protein. During periods of N limitation, it has been shown that the protein pool in phytoplankton is conserved, and its concentration is tightly correlated with growth and N assimilation.

The experimental procedure is as follows:

Nitrate and ammonium uptake will be measured by adding trace amounts of the $^{15}\text{-N}$ -isotope. The isotope is incorporated during photosynthesis and growth, and can be determined quantitatively after filtration. Ammonium regeneration is measured by a procedure similar to the tracer experiments described above. Regeneration over periods less than 24 hours occurs at the expense of preformed N (i.e. not labeled with $^{15}\text{-N}$). This dilution effect can be mathematically related to rates of regeneration. Both experiments require determinations of ambient concentrations of nitrate and ammonium at the beginning and end of the experiments. In addition, concentrations of particulate N in the same samples will be measured to calculate specific rates of uptake and regeneration.

Estimates of the production of protein during photosynthesis will be conducted by a variation of the physiological assay. In these experiments natural populations are inoculated with $^{14}\text{-CO}_2$, incubated in the light and filtered after incubation as in a normal productivity determination. A replicate filter is extracted with cold TCA, thereby removing soluble compounds like aminoacids and polysaccharides, leaving protein behind.

2.2.7 Distribution of herbivorous zooplankton (IfMK, AWI)

The biomass of secondary producers and their vertical distributions reflect the energy flux from phytoplankton to zooplankton. During the frontal studies biomass and species distribution will be determined from Nansen net samples. During approach and departure from the station grids and over the Greenland Sea Gyre the vertical distribution will be studied in detail using the Hydrobios multinet.

2.2.8 Life cycles and production of herbivorous zooplankton (AWI)

In the areas of interest the copepods Calanus finmarchicus, C. glacialis, C. hyperboreus and Metridia longa form by far the largest part of the biomass. The three Calanus species have a distinct life cycle with a resting, non-feeding stage from summer to spring and a relatively short growth period in spring and early summer. The life cycle of Metridia longa is hardly known. Life cycle and production of these species will be studied using various approaches namely

- the activity of the digestive enzymes amylase and trypsin indicating whether the species is in a resting or active condition
- the state of development of female gonads indicating to which extent this species stays in a phase of reproduction
- in consideration of mature gonads. In this case the egg production of female C. finmarchicus and C. glacialis is strictly correlated with the nutritional state. Since the females are not growing themselves the egg production can be taken as a measure of the net-production under the observed food condition. Results are obtained from 24 hours incubation studies of selected females from bongo net hauls under in-situ conditions.

2.2.9 Copepod grazing (AWI, SIO)

The relationship between particulate organic matter and food uptake by herbivores will be studied qualitatively and quantitatively. Pigment determination from gut contents and faecal material indicate algal composition in the diet. Knowing the gut passage time, which will be determined experimentally, ingestion rates can be calculated from gut contents. For these measurements copepods from bongo tows are screened over gauze and immediately preserved by spraying with dry ice. Under the microscope the various stages are then sorted and their pigments are measured by HPLC.

Indirect estimations of the grazing pathways in the water column will be possible from the distribution of chlorophyll derivatives, assuming that copepod and microzooplankton digestion result in different degradation products. This hypothesis will be tested experimentally by feeding various algal species from cultures and examining the pigments in the faecal material.

2.2.10 Zooplankton experiments (AWI, IfMK, SFSU)

Experiments will be performed in order to assess the limitations and validity of the proposed measurements as well as to further study food relationships and physiology. Thus reproductive biology will be studied with regard to temperature dependence and response time of egg production under various food conditions. To

examine the regulatory mechanisms of egg production - modulation of spawning frequency or clutch size - single females will be incubated and their egg production will be controlled.

Lipid metabolism in arctic herbivores is of special importance since reserves for the wintering period are deposited as lipids. Lipid composition was found to reflect the physiological condition and the nutritional history in two different time scales. A triacylglycerol content indicates recent feeding history while wax ester content is the integrated result of feeding over several days. These hypotheses will be tested by feeding copepods a certain diet over several days. The method would be extremely helpful in the case of non-reproductive and slowly growing species like Calanus hyperboreus, where other methods fail.

During previous expeditions mass occurrences of the mucous forming colonies prymnesiophyt Phaeocystis pouchetii were found especially in the frontal regions, where they formed distinct subsurface chlorophyll maxima with concentrations of up to 20 mg Chla/m³. The nutritive value of this species for copepods is still open. Egg production of copepods will be studied in the laboratory using cultured Phaeocystis in combination with other algae.

2.2.11 Remote sensing (AWI, SIO, SFSU)

The temporal and spatial scales of frontal processes require synoptical measurements over larger areas which are usually not possible with ships. Remote sensing, however, can help in providing instantaneous information of this kind. Therefore in this study airborne and satellite sensors will be applied to complement the ship's measurements.

Daily overflights following an extended grid pattern with an optical sensor, the VLOCS, mounted on AWI DO 228 airplane are planned. VLOCS (Visibility Laboratory Ocean Color Sensor) is a prototype portable multichannel radiometer system for use on various airplanes to measure ocean color. Radiance will be measured twice per second with 10 channels (410-730 nm) by 10 monochromatic photodiodes mounted in an integrating aluminum sphere. Radiance and position data are stored on floppy discs of a personal computer.

Together with the ground truth data on various optical parameters and pigment distributions provided by the ship during overflights, an algorithm will be developed to convert radiance data into pigment concentrations. Radiance data are expected to provide the spatial distribution and variability of pigments in frontal areas. In addition, the airplane will help to identify the location of the Polar Front and to document the ice cover by aerial photography. The airplane is stationed at Longyearbyen, Svalbard. Its missions will be closely correlated with the measurements on "Polarstern".

Visible and infrared images of polar orbiting satellites will be collected at the receiving station in Dundee. They are especially valuable for the understanding of large scale oceanographic patterns.

2.2.12 Remote Sensing of Sea Ice - Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I) Validation (AES, DFVLR)

This programme contains three main objectives, namely

- to validate the Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I) on a polar orbiting weather satellite of the U.S.A. Defense Meteorological Satellite Program (DMSP).
- to provide near real-time ice information to validate a new algorithm for use with the SSM/I and to demonstrate its usefulness during "Polarstern's" operations in ice-covered waters.
- to collect in-situ 37 GHz dual polarized brightness temperatures as "Polarstern" traverses the ice.

It is expected that the new DMSP weather satellite with an operational SSM/I passive microwave radiometer will be launched in May 1987. The Greenland Sea provides both, first-year and old ice signatures at the early start of the melt period. Advanced stages of surface deterioration which are expected later will be utilized for sensor validation.

During the passage of pack ice we will provide ice information in support of the ship's operations. Ice charts received from Toronto via INMARSAT based on the all-weather, day and night capability of the SSM/I can provide useful navigational information.

The data of a fully automated 37 GHz dual polarized radiometer attached to the railing of the ship shall support the 37 GHz channel on the SSM/I by providing brightness temperatures over long baselines for intercomparison. During periods when the ship is stationary, radiometric maps of ice floes and sea surface conditions will be generated. Surface measurements of snow including the content of liquid water and depth will be conducted on snow samples and will be analyzed primarily with respect to salinity and density of the snow.

2.2.13 SEABEAM-Measurements (AWI)

The Fram Strait survey with the aid of the SEABEAM which has been started during recent years will be continued to complete the bathymetric chart of Fram Strait.

The ship's positioning will be based on GPS, if enough satellites are available, otherwise the ship's normal satellite system will be used. GPS-positions will be displayed on the bridge to support navigation during the SEABEAM measurements.

The SEABEAM data will be stored on magnetic tape and on the ship's computer's disc (VAX 11/750).

The post-processing of SEABEAM data will to a certain extent be carried out onboard already to obtain bathymetric work charts.

2.2.14 Atmospheric Ozone profiles (AWI, SPUM)

A containerized newly developed ozone laser system will be installed on the upper ship's deck. During the first two cruise legs tests will be made to measure the vertical ozone distribution in the height range from 5 000 to 50 000 m. If the system works satisfactorily even during daylight conditions the container will be unloaded at Tromsø. The observational programme will then be continued in cooperation with Norwegian institutions on Svalbard in order to study the annual variations of the atmospheric ozone concentration.

3. Leg Cruise Ark IV/2

3.1 General Remarks

The second cruise leg of "Polarstern" comprises interdisciplinary work in two different areas, namely the Fram Strait between Svalbard and Greenland and the western Greenland Sea. The activities in Fram Strait form a continuation of measurements which have been started in 1983. The investigations in the Greenland Sea contribute to the international Greenland Sea Project which commences this year.

3.2 The scientific programme

3.2.1 Physical oceanography (IFMH, AWI, PMEL, SIO, NPI, RNL)

The investigations are aimed at quantifying the water mass exchanges between the Arctic Ocean and the European Subarctic Seas and at identifying the role of these exchanges on the deep water renewal in the Greenland Sea. The key region for investigating water mass exchanges is Fram Strait. Transport estimates by means of repeated hydrographic sections, long-term moored current meters and bottom pressure recorders are underway since 1983 and will be continued during this cruise leg. The scope of the investigations in Fram Strait will be widened by a new programme component to determine the role of the polar waters, the return atlantic flow and the deep arctic outflow in the Greenland Sea. The Greenland Sea is one of the few areas of the world ocean where surface water sinks into deeper layers and spreads throughout the ocean basins. This climatologically important process is controlled by a number of mechanisms which are not yet fully understood. The above mentioned southward flows are expected to be important. We plan to observe these flows by means of temperature, salinity, oxygen, nutrients and radioactive

tracers measured along sections shown in Figure 3. In addition current meter moorings will be deployed at positions also indicated in Figure 3.

3.2.2 Sea-ice investigations (DHI, NPI, AES, YU, NCAR, NN)

The distribution and composition, the transport and the mechanical properties of sea ice of the Greenland Sea will be determined. Both traditional and new methods will be used for charting. Among the new methods the satellite borne passive microwave radiometers are of special importance since they provide ice observations independent of daylight and cloud coverage. The data will be utilized to improve algorithms by which distinctions are made between ice of different age, snow cover and melt water. The least known parameter for estimating ice transports is the ice-thickness. The latter will be measured by means of sonars scanning the underside of the ice and by upward-looking echo-sounders located on top of current meter moorings (see Figure 3). The mechanical properties of the ice will be studied both by field measurements and laboratory analyses of ice cores.

3.2.3 Planktological investigations (AWI, IFMK, RWTH, BAH, FIS, MPIL, SIO, IOCB, UOT, TCES, ITE)

The plankton-research during the second cruise leg will focus on biological processes within the water masses of the Greenland Sea which are separated by strong frontal zones and by the annually varying ice cover. These conditions impose a high variance on factors affecting the foodchain-dynamics. The studies consist of two elements: (I) Field sampling to derive the regional distribution of various bacteria-, phyto- and zooplankton populations and their composition. (II) Experimental work on board the ship, focussing on metabolic activity and energy transfer. For these purposes measurements of metabolic activity rates as a function of temperature and body size, rates of primary productivity and photosynthesis, ¹⁴C pattern and division rates of dominant species are planned. Experiments on food-uptake and analyses of stomach-contents as well as studies of the ecological significance of grazing of the abundant ice-algae phaeocystis will be added. Finally, improved methods to determine the biomass, the activity and the structure of bacteria populations under ship-board conditions will be applied.

3.2.4 Medical conditions related to work at sea (BNI)

Data on micro-climatological, light-physiological, acoustical, ergonomic and hygienic conditions for work on board a vessel will be gathered. In addition, experiments on body-heat of persons working in a low temperature environment and experiments on sea-sickness and its prevention are planned.

4 Cruise leg Ark IV/3

4.1 Introductory remarks

The eastern Arctic Basin, also called the Nansen Basin (Figure 4), is covered permanently by sea-ice and is therefore largely unknown. With the exception of Nansen's FRAM expedition in the late 19th century, most oceanographic and geologic information comes from limited samples obtained from two ice islands, FRAM I and FRAM IV. The third leg of the RV POLARSTERN during the summer of 1987 is devoted to penetrating as far north as possible into the eastern Arctic Basin (Figure 5). The primary objectives of the cruise are to investigate the modern depositional and oceanographic environment and the paleoceanographic and tectonic development of the eastern Arctic Basin. These objectives require a multidisciplinary approach: the depositional history will be investigated through sediment sampling and stratigraphic analyses, the tectonic evolution through heat flow, gravity, and magnetostratigraphy and the modern depositional and oceanographic environment through hydrographic, nutrient, water mass tracers, sediment trap/ suspended sediment investigations, plankton tows and sampling of sea ice.

RV POLARSTERN will depart Tromsø on July 4, 1987. The route to the eastern Arctic Basin depends on sea-ice cover, but probably will be through the Barents Sea east of Svalbard, as this area usually is not as extensively covered by ice. The transect deep into the Arctic Basin will begin north of the Svalbard Archipelago, and as far east as possible, hopefully between 30-35°E (transect A, Figure 5). Approximately one oceanographic and geologic station will be occupied each day over the deep basin with more sampling near the basin boundaries and other selected locations. If the sea-ice conditions prove too difficult to proceed farther north, another northern transect will be attempted to the west, over the eastern flank of the Yermak Plateau (transect B, Figure 5). Should this transect also prove impossible, RV POLARSTERN will proceed to the Fram Strait, continuing oceanographic and geologic stations and sea-floor mapping with SEABEAM (area C, Figure 5).

4.2 Research Programmes

4.2.1 Physical oceanography (DHI, SIO, APL/UoW, LODYC)

The primary oceanographic objective is to determine the physical and chemical characteristics of the interior eastern Arctic Basin waters from the surface to the bottom, away from lateral boundaries, and the secondary objective is to identify principal boundary currents. These objectives will be addressed by hydrographic profiling and float deployment.

Oceanographic stations will be obtained on transects, in parallel with geologic stations, every 1000 m depth change or at 10 nm, distances whichever happens first. Station sampling will consist

of CTD/rosette casts from the sea surface to the ocean bottom with 24 10-liter water samples per cast. Current/ temperature profiles to 1500 m depth, or to the bottom, will be made at each station using expendable profilers. These will be launched either directly from the ship or from nearby ice floes. Densely spaced temperature sections will be made in boundary current regions using XBTs. Hydrographic and current information obtained from these stations will serve as the basis for understanding of the present thermohaline and oceanic circulation of the eastern Arctic Basin.

The following instrument packages will be deployed for direct measurement of Arctic ocean kinematics: SOFAR floats in the vicinity of the Yermak Plateau, 2 autonomous listening stations north of Svalbard, ARGOS buoys on sea-ice north of 85° N.

4.2.2 Tracers and nutrients (SIO, UGÖ, BIO, IUPH, WHOI)

Extensive tracer and nutrient sampling will be undertaken during this cruise to understand the ventilation, structure and circulation of the Arctic Ocean. Several hypotheses on the development of Arctic Ocean water masses will be tested. For example, one assumption is that the eastern Arctic Basin is ventilated by dense continental shelf water masses which form during winter on the continental shelf and flow down the slope into the Arctic deep basin. The water may then either spread out evenly to fill in the deep basins, or become incorporated in a deep boundary current. This water should be easily identified as having a continental shelf-type tracer and nutrient signature.

In another, related problem, sampling of short residence time heavy metals shows very strong advective signals in the water masses which were formed in the Arctic. The Arctic signatures contain elevated concentrations, which could come from enriched surface waters (e.g. from the European Shelf as for radiocesium) or from fluvial, aeolian or shelf inputs to the Arctic basins themselves. Analysis of samples from the high Arctic may help to locate the origin of the distinctive signals, and enable them to be used as tracers.

Using water samples obtained on the CTD/rosette casts, onboard analysis will be provided for salinity, oxygen, and nutrients. The water samples will also be used for chemical constituents of the water column; alkalinity, carbonate, pH, calcium and chloro-fluoromethanes (F-11 and F-12).

Separate water samples will be obtained at selected locations for ^{14}C , ^3H , ^3He , and ^{18}O ; for actinide (Th, Pu, Am), Ra isotopes, ^{210}Pb on suspended particles in solution, Cs isotope profiles, ^{90}Sr determination, trace metals, ^{85}Kr ; and heavy metals Al, Be, Bi.

Heat flow measurements will be carried out at selected geologic locations. Supplementary to the in situ temperature profiles, thermal conductivity will be determined on core samples. These data characterize the thermal state of the crust and together with bathymetric data, allow an estimate of its age.

On all core material recovered, continuous and complete logs of the p-wave velocities and magnetic susceptibilities will be recorded. In addition to an extensive sampling programme for magnetostratigraphic purposes, preliminary shipboard paleomagnetic measurements will be carried out. Important contributions are expected from these results in resolving stratigraphic and paleoceanographic problems.

4.2.8 Marine geology (GIK, WHOI, BIO, FG/UB, AWI)

Bathymetry, geology and depositional environment of the eastern Arctic Basin are only poorly known. Samples from the only four high Arctic sediment cores > 40 million years old, indicate an early, restricted, oxygen-deficient basin in a temperate climatic regime, with upwelling and high productivity. Dropstones and other characteristics of the next oldest cores, < 5 million years old, indicate that the region was dominated by glacial conditions. During the intervening period, the Fram Strait opened, forming a marine connection between the Norwegian-Greenland Sea and the Arctic Ocean. Opening of the Fram Strait permitted northward passage of warm water from the North Atlantic and southern transport of cold and fresh Arctic water and sea-ice, which now is so important for ventilation of the world ocean and maintenance of climatic zonations of the northern hemisphere. To date, no deep ocean sediments have been recovered from the post-Eocene to the pre-Upper Miocene which could document this crucial tectonic, paleoceanographic and climatic evolution.

The primary geologic objective of this cruise is to obtain long, continuous, and large diameter (30 cm) box cores from the deep eastern Arctic Basin and provide an accurate and precise stratigraphy for these cores. Supplementary piston, gravity and box cores will also be obtained. Extensive sampling and analysis will be conducted onboard (detailed in the following sections) to interpret the paleoceanographic record and such major problems as the timing of the opening of the Fram Strait and the introduction of warm Atlantic water into the eastern Arctic Basin; the initiation of and variations in sea-ice cover and glaciation; and parameters controlling biologic productivity.

4.2.8.1 Stratigraphic analysis (GIK, FG/UB, AWI, BIO)

Cores will be opened on board and the sediment type, color, approximate grain size, and layering will be described. The abundance, species composition and preservation state of planktonic and benthonic foraminifera, pollen-spore assemblages and dinoflagellates, pteropods, coccoliths, and radiolarians/siliceous microfossils will be determined through microscopic investigation. Further analyses to be conducted onshore include

more detailed stratigraphic analyses, determination of the isotopic composition of planktonic and benthonic foraminifera, and organic matter studies for ^{13}C , ^{15}N , C:N.

4.2.8.2 Porewater chemistry (FG/UB, GIK)

Porewater squeezing will be undertaken to describe and understand precipitation and dissolution processes at the sediment-water interface and within the sediment in relation to material flux to the sea floor. Chemical parameters such as pH, Eh and alkalinity will be measured on board from pore water samples, and further analyses of chemical constituents will be conducted on shore. Computer programs will be used to calculate mineral mobilities. SEM investigations are planned on the sediment to identify precipitation and dissolution processes.

4.2.3 Suspended sediment distribution (GIK, WHOI)

Elevated concentrations of suspended particulate material can be expected to occur in the vicinity of boundary currents and in continental shelf waters which have been advected into the middle or deep water of the Arctic Ocean. Understanding of the present-day sedimentary and depositional environment and sediment fluxes will be furthered by determining regions of sediment resuspension or advection. In addition, coupling of observations of particulate material and hydrographic, nutrient, and other tracer data information will yield new insights to the origin and dynamics of the Arctic water masses.

A profiling transmissometer (80 cm path length) will be attached to the CTD/rosette system to provide continuous output of light attenuation (which is related to the concentration of particles in suspension) with depth. Based on these profiles, water samples will be taken at selected depths, and filtered for later analysis of concentration, composition, and grain size distribution of suspended particulate material. These observations of suspended particulate material will then be compared with previous data from Fram Strait (profiles and sediment traps), and the data from the transmissometer on the floating sediment trap to be deployed on this cruise.

4.2.4 Plankton (RWTH Aachen, FG/UB, GIK, BIO, AWI)

The results of the MIZEX '83 and '84 expeditions to the Fram Strait show that biological processes forming the high Arctic pelagic production cycle are closely related to water mass transport and layering and to dynamics of frontal zones and eddies. For example, the geographic distribution, community structure, and seasonal development stage are found to be affected by the different origin of the three main water masses, North Atlantic Water, Arctic Water and Polar Water.

On this cruise biologic observations will be extended into the eastern Arctic Basin. The upper 150 meters of the water column will be sampled by bongonet and biorosette for analysis of biologic activity, while several deeper samples (500-0 m) will be obtained with a multinet for zooplankton analysis. A membrane pump will be applied while the ship is underway to sample for radiolarians/siliceous microfossils. Special attention will be given to the distribution of planktonic foraminifera, radiolarians/siliceous microfossils, dinoflagellates and pteropods in relation to sea-ice distribution and the recent taphocoenosis in box core samples. Nets with large openings and multinetts will be used to collect sufficient material for size distribution and for ^{18}O , ^{13}C , ^{14}C and amino acid analysis.

To some extent the distribution of zooplankton in the Arctic Ocean has been studied, but neither physiological nor production investigations have been carried out so far. Measurements of digestive enzymes, egg production and grazing of herbivorous copepods, continued from the previous legs, will provide insight into the growth and reproductive cycles of herbivores in the high

Arctic. These measurements will then be related to abundances of particulate matter as measured by chlorophyll fluorescence and beam attenuation.

4.2.5 Aerial particulates (BIO)

Aerial particulates ($> 3 \mu\text{m}$) will be sampled onboard with a large volume vacuum sampler, and whenever possible, from a collection of fresh snow and the surface ice.

4.2.6 Sea-ice (WHOI, CRREL, FG/UB, GIK, AWI, Utü, BIO)

In conjunction with the geologic investigations, the present-day depositional processes under sea-ice will be investigated. The major questions are: How important is sea-ice for the depositional environment? Does sea-ice transport and deposit large amounts of lithogenous material, and if so, where and when? What effect does sea-ice have on biologic production, and how is productivity related to the status of the ice (e.g. melting vs. freezing)?

Information from sediment traps deployed in previous years in the Fram Strait and near Bear Island indicates that sea-ice may be an important contributor to the sedimentary budget. Ice cores will be obtained in selected locations to determine the content and composition of particulate material and sea-ice ecology including: sediment lithology and concentration, species distribution and isotopic composition of plankton, and physical properties of the ice.

In addition, a floating sediment trap will be deployed from an ice floe at the most northerly point reached on the cruise. A recording transmissometer and hydrographic instruments are attached to the trap. This instrument package will float out of the eastern Arctic Basin along with sea-ice transported through the Fram Strait, obtaining a time series of samples.

4.2.7 Geophysics (FG/UB, LDGO, JSS, AWI)

The plate-tectonic evolution of the eastern basin of the Arctic Ocean and the Fram Strait has implications beyond the confines of the north polar region. Tectonic processes in this area may have substantially influenced the development of such important paleoceanographic events as the Quaternary climatic regime on the northern hemisphere, North Atlantic Deep Water formation, and deposition of large sediment drifts in the north Atlantic Ocean since Middle Eocene. Geophysical measurements will be obtained with the aim of improving the still poor tectonic and paleoceanographic data base with new results, from methods which have not been used before in the Arctic. Due to the expected extensive sea-ice coverage, seismo-acoustic measurements will be mainly limited to the operation of the 3.5 kHz subbottom profiler and the SEABEAM system of the RV POLARSTERN. Gravity will be recorded along these profiles.