



Expeditionsprogramm Nr. 39



FS "Polarstern"

ARKTIS XI/2

"Herbst in der Grönlandsee"

22.09.1995 - 29.10.1995

Tromsø - Bremerhaven

1. Nov. 1995

Fahrleiter/Chief Scientist

Prof. Dr. G. Krause

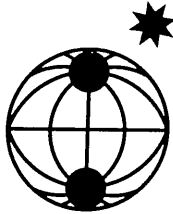
Z 432

**39
1995**



ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
Bremerhaven, Juli 1995

Expeditionsprogramm Nr. 39



ARKTIS XI/2

"Herbst in der Grönlandsee"

FS "Polarstern"

22.09.1995 - 29.10.1995

Tromsø - Bremerhaven

Fahrtleiter/Chief Scientist:

Prof. Dr. G. Krause

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
Bremerhaven, Juli 1995

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
Inhaltsverzeichnis	1
1. Zusammenfassung	3
2. Zeitplan/ Reiseroute	4
3. Forschungsprogramme	5
3.1 Meteorologie	5
3.2 Physikalische Ozeanographie	6
3.3 Chemie	9
3.4 Zooplanktonuntersuchungen	10
3.5 Multidisziplinäre Untersuchungen von Meereis	11
3.6 Bathymetrie	12
3.7 Projekte des Sonderforschungsbereichs 313 an der Universität Kiel	12
Beteiligte Institute	17/18
Fahrtteilnehmer	19
Schiffsbesatzung	20

Contents

	<u>page</u>
Contents	1 / 2
1. Summary	21
2. Time Table/ Cruise Track	22/ 4
3. Research Programmes	22
3.1 Meteorology	22
3.2 Physical Oceanography	23
3.3 Chemistry	24
3.4 Zooplankton	25
3.5 Multi-Disciplinary Investigations of Sea-ice	26
3.6 Bathymetry	27
3.7 Projects of Sonderforschungsbereich 313 a joint research programme at Kiel University	28
Participating Institutions	17/18
Participants	19
Ship's Crew	20

1. ZUSAMMENFASSUNG

Feldmessungen über meteorologische, ozeanographische, chemische und biologische Prozesse in der Grönlandsee und der Framstraße wurden überwiegend auf Expeditionen im Frühjahr und im Sommer gewonnen, vereinzelt liegen auch Datensätze aus den Wintermonaten vor. Besonders lückenhaft sind dagegen Beobachtungen während der schnell abnehmenden Einstrahlung und der damit beginnenden Abkühlungsphase im Herbst. Die Expedition ARK XI/2 soll unter dem Motto "Herbst in der Grönlandsee" dazu beitragen, unsere Kenntnisse über physikalische, chemische und biologische Vorgänge in dieser Jahreszeit zu erweitern.

Im Bereich der Meteorologie steht die Messung oberflächennaher turbulenter Flüsse von Masse, Impuls, Wärme und Wasserdampf mit neuen Geräten an Bord und mit einer Schleppsonde vom Hubschrauber aus im Vordergrund. Großräumig werden parallel Temperatur- und Eisfelder über Sensoren der NOAA-Wettersatelliten erfaßt.

In der physikalischen Ozeanographie geht es hauptsächlich darum, die Ausgangssituation der Wassermassenschichtung vor und während des Beginns der winterlichen Konvektion zu erfassen. In engem Zusammenhang dazu stehen die Nährsalzmessungen, die neben Temperatur und Salzgehalt u.a. zur Charakterisierung von Wassermassen herangezogen werden.

Weitere Untersuchungen der Meereschemie konzentrieren sich auf Lipide, die für das Überleben von Organismen in den winterlichen Polargebieten eine wichtige Voraussetzung bilden. Außerdem sollen natürliche Halogenverbindungen untersucht werden.

Im Anschluß an das Internationale Arktische Polynya-Projekt soll im Bereich der Nordostwasser-Polynya herausgefunden werden, welche Entwicklungsstadien von Zooplanktern auf dem Schelf überwintern.

Einen breiten Raum werden multidisziplinäre Studien über die Neueisbildung und ihre Auswirkungen auf Organismen und die Biomasse im gesamten Untersuchungsgebiet einnehmen. Dazu werden u. a. Videoaufnahmen und photographische Verfahren in der Grenzschicht unter dem Eis eingesetzt, Eisbohrungen und Probenentnahmen durchgeführt.

Sechs Projekte des Sonderforschungsbereichs 313 an der Universität Kiel gehen der Frage nach dem Schicksal der pelagischen und eisassoziierten Produktion sedimentationsfähiger Partikel in der Wassersäule und am Meeresboden nach. Dabei sollen die pelagischen Produktionsprozesse für Organismen und der vertikale Partikelfluß in der Wassersäule erfaßt sowie die Auswirkungen auf die Benthosgemeinschaften am Meeresboden untersucht werden. Ferner gehören dazu auch die geochemischen Abbauprozesse des organischen Materials im Sediment. Damit sollen verbesserte Voraussetzungen für die Rekonstruktion der hydrographischen Verhältnisse im Spätglazial und im Holozän aus Bodenproben in einem teilweise mit Eis bedeckten Seegebiet geschaffen werden.

Neben diesen auf die speziellen herbstlichen Bedingungen zugeschnittenen Vorhaben ist geplant, ein Teilgebiet der Framstraße bathymetrisch zu vermessen und zahlreiche Strommesserankerungen aufzunehmen und teilweise neu auszulegen.

3. FORSCHUNGSPROGRAMME

3.1 METEOROLOGIE

3.1.1 **Atmosphärische Turbulenzmessungen über Eis und offenem Wasser: Ein Vergleich der Hubschrauberschleppsonde HELIPOD mit einem neuen schiffsfesten Meßsystem**

(AWI, IMK)

Für die zunehmend aufwendigeren Modellrechnungen im Zusammenhang mit zu erwartenden Klimaänderungen muß global die Kenntnis der Energieflüsse an der Erdoberfläche gegenüber bisherigen Meßgenauigkeiten noch um etwa eine Größenordnung verbessert werden. Da die Polarmeere besonders wichtig für den Antrieb der ozeanischen Zirkulation sind, kommt dabei der Untersuchung des ozeanisch-atmosphärischen Wärme- und Impulsaustausches in den Polarregionen eine besondere Bedeutung zu. Infolge der relativ schwierigen Meßbedingungen sind aber gerade hier die relevanten Kopplungsparameter bislang nur unzureichend bekannt.

Zur hochauflösenden in-situ-Messung der bodennahen turbulenten Flüsse von Masse, Impuls, sensibler und latenter Wärme sowie Wasserdampf werden deshalb auf dem Fahrtabschnitt ARK XI/2 ein neues schiffsfestes Meßsystem und die Hubschrauberschleppsonde HELIPOD eingesetzt. Das schiffsfeste System besteht aus einem am Bugausleger ausfahrbar und klappbar installierten 17 m langen Meßmast. Bei ruhendem Schiff sollen im Höhenbereich zwischen 3 und 20 m über dem Meeresspiegel Turbulenzmessungen durchgeführt werden. Der Mast ist in fünf logarithmisch gestaffelten Höhen mit Ultraschallanemometern, Thermometern mit PT-100 Temperaturfühlern, mit einem Lyman-Alpha-Hygrometer sowie einem Taupunktspiegel ausgerüstet. Während der Mastmessungen wird die "Polarstern" mit dem Bug in den Wind gedreht, um Störungen des Windfeldes durch Schiffskörper und andere Schiffsstrukturen möglichst gering zu halten.

Die Hubschrauberschleppsonde HELIPOD ist ein sensorisch, navigatorisch und energetisch autonomer meteorologischer Meßträger, der an einem ca. 15 m langen Seil aerodynamisch selbststabilisierend unter einem Hubschrauber geschleppt wird. Seine meteorologische Meßausstattung umfaßt eine 5-Loch-Sonde zur Messung des statischen Druckes und des Windvektors, zwei Temperatursensoren mit unterschiedlichem Trägheitsverhalten, einen Feuchte-meßkanal mit Humicap, Taupunktspiegel und Lyman-Alpha-Hygrometer sowie ein Strahlungsthermometer. Der HELIPOD wurde bereits während des Fahrtabschnitts ARK X/1 im Sommer 1994 erstmalig von Bord der "Polarstern" aus testweise eingesetzt.

Wissenschaftliches Ziel der geplanten Messungen ist die möglichst genaue Bestimmung kleinräumiger Flächenmittelwerte der turbulenten Flüsse bei verschiedenen Schichtungs- und Wetterbedingungen, die gleichzeitige Messung bodennaher Vertikalprofile der turbulenten Flüsse nach der Profilmethode und ein umfassender Vergleich der beiden einander ergänzenden Meßsysteme. Dazu ist geplant, mit dem HELIPOD in Schiffsnähe in verschiedenen, jeweils konstanten Höhen zwischen 10 und 100 m über Meeresniveau bei einer möglichst konstanten Geschwindigkeit von ca. 40 m/s verschiedene windparallel bzw. -senkrecht ausgerichtete Flugmuster abzuführen.

Als Flugmuster werden "L"-Doppelweg- und Rechteckmuster gewählt. Zum Erreichen einer ausreichenden Meßstatistik werden die Flugparameter auf jeder geraden Strecke für ca. 10 Min. konstant gehalten, was einem Flugweg von 24 km bzw. 60.000 Daten für jeden 100 Hz-Kanal entspricht. Außerdem ist geplant, den Flugweg des HELIPOD vom zweiten Bordhubschrauber aus mit einer Line-Scan-Kamera zu verfolgen und so aus einer Höhe von etwa 1000 m Oberflächenstrukturen sowie Eiskonzentrationen entlang des Flugwegs aufzuzeichnen. Die entsprechenden Daten ermöglichen eine Zuordnung der gemessenen turbulenten Flüsse zu der jeweiligen Eissituation. Die Messungen sollen durch Radiosondenaufstieg erfolgen, wobei erstmalig

ein neuartiges GPS-Windmeßsystem zum Einsatz kommt, mit dem auch in Bodennähe das Windprofil mit hoher Genauigkeit bestimmt werden kann. Zusätzliche Beobachtungen der Bordwetterwarte, Stationsmeldungen und Wetterkarten aus der Meßregion sowie aktuelle Satellitenbilder des Einsatzgebietes werden Informationen über Bewölkung und Meereisbedeckung liefern.

3.1.2 Meereisfernerkundung (AWI)

Das Arbeitsprogramm ist auf die detaillierte Erfassung des Meereises im Ostgrönlandstrom ausgerichtet. Hierzu gehören neben dem Empfang der Satellitendaten auch die Messungen der relevanten Größen in der näheren Umgebung des Schiffes. Unter der Verwendung von unterschiedlichen Meß- und Auswertetechniken soll das Experiment zum Verständnis der Massenbilanz des Meereises in dieser Region beitragen. In die Ableitung einer Massenbilanz für die Meereisbedeckung gehen die horizontale Ausdehnung, die Konzentration und die Driftgeschwindigkeit sowie die Eisdicke als Faktoren ein.

Die großräumige Eisverteilung ergibt sich aus den Messungen des Advanced Very High Resolution Radiometers (AVHRR) der NOAA-Wettersatelliten mit der spektralen Empfindlichkeit im sichtbaren und im thermisch-infraroten Spektralbereich. Das passive Radiometer erfaßt die Eisoberfläche mit einer horizontalen Auflösung von 1.1 km. Zeitlich hochaufgelöst werden die Daten an Bord des Schiffes empfangen. Zusätzlich zu dem Informationsgewinn während des Experiments, läßt sich aus den zeitlichen Veränderungen der Eisbedeckung das großräumige Geschwindigkeitsfeld für wolkenfreie Gebiete ableiten.

Mit Hilfe einer Videokamera und einem Laseraltimeter soll die kleinräumige Meereisverteilung (horizontale Auflösung im Bereich von weniger als einem Meter) und deren Rauigkeit vom Helikopter aus gemessen werden. Die Kombination der helikoptergestützten Messungen mit den Fernerkundungsmessungen erlaubt die Verifikation und Verbesserung der Auswertetechniken für die einzelnen Sensoren.

3.2 PHYSIKALISCHE OZEANOGRAPHIE

3.2.1 Erfassung der hydrographischen Verhältnisse während der Abkühlungsphase in der Grönlandsee (AWI)

Die zwei Feldphasen des Grönlandseeprojekts (1989 und 1993), in denen über längere Zeiträume eine Reihe internationaler Partner in der Grönlandsee gearbeitet hat, ergaben u. a. die wesentlichen Resultate, daß

- die Tiefenwasserbildung im Gegensatz zu früheren Vorstellungen nicht jedes Jahr stattfindet,
- die winterliche Konvektion jährlich verschiedene Tiefen erreicht (die Messungen lassen auf 2000 m bis wenige 100 m schließen),
- Bodenwassertemperatur und -salzgehalt ohne winterliche tiefe Konvektion kontinuierlich zunehmen.

Tiefe Konvektionsprozesse konnten nicht direkt beobachtet und damit die verschiedenen Modellvorstellungen zur Bodenwasserbildung nicht durch Messungen geprüft werden.

Wir gehen davon aus, daß schiffsgestützte Versuche, tiefe winterliche Konvektion direkt zu beobachten, keine großen Erfolgsaussichten haben, da die Konvektionsereignisse kleine räumliche Strukturen aufweisen und nur kurze Zeit dauern. Verankerte Meßsysteme können hierzu mit größerer Wahrscheinlichkeit Beiträge liefern, auch wenn sie andere systematische Nachteile haben.

Dagegen können durch Messungen von einem Schiff in zwei aufeinanderfolgenden Jahren die Vorbedingungen und Ergebnisse der Wassermassenmodifikation durch den zwischenliegenden winterlichen atmosphärischen Antrieb untersucht werden. Diese Untersuchungen führen zu Abschätzungen der Bildungsraten von Tiefen- und Zwischenwasser, der Wärmeinhalts- und Salzinhaltsänderungen dieser Wassermassen, der hydrographischen Vorbedingungen für Konvektion, der Bedeutung des Zusammenwirkens von Eisbildung und Konvektion und auch zu verbesserten Transportabschätzungen der Stromsysteme in der Grönlandsee.

Es ist offensichtlich, daß die Erfassung der Ausgangssituation für dieses Vorhaben unmittelbar vor der beginnenden Konvektion stattfinden muß, was bisher in der Grönlandsee nicht realisiert werden konnte.

Im Herbst 1995 soll die hydrographische Ausgangslage für Konvektion im darauffolgenden Winter bestimmt werden, und es sollen - bei beginnender Eisbildung - die ersten Veränderungen in den oberen Wasserschichten beobachtet werden. Dies geschieht auf dem langjährigen zonalen Standardschnitt des GSP auf 75°N (ca. 50 Stationen). Zusätzlich ist der Ersteinsatz eines selbstprofilierenden verankerten Meßsystems geplant, welches über ein Jahr tägliche Profile der gesamten Wassersäule aufzeichnen soll. Das System soll zur direkten Konvektionsbeobachtung in der zentralen Grönlandsee verankert werden.

3.2.2 Der Massen-, Wärme- und Süßwassertransport des Ostgrönlandstromes (AWI, APL, IMMH, NPI)

Der Ostgrönlandstrom bestimmt den Einstrom polarer Wassermassen aus dem Nordpolarmeer in die Grönlandsee und den Ausstrom in die Islandsee. Hierbei sind der Massen-, der Wärme- und der Süßwassertransport von Bedeutung. Die Wassermassentransformation in der Grönlandsee hängt von den Eigenschaften des zuströmenden Wassers ab, wobei besonders der Süßwasserzuström durch seinen Einfluß auf die Stabilität der Wassersäule von entscheidender Bedeutung für die vertikale Vermischung ist. Ein erheblicher Teil des Süßwassertransports erfolgt durch den Transport von Meereis. Im Süden der Grönlandsee bestimmt der Ostgrönlandstrom den Ausstrom modifizierter Wassermassen und damit den Einfluß dieses Meeresgebietes auf die großräumige Zirkulation.

Zur Erfassung der Struktur des Ostgrönlandstromes und seiner Transporte werden schon seit mehreren Jahren Messungen mit verankerten Geräten in der Framstraße und bei 75°N ausgeführt. Langzeitmessungen sind notwendig, um die Variation der Transporte zu erfassen. Hierbei ist in erster Linie die Bestimmung des jahreszeitlichen Ganges beabsichtigt, aber auch Veränderungen von Jahr zu Jahr werden erwartet. In diesem Rahmen sollen die in Tab. 1 aufgeführten Verankerungsarbeiten durchgeführt werden.

Tab. 1 Moorings in the Greenland Sea to be served during summer 1995

Code	Deployed	Recovery	Latitude	Longitude	Depth	Red.	Ter.W.

Meincke, IfM HH							
M1-94	1994 P	1995	79° 00.2'N	06° 01.6'W	547 m	Rd	D
GSM 05	1994 P	1995	75° 02.3 N	02° 54.9'W	3678 m	Rd	D
Aagaard, APL							
FWA-2'94	1994 P	1995	78° 59.3'N	04° 40.7'W	1534 m	Rd	D
FWA-1'94	1994 P	1995	79° 00.0'N	03° 15.9'W	2345 m	Rd	N
Vinje, NPI							
NP/94/V1	1994 P	1995	78° 59.8'N	03° 48.3'W	2086 m	R	N
NP/94/V2	1994 P	1995	78° 55.3'N	04° 59.5'W	1235 m	R	D
NP/94/V3	1994 P	1995	79° 04.8'N	07° 01.5'W	244 m	R	D
Fahrbach, AWI							
410-3	1994 P	1995	74° 57.7'N	12° 58.7'W	418 m	R	D
411-3	1994 P	1995	74° 59.8'N	12° 31.9'W	1002 m	R	D
412-4	1994 P	1995	74° 57.5'N	11° 36.9'W	2283 m	R	D
413-4	1994 P	1995	74° 59.5'N	10° 37.0'W	3073 m	R	D
414-3	1994 P	1995	74° 52.6'N	07° 45.6'W	3400 m	R	D

R = Recovery only
Rd = Redeployment
D = Deployment only
Dr = Dredging
D = Danish waters
N = Norwegian waters
L = deployed by Lance
P = deployed by "Polarstern"

3.3 CHEMIE

3.3.1 Nährsalzuntersuchungen (AWI)

Die Untersuchungen der Nährsalze stehen in engem Zusammenhang mit den biologischen und hydrographischen Untersuchungen. Während des Grönlandsee-Schnitts und auf dem grönländischen Schelf und am Hang werden die Nährsalzkonzentrationen bestimmt, um im Vergleich zu früheren Fahrten die saisonalen und jährlichen Veränderungen zu bestimmen. Insbesondere Silicat hat sich als guter Tracer für den Ausstrom arktischen Oberflächenwassers erwiesen, da die Konzentrationen wesentlich höher sind als im Atlantischen Wasser. Um die Struktur und die Nährsalzkonzentrationen dieses Ausstroms bestimmen zu können, sind drei Schnitte mit hoher räumlicher Auflösung über den grönländischen Hang zwischen 75° und 80°N vorgesehen.

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

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

3.3.2 Lipiduntersuchungen an Copepoden (AWI)

Lipide haben für Organismen der Polargebiete eine besondere Bedeutung. Die Fluidität der Biomembranen muß z. B. in der Kälte u.a. durch einen erhöhten Anteil hochungesättigter Fettsäuren aufrechterhalten werden. Eine weitere wichtige Voraussetzung für das Überleben in den Polargebieten ist die Möglichkeit der Energiespeicherung in Form von Lipidreserven. Ziel der Untersuchungen während dieser Expeditionen ist die Bestimmung molekularer Spezies von Triacylglyceriden und Phospholipiden, sowie die Aufklärung des Fettsäure- und Fettalkoholmusters noch nicht untersuchter Arten.

Die Copepoden werden mit dem Bongonetz, je nach Art mit unterschiedlicher Maschenweite, gefangen und sofort soweit möglich nach Geschlecht und Stadium sortiert. Bis zur gaschromatographischen Analyse im Labor in Bremerhaven werden die Proben in Dichlormethan/Methanol (2/1) bei -30° C gelagert.

3.3.3 Flüchtige halogenierte organische Verbindungen natürlichen Ursprungs (AMK)

Flüchtige organische Halogenkohlenwasserstoffe sind Verbindungen, die in Spuren weltweit in den Ozeanen und in der Atmosphäre vorkommen. Ihre Rolle in der globalen Zirkulation der Halogenverbindungen und bei chemischen Reaktionen in der Atmosphäre wird intensiv diskutiert. Vor kurzem konnten wir nachweisen, daß marine Mikroorganismen die Möglichkeit besitzen, nicht nur bromierte und jodierte, sondern auch chlorierte Verbindungen zu produzieren. Man nimmt an, daß sie durch eine enzymatische Reaktion von Hypochlorid und gelöster organischer Substanz entstehen. Dadurch kann eine Vielzahl von Substanzen gebildet werden, von denen bisher nur wenige identifiziert werden konnten.

Obwohl viele Untersuchungen durchgeführt wurden, um die Quellstärken dieser Substanzen abschätzen zu können, sind noch viele Fragen offen. So haben wir festgestellt, daß es große saisonale und regionale Unterschiede im Vorkommen gibt. Außerdem konnte keine offensichtliche Beziehung zwischen Chlorophyll und diesen Verbindungen gefunden werden, woraus wir schließen, daß sie über lange Zeiträume in der Wassersäule verbleiben.

Wir werden Wasser von den Schöpfern des CTD-Systems und über den Seewassereinlaß des Schiffs nehmen. Luftproben werden ebenfalls gesammelt, um den Austausch einzelner Verbindungen abschätzen zu können. Mit Hilfe eines Massenspektrometers sollen die Verbindungen identifiziert werden. Wir werden erstmalig ein Massenspektrometer, das als Detektor für einen Gaschromatographen eingesetzt wird, auf einem Schiff benutzen. Die Wasserproben werden vorkonzentriert mit der "purge and trap" Methode, wodurch wir Verbindungen mit in einem weiten Bereich von Siedepunkten bestimmen können (von Methylhalogeniden bis zu Methyltrihalogeniden).

3.4 ZOOPLANKTONUNTERSUCHUNGEN (AWT)

Die Zooplanktonarbeiten haben 3 Schwerpunkte:

a) Nordostwasser-Polynya

Die Nordostwasser-Polynya auf dem nordostgrönländischen Schelf ist Gegenstand einer internationalen Untersuchung im Rahmen des International Arctic Polynya Project (IAPP). Während der Hauptfeldkampagne des Programms waren FS "Polarstern" und USCG Polar Sea von Ende Mai bis Mitte August im Untersuchungsgebiet. Während dieser Fahrt sollen die Untersuchungen am Zooplankton weitergeführt und ergänzt werden. Aus der Stadienzusammensetzung im Herbst kann zusammen mit den Daten der früheren Untersuchungen auf das Wachstum geschlossen werden. Sie gibt auch Aufschluß darüber, welche Entwicklungsstadien auf dem Schelf überwintern. Zur Rekonstruktion von Lebenszyklen einzelner Arten ist die Kenntnis der Stadienverteilung im Winter dringend erforderlich. Mit dem Multinetz wird die Vertikalverteilung untersucht. In eisfreien Gebieten überwintern die herbivoren Copepoden in der Regel in tiefem Wasser. Im Gegensatz dazu nimmt man an, daß im eisbedeckten Meer die Copepoden dicht unter dem Eis überwintern. Zusätzlich sollen von dominanten Arten Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt festgestellt werden.

b) Lebenszyklus des Copepoden *Calanus hyperboreus*

Calanus hyperboreus ist wegen seiner Größe und Häufigkeit eine Schlüsselart der Grönlandsee und des arktischen Ozeans. Im Gegensatz zu den meisten anderen herbivoren Calaniden bildet er die Eier aus Fettreserven, die er im Sommer angelegt hat, und legt seine Eier zwischen November und März. Die Physiologie dieser Eiablage soll näher untersucht werden. Dazu werden weibliche *C. hyperboreus* aus der zentralen Grönlandsee ins Labor gebracht und dort unter unterschiedlichen Bedingungen gehältert. Von besonderem Interesse ist die Rolle des Fettstoffwechsels bei der Eireifung.

c) Mesopelagische Copepoden

Im Rahmen der Tiefseeforschung wird die Biologie dominanter mesopelagischer Copepoden und ihre Rolle bei der Transformation der partikulären organischen Substanz untersucht. Zur Ergänzung von Sommerproben wird dringend Material aus dem Herbst benötigt. Fragestellungen sind dabei die Ernährungsbiologie und Hungerphysiologie, Kotballenproduktion, biochemische Zusammenstzung. Neben Versuchen an Bord sollen Tiere ins Labor gebracht werden zur Weiterführung der Experimente.

3.5 MULTIDISZIPLINÄRE UNTERSUCHUNGEN AM ARKTISCHEN PACKEIS (IPÖ, UNI HELSINKI, SIO/HANGZHOU)

Das Meereis bedeckt zwischen 7 (Sommer) und 14 (Winter) Millionen km² des arktischen Ozeans. Die Grönlandsee bildet die Hauptaustromregion des mehrjährigen Packeises des Arktischen Mittelmeeres in den angrenzenden Meeresgebieten. Frühere physikalische, chemische und biologische Untersuchungen hatten im Laufe des Frühlings und Sommers stattgefunden. Deshalb werden die von uns geplanten Studien sich schwerpunktmäßig mit Herbst/Winter-Aspekten befassen.

3.5.1 Bildung von Meereis (IPÖ, UNI HELSINKI, SIO/HANGZHOU)

Die Neueisbildung im Herbst und Winter beeinflusst stark die physikalischen und biologischen Bedingungen in der Grönländischen See. Die meisten bisher durchgeführten Studien zu Aspekten der Eisbildung wurden in antarktischen Gewässern durchgeführt, u.a. während der "Polarstern"-Fahrt ANT X/3. Einzellige Organismen werden in z.T. sehr hohen Konzentrationen in das Neueis eingeschlossen, speziell in Frazil-Eis. Wir planen, die physikalischen (Salzgehalt, Temperatur) und biologischen (Organismenhäufigkeiten und -biomassen) Parameter unterschiedlicher Stadien der Neueisbildung zu untersuchen.

3.5.2 Herbst/Winter-Bedingungen im arktischen Packeis (IPÖ, UNI HELSINKI, SIO/HANGZHOU)

Das arktische Meereis ist von einer diversen Gemeinschaft unterschiedlichster Organismengruppen besiedelt. Unser Hauptinteresse liegt in der gemeinschaftlichen Erfassung von mikrophysikalischen Parametern in Relation zum Vorkommen und der Verteilung der Meereis-Lebensgemeinschaften. Hierzu sollen Eisproben auf Eischollen entweder direkt von "Polarstern" aus oder unabhängig unter Einsatz von Hubschraubern gewonnen werden. Neben Eiskernproben sollen an großen Eisstücken die dreidimensionale Struktur des Solekanalsystems durch Ausgußtechniken erfaßt werden.

Die physikalischen Untersuchungen werden die Bestimmung von Eistemperatur, -salzgehalt und -struktur beinhalten. Eine weitere Fragestellung befaßt sich mit dem Vergleich der aktuellen Eissituation mit Aufnahmen von ERS2-SAR, die parallel erfaßt werden. Diese Untersuchungen werden

- a) Videoaufnahmen,
- b) photographische Verfahren,
- c) Untersuchungen zu Schneeeigenschaften,
- d) die Erfassung der direktionalen Wellenspektren von Eisschollen mittels Tilt-Heave Arrays und
- e) Eisdickenmessungen durch Eisbohrungen beinhalten.

Die biologischen Untersuchungen sollen sich auf die qualitative und quantitative Erfassung der gesamten Meereis-Lebensgemeinschaft (Viren bis Metazoen) konzentrieren. Besonderes Augenmerk soll auf spezielle Anpassungen der Eisorganismen zur Überbrückung des polaren Winters, wie z.B. der Bildung von Ruhesporen oder Lipid-Vorräten, gelegt werden. Taxonomische Untersuchungen werden sich speziell mit den bisher wenig Beachtung findenden Eisflagellaten auseinandersetzen. Hierzu sind Lebendvideomikroskopie an Bord von "Polarstern", aber auch spätere elektronenmikroskopische Studien geplant. Weiterhin sollen Wachstums- und Wegfraßexperimente Einblicke in die Dynamik des Nahrungsnetzes der sympagischen Lebensgemeinschaft vermitteln.

3.5.3 Untereis-Untersuchungen (IPÖ, SFB 313)

Eine Vielzahl von Organismen hat sich speziell an die Lebensbedingungen direkt unterhalb der arktischen Eisschollen angepaßt. Neben meterlangen Algenmatten, z.B. von der Kieselalge *Melosira arctica*, finden sich in diesem Lebensraum auch große Amphipodenarten (z.B. *Gammarus wilkitzkii*). Studien im Sommer 1994 hatten gezeigt, daß diese Organismen teilweise in hoher Konzentration, aber auch extrem fleckenhaft in diesem in Bezug auf Salzgehalt und Temperatur variablen Habitat zu finden waren. Die jetzt geplanten Studien sollen in-situ Videobeobachtungen zum Verhalten und dem Vorkommen der Untereisfauna beinhalten. Spezielle Pumpsysteme erlauben die quantitative Beprobung der Untereiswasserschicht. Experimentelle Studien mit lebenden Tieren werden sich mit der Partikelproduktion und der Fraßaktivität der Untereisfauna befassen. Weiterhin soll speziell Material zur Bestimmung von Energiereserven in Form von Lipiden sowohl an Eisorganismen als auch von der Untereisfauna gewonnen werden. Diese Studien zur cryopelagischen Kopplung sind Teil des Kieler Sonderforschungsbereichs 313.

3.6 BATHYMETRISCHE VERMESSUNG IN DER FRAMSTRASSE (AWI)

Die Topographie des Meeresbodens in der Framstraße wurde in den Jahren 1984, 1985, 1987, 1990 und 1991 mit den Fächersonar-systemen Seabeam und Hydrosweep im Rahmen mehrerer "Polarstern" Expeditionen systematisch vermessen. Auf der Grundlage dieser Daten wurde im vergangenen Jahr eine kleinmaßstäbige Karte im Maßstab 1:750,000 erstellt und publiziert. Zur Berechnung eines großmaßstäbigen digitalen bathymetrischen Geländemodells der Framstraße ist die Navigationsgenauigkeit der Seabeamvermessungen von 1984 bis 1987 nicht ausreichend. Das geplante Kartenwerk soll in einem Maßstab 1:100,000 erstellt werden, damit die genaue Darstellung und Interpretation kleinster in diesem Bereich vorhandener Strukturen möglich ist. Seit der Verfügbarkeit des Global Positioning Systems (GPS) ist eine präzise Navigation und Positionierung auch in Gebieten mit Packeisbedeckung möglich. Aus diesem Grund sollen während ARK XI/2 besonders die älteren Messungen mit Seabeam durch gezieltes Überfahren bisher lückenhaft vermessener Gebiete überprüft und verbessert werden. Zusätzlich soll das teilweise vermessene Gebiete in der Framstraße nach Nordosten und Osten erweitert werden (s. Reiseroute).

3.7. PROJEKTE DES SONDERFORSCHUNGSBEREICHS 313 **AN DER UNIVERSITÄT KIEL**

Die planktologischen Untersuchungen im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 313 der Universität Kiel konzentrieren sich auf die rezenten Prozesse, die zur Bildung und Modifikation von Partikeln in den oberen Wasserschichten des Europäischen Nordmeeres führen, auf den vertikalen Partikelfluß und das Schicksal der Partikel, bevor sie auf dem Tiefseeboden abgelagert werden. Während der Expedition ARK-XI/2 sollen pelagische Prozesse und vertikaler Partikeltransport in der Eisrandregion untersucht werden. Pelagische und eisassoziierte Produktregime, die sich in Bezug auf Menge und Zusammensetzung der Partikelexporte unterscheiden, sollen auf Schnittfahrten vom freien Wasser in die eisbedeckte Region charakterisiert werden. Die Untersuchungen sollen bestehende Lücken bei der Dokumentation regionaler Quellen für die sedimentierende Substanz im Europäischen Nordmeer schließen.

Ausgehend von der pelagischen und eisassoziierten Produktion sedimentationsfähiger Partikel sollen Modifikations- und Abbauprozesse im epipelagischen Nahrungsnetz und beim Absinken durch die Wassersäule dargestellt werden. Schwerpunkte werden dabei auf Photopigmente des

Phytoplanktons und ihre Derivate als biologische Markerverbindungen und auf morphologisch charakterisierbare Partikelklassen (hartschaliges Plankton, Kotballen) gelegt. Die Felduntersuchungen werden mit experimentellen Ansätzen kombiniert, in denen einzelne Modifikationsschritte mit natürlichen Planktonproben, Planktonkulturen und Sinkstoffen gesondert identifiziert werden. Ziel der Untersuchungen ist es, zu prüfen, welche pelagischen und eisassoziierten Prozesse sich mit diesem biomarkerorientierten Ansatz bis zum Sediment verfolgen lassen.

Das Arbeitsprogramm umfaßt folgende, einander ergänzende Schwerpunkte:

3.7.1 Feldbeprobungen zur Charakterisierung der pelagischen Produktionsbedingungen, der Organismen und der produzierten Partikelklassen im Epipelagial (offenes Wasser, Eisrandzone, unter mehrjährigem Eis) und in der Unterwasserschicht

Auf Transekten vom freien Wasser in das Eis in der Framstraße, auf 75°N und auf hangnormalen Schnitten auf 78°N sind Bestimmungen von Biomasse und Zusammensetzungen des Phyto- und Zooplanktons, summarischer biochemischer Parameter (C, N, P, Si) und Phytoplanktonpigmenten (HPLC-Analytik) geplant. Zusammen mit den von anderen Arbeitsgruppen gemessenen hydrographischen und chemischen Variablen dienen sie dazu, die Struktur der angetroffenen pelagischen Systeme und die produzierten Partikel zu beschreiben und in Bezug zum aktuellen vertikalen Partikelfluß und dessen regionaler und saisonaler Veränderlichkeit zu setzen.

Die Analysen der Lipidzusammensetzung des Zooplanktons im Herbst schließen die im Spätwinter, Frühling und Sommer durchgeführten Untersuchungen zur saisonalen Energiespeicherung des Planktons in hochpolaren Ökosystemen ab. Außerdem soll das Potential spezifischer Lipidkomponenten als Biomarker im Nahrungsnetz sowie für Energieflußbetrachtung genutzt werden (in Kooperation mit G. Kattner, AWI).

In Untersuchungen in der Grenzschicht Wassersäule - Meereis werden zum einen die Lebensgemeinschaften in diesem speziellen Habitat beschrieben und zum anderen experimentelle Studien zur Partikelproduktion durch Organismen durchgeführt (siehe Beitrag Meereisgruppe). Die Arbeiten führen zum Teil die auf ARK XI/1 begonnenen Untersuchungen fort (I. Werner).

Weiter soll Material (Phytoplankton, Zooplankton eisassoziierte Organismen) für Laborexperimente zur Partikelbildung/-modifikation gewonnen werden. Die Probennahme wird eng mit anderen Teilvorhaben des SFB 313 (TPA3, A4, B3) und den biologischen Meereisuntersuchungen des Institutes für Polarökologie (IPÖ) koordiniert.

3.7.2 Messungen des vertikalen Partikelflusses aus den verschiedenen pelagischen Systemen und dem Untereislebensraum

Der SFB 313 führt seit 1988 Messungen des vertikalen Partikelflusses in der Grönlandsee durch. In den letzten Jahren wurden diese Untersuchungen auf die saisonal eisbedeckte Region in der westlichen Grönlandsee konzentriert. In Zusammenarbeit mit dem AWI wurden dort 1994 automatische Sinkstofffallen in zwei Jahres-Verankerungen auf 75°N am Kontinentalhang und im Grönlandbecken ausgelegt (Verankerung AWI 410-2 und AWI 413-4). Diese Verankerungen sollen während der Expedition ARK XI/2 geborgen werden, ebenso wie eine Verankerung, die in Kooperation mit dem IMR/Bergen im Frühjahr 1995 ausgelegt wurde. Eine Jahresverankerung mit 3 Sinkstofffallen soll wieder auf 75° in der zeitweise eisbedeckten aber im Sommer eisfreien Region ausgelegt werden.

Zusätzlich ist geplant, eine Verankerung zur Partikelflußmessung mit hoher zeitlicher Auflösung in der Eisrandregion in der Framstraße für den Zeitraum der ARK-XI/2 Expedition einzusetzen.

3.7.3 Experimentelle Studien mit dominanten Organismen und unterschiedlichen suspendierten und sedimentierten Partikeln

Algengruppen aus den unterschiedlichen Produktionsregimen sollen isoliert und in Kultur genommen werden zur Bestimmung typischer Pigmentmuster. Diese Kulturen sowie suspendierte und eisassoziierte Partikel und natürliche Sinkstoffe sollen für Experimente zu Partikelproduktion und -modifikation an Bord und an Land verwendet werden.

Kotballen verschiedener heterotropher Organismen können die Menge und Zusammensetzung von Sinkstoffen wesentlich beeinflussen. Im Vordergrund geplanter Fütterungsexperimente mit dominanten pelagischen und eisgebundenen Heterotrophen (Copepoden, Amphipoden, Euphausiaceen u.a.) steht daher deren Rolle bei der Steuerung des vertikalen Partikelflusses. Die Analyse gesammelter Kotballen in Bezug auf die Modifikation von Photopigmenten und anderer biogener Substanzen liefert wichtige Information für die Interpretation der Sinkstoffe, die aus den verschiedenen Lebensräumen sedimentieren. Diese experimentellen Vorhaben werden in enger Kooperation mit dem IPÖ-Kiel durchgeführt.

3.7.4 Benthopelagische Kopplung

Ziel der Arbeiten der Benthosgruppe ist die Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen der Bodennepheloidschicht (BNL) und der obersten Sedimentschicht. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß physikalische Resuspension von marinen Sedimenten sowie Bioentrainment zu erhöhten Partikelkonzentration im bodennahen Wasserkörper führen kann. Selbst bei geringen bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten kann der laterale advective Partikelfluß für eine Benthogemeinschaft wichtiger sein, als die Menge vertikal sedimentierender Partikel. Dadurch ist für die endgültige Ablagerung von Partikeln nicht nur die am Meeresboden eintreffende Partikelmenge, sondern neben groß- und kleinräumiger Topographie besonders die Biodepositionsleistungen der vorherrschenden Benthogemeinschaften wichtig. Die Biodeposition wird durch die Dichte und Zusammensetzung der Benthogemeinschaft, sowie der Fähigkeit der Benthosorganismen vorbeidriftende Partikel aktiv zufangen bestimmt.

Damit besteht die zentrale Fragestellung der Benthosarbeitsgruppe in der Untersuchungen der Wechselwirkungen zwischen der Menge und der Zusammensetzung des Partikelflusses in der BNL und den Verteilungsmuster und Aktivität der Benthogemeinschaften.

Das Arbeitsprogramm umfaßt die Untersuchung

- der Verteilungsmuster und der Struktur von Makrobenthogemeinschaften am Meeresboden und in der BNL,
- micro- und mesoskaliger Verteilungsmuster der Benthogemeinschaft,
- der quantitativen und qualitativen Zusammensetzung des Partikelflusses in der BNL,
- metabolischer Aktivitäten und Bioturbationsleistung der Gesamtsedimentgemeinschaft an hand der Verteilung verschiedener biochemischer Parameter im Sediment, sowie einzelner Makrobenthosorganismen,
- der Biodepositions- und Bioentrainmentleistungen auf die Partikelzusammensetzung in der BNL in einem in situ Experiment,
- der benthopelagischen Kopplung an Eiskantenregion an der Position der Kurzzeitverankerung in Zusammenarbeit mit der Planktonarbeitsgruppe.

Diese Ziele sollen auf hangnormalen und hangparallelen Stationstransekten am nordostgrönländischen Kontinentalhang durch den Einsatz verschiedenster Probennahmegeräte erreicht werden. Ein hangnormales Transekt soll einerseits Aufschluß über die Veränderung der bearbeiteten Parameter über die Tiefe vom Kontinentalfuß bis zum Schelf geben andererseits soll der Einfluß variabler Produktionsverhältnisse an der Eiskante auf die benthopelagische Kopplung bearbeitet werden. Ein hangparalleles Transekt bietet die Möglichkeit Wechselwirkungen zwischen der BNL und der Benthogemeinschaft in einem Tiefenabschnitt mit hohen Abundanzen von makro- und epibenthischen Organismen entlang des vorherrschenden Partikelflusses abzuschätzen.

3.7.5 Geochemische Untersuchungen zum Abbau von organischem Material im Sediment

Paläoklimatische Rekonstruktionen basieren auf der Interpretation von primärproduzierten Signalen, wie den im Sediment überlieferten Mengen an organischem Kohlenstoff, Opal oder Baryt. Frühdiagenetische Prozesse, die einen erheblichen Abbau bzw. die Lösung dieser Sedimentkomponenten im Bereich der Sediment/Wasser-Grenzfläche bewirken, erschweren die Interpretation dieser Indikatoren erheblich. Daher sind frühdiagenetische Untersuchungen, speziell die Analyse von Porenwässern, für paläoklimatische Fragestellungen und geochemische Stoffbilanzen von zentraler Bedeutung, die die Rekonstruktion biogeochemischer Milieus auf dem Nordostgrönländischen Kontinentalbereich zum Ziel haben.

Regionale Schwerpunkte unserer geochemischen Untersuchungen sind ein hangparalleler und ein hangnormaler Transekt im Bereich des Ostgrönlandshelfs. Desweiteren sollen Stationen untersucht werden, auf denen auf ARK X/1 (1994) Sinkstofffallen verankert und Sedimentuntersuchungen durchgeführt werden, um saisonale Änderungen zu erfassen. Auf diesen Transekten sollen Sediment- und Porenwasserproben untersucht werden, wobei in situ Sauerstoffmessungen im Sediment und die Analyse von Porenwässern auf Si, B, NO₃, PO₄, NH₄, Ba, pH und Alkalinität im Vordergrund stehen.

Durch die Vernetzung von geochemischen und biologischen Untersuchungen im Rahmen des SFB 313 hoffen wir Aussagen über den Stoffkreislauf von organischem Kohlenstoff, die Überlieferungsfähigkeit von Klimaindikatoren und ökologische Wechselbeziehungen im Bereich des ostgrönländischen Eisrandes machen zu können.

3.7.6 Paläontologie des Pelagials - Veränderungen im Jungquartär

Seit 1991 werden synoptische Untersuchungen der lebenden und fossilen Planktongemeinschaften im Europäischen Nordmeer durchgeführt. Die ausgewählten Gruppen umfassen die wichtigsten fossil erhaltungsfähigen Planktongruppen: Foraminiferen, Coccolithophoriden, Radiolarien, Diatomeen und Dinoflagellaten-Zysten. Die Untersuchungen konzentrieren sich auf die Verbreitung und Synökologie skelett- und hüllenbildender Planktongruppen im Pelagial. Die Veränderungen planktischer Lebendgemeinschaften, sowie der Partikeltransport durch die Wassersäule sind zentrale Themen. Die Sedimentation, die Akkumulation von Partikeln und die Veränderungen der Vergesellschaftungen planktischer Mikroorganismen werden im Jungquartär des nördlichen Nordatlantiks untersucht.

Während der "Polarstern"-Expedition ARK XI/2 werden sowohl Wassersäulenprofile mit dem Multinetz und dem Kranzwasserschöpfer, aber auch Sedimentoberflächen und kurze Sedimentkerne (GKG und MUC) für die Bearbeitung der genannten Planktongruppen beprobt. Die Untersuchungen an Probenmaterial aus der Wassersäule haben zum Ziel, die Einflußsphäre der polaren Wassermassen auf Vorkommen und Verbreitung der Planktongruppen in der oberen Wassersäule zu untersuchen. Dabei soll insbesondere für die Foraminiferen und Radiolarien

umfangreiches Material gewonnen werden, um die Tiefenhabitats einzelner Arten bzw. Artengruppen besser charakterisieren zu können. Zusätzlich sollen Veränderungen in der Zusammensetzung der Planktongemeinschaften in Wassersäulenprofilen am Übergang vom offenen Wasser in das feste Eis untersucht werden.

Die Wassermassen des Europäischen Nordmeeres sollen großräumig beprobt werden, um die ökologischen Präferenzen für einzelne Arten zu verbessern. Die Auswertung der Proben aus der Wassersäule nach Dinoflagellaten erfolgt dabei, wie auf ARK X, in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. J. Dodge, University of London.

Die Beprobung von Sedimentoberflächen dient dazu, die Grenze der Erhaltungsfähigkeit von kalkigen und kieseligen Mikrofossilien detailliert auskartieren zu können. Gleichzeitig soll das bereits vorhandene Probenetz im Bereich der polaren Wassermassen verdichtet werden.

Die Probennahme im SFB-Arbeitsgebiet (75°N) erfolgt in enger Abstimmung mit den Teilprojekten A1, A3 und A4. Weitere Schwerpunkte bilden die Positionen von Jahresverankerungen. Diese Arbeiten bilden die Voraussetzung, um zukünftig Rekonstruktionen wichtiger hydrographischer Parameter (u.a. Temperatur, Salinität) und Ausdehnung des Ostgrönlandstromes im Spätglazial und im Holozän zu ermöglichen.

6. BETEILIGTE INSTITUTE/PARTICIPATING INSTITUTIONS

Adresse Address	Teilnehmer participants
<u>Deutschland/ Federal Republic of Germany</u>	
AWI Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße 27568 Bremerhaven	19
Aerodata Aerodata Flugmeßtechnik GmbH Rebenring 33 38106 Braunschweig	1
DWD Deutscher Wetterdienst Hamburg Seewetteramt Bernhard-Nocht-Straße 76 20359 Hamburg	2
BSH Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie Außenstelle Rostock Dierkower Damm 45 18146 Rostock	1
GEOMAR GEOMAR Forschungszentrum für marine Geowissenschaften Universität Kiel Wischhofstraße 1-3 24148 Kiel	2
HSW Helicopter-Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 22393 Hamburg	4
IfMHH Institut für Meereskunde Universität Hamburg Tropowitzstraße 7 22529 Hamburg	
IMK Institut für Meteorologie und Klimatologie Universität Hannover Herrenhäuser Straße 2 30419 Hannover	2
IPÖ Institut für Polarökologie Universität Kiel Wischhofstraße 1-3, Gebäude 12 24184 Kiel	5

SFB 313 Universität Kiel 12
Sonderforschungsbereich 313
Olshausenstraße 40
24118 Kiel

Finnland/ Finland

UNI University of Helsinki 1
HELSINKI Hydrobiol. Laboratory
P.O. Box 4
FIN-00014 Helsinki

Japan

JAMSTEC Japan Marine Science and Technology Center 1
JAMSTEC
Headquarters
2-15 Natsushima-Cho
YOKOSUKA 237 JAPAN

Norwegen/ Norway

NPI Norwegian Polar Institute -
Dept. of Analyt. and Marine Chemistry
Postboks 5072, Majorstua
N-0301 Oslo

USA

APL Polar Science Center 1
Applied Physics Laboratory
University of Washington HN-10
Seattle, WA 98195

Schweden/ Sweden

AMK Chalmers University of Technology 2
and University of Göteborg
Analytical and Marine Chemistry
S-412 96 Göteborg

Volksrepublik China/People's Republic of China

SIO Second Institute of Oceanography -
State Oceanic Administration
P.O.Box 1207
Hangzhou, Zhejiang, 310012

7. FAHRTTEILNEHMER/PARTICIPANTS

Abrahamsson, Katarina	AMK
Albers, Carola	AWI
Auel, Holger	IPÖ
Baranski, Stanislaw	AWI
Berg, Jörg Stefan	SFB 313
Böhm, Joachim	HSW
Brandt, Angelika	IPÖ
Budéus, Gereon	AWI
Cohrs, Wolfgang	AWI
Darnall, Clark	APL
Donner, Gabriele	SFB 313
Ekdahl, Anja	AMK
Erdmann, Hilger	DWD
Gedamke, Michael	SFB 313
Gradinger, Rolf	IPÖ
Haupt, Olaf	SFB 313
Hofmann, Michael	IMK
Hollmann, Beate	AWI
Ikävalko, Eira Johanna	UNI HELSINKI
Jensen, Stefan	SFB 313
Kaleschke, Lars	AWI
Köhler, Herbert	DWD
Krause, Gunther	AWI
Krumbholz, Marita	SFB 313
Lahrman, Uwe	HSW
Lunau, Angela	GEOMAR
Mai, Stephan	AWI
Martin, Thomas	AWI
Mock, Thomas	SFB 313
Niehoff, Barbara	AWI
Peinert, Rolf	SFB 313
Plugge, Rainer	AWI
Riewesell, Christian	HSW
Ronski, Stephanie	AWI
Sackmann, Volker	AWI
Sauter, Eberhard	SFB 313
Scheltz, Annette	SFB 313
Schnack, Klaus	SFB 313
Schreiber, Detlev	HSW
Schürmann, Mathias	Aerodata
Spohn, Sylvia	BSH - Rostock
Strohscher, Birgit	AWI
Stürcken-Rodewald, Martha	AWI
Takizawa, Takatoshi	JAMSTEC
Ufermann, Susanne	AWI
Wamser, Christian	AWI
Wanner, Susanne	GEOMAR
Wehde, Henning	AWI
Werner, Iris	IPÖ - SFB 313
Wiedemann, Thomas	SFB 313
Wode, Christian	IMK
Woodgate, Rebecca	AWI
Zhang, Qing	IPÖ

8. SCHIFFSBESATZUNG/SHIP'S CREW

Kapitän	C. Allers
1. Naut. Offizier	H. Pfortner
Naut. Offizier	M. Rodewald
Naut. Offizier	U. Grundmann
Arzt	Dr. Thoepser
Ltd. Ingenieur	D. Knoop
1. Ingenieur	G. Erreth
2. Ingenieur	H. Schneider
2. Ingenieur	O. Ziemann
Elektriker	G. Schuster
Elektroniker	U. Lembke
Elektroniker	H. Muhle
Elektroniker	J. Roschinsky
Elektroniker	A. Greitmann-Hackl
Funkoffizier	A. Hecht
Funkoffizier	W. Kriemann
Maschinenwart	E. Arias Iglesias
Maschinenwart	M. Ipsen
Maschinenwart	U. Husung
Maschinenwart	E. Heurich
Maschinenwart	G. Dufner
Zimmermann	A. Brunotte
Lagerhalter	K. Müller
Bootsmann/SBM	R. Zulauf
Matrose	B. Iglesias Bermudez
Matrose	J. Soage Curra
Matrose	S. Pousada Martinez
Matrose	L. Gil Iglesias
Matrose	K. Bindernagel
Matrose	M. Winkler
Koch	H. Schuster
Kochsmaat	H. Hüneke
Kochsmaat	NN
1. Steward	H. Vollmeyer
Stewardess/Krankenschwester	S. Hoffmann
Steward/ess	NN
Steward/ess	E. Golose
Steward/ess	C. L. Wu
2. Steward	J. M. Tu
2. Steward	K. F. Mui
Wäscher	K. Yu

1. SUMMARY

Previous field investigations of meteorological, chemical and biological processes in the Greenland Sea and in the Fram Strait have been performed mainly during expeditions in the spring and summer months. Selected data sets are also available for the winter season. However, observations are only fragmentary during the period of rapidly decreasing solar radiation and the onset of the cooling phase. With the theme "Autumn in the Greenland Sea" the ARK XI/2 expedition will extend our knowledge of the physical, chemical and biological processes for this season.

Meteorological investigations will focus on near-surface measurements of turbulent fluxes of mass, momentum, heat and water vapour using both new ship-based instrumentation and a sensor package towed by a helicopter. Large-scale temperature and ice distributions will be acquired by sensors of the NOAA satellites.

The principal goal of Physical Oceanography will be to study the water mass stratifications just before and during the onset of convection. The measurements of temperature and salinity will be supplemented by nutrient sampling for multiparameter water mass analyses.

The investigations of Marine Chemistry will concentrate on lipids which are an important prerequisite for the survival of organisms in the Polar Seas during winter. In addition, naturally produced volatile halogenated organic compounds will be studied.

Continuing from the International Arctic Polynya Project, the Zooplankton studies will concentrate on assessing the stage composition of the population of copepods overwintering on the shelf.

A broad range of multi-disciplinary studies will be performed on new ice formation and its consequences on organisms and biomass. These include video and photographic recordings under the ice, ice coring and sampling.

There are six projects of a Special Research Programme (Sonderforschungsbereich) at Kiel University which centre around the fate of sedimentary particles which originate in the pelagic and ice-associated production. These projects will study the processes of production, the vertical flux of particles through the water column, their influence on the benthic communities, and the geochemical decomposition of organic material in the sediment. As a whole, the investigations aim to give a better understanding of the accumulation processes or particles in the sediments of partly ice-covered regions which is in turn the basis for the reconstruction of hydrographic conditions during the last glacial and Holocene eras.

In addition to the above projects, which are specifically designed to profit from autumn conditions a bathymetric survey of a region in Fram Strait will be conducted, and numerous current meter moorings will be recovered and partly redeployed.

2. TIME TABLE

The expedition will begin in Tromsø on September 22, 1995 (in the morning). It will end in Bremerhaven on October 22, 1995. The arrival of the participants in Tromsø is scheduled for September 21, 1995.

3. RESEARCH PROGRAMMES

3.1 METEOROLOGY

3.1.1 Airborne turbulence measurements above sea ice and open water areas: A comparison between the sensor package "HELIPOD" and a new turbulence measuring system, operated at the bow of "POLARSTERN" (AWI, Aerodata, IMK)

Numerical climate predictions require the knowledge of global near-surface turbulent energy fluxes to be improved by about one order of magnitude. Since the polar regions are of particular importance for the oceanic deep circulation, the atmosphere-ocean heat and momentum exchange is of special interest. Due to the inaccessibility of the polar regions the relevant parameters, needed in the models, are up to now only insufficiently investigated.

For high-resolution in-situ measurements of near-surface turbulent fluxes of mass, momentum, sensible and latent heat, during the ARK-X/1 campaign the "Polarstern" turbulence measuring system (TMS) will be operated together with the sensor package "HELIPOD". The 17 m mast of the TMS is installed at the ship's bow crane and can be moved into different positions by hydraulic and tackle systems. Turbulence measurements at 5 different heights between 3 and 20 m by USAT-sonic sensors and a Lyman-Alpha hygrometer will be conducted together with profile measurements of the mean temperature by PT-100 sensors. Experiments will be conducted only, when the ship is on station. To reduce disturbances of the wind field by the ship structures, "Polarstern" has to be orientated into the wind.

HELIPOD is an autonomous measurement system, about 5 m long and 250 kg in weight, which will be operated on a 15 m rope below the helicopter. The system carries the following meteorological sensors: a 5 hole probe for static pressure and wind measurements, two temperature sensors with different response times, a humicap, a dewpoint mirror, a Lyman-Alpha sensor for humidity and a radiation thermometer for surface temperature measurements. The system was already tested during ARK X/1 in the summer of 1994.

Objectives of the HELIPOD operation are the determination of small scale area averages of the turbulent fluxes under different boundary layer stratifications and weather conditions, measurements of local vertical profiles of the fluxes by the profile method and a comprehensive comparison of the two systems. For this, the HELIPOD will be operated with constant speed of about 40 m/s at heights between 10 and 100 m. Flight legs will be orientated parallel and perpendicular to the wind.

L-shaped and rectangular flight patterns will be used. To arrive at sufficient measurement statistics, flight parameters will be kept constant on the 10 min flight legs. This corresponds to a distance of about 24 km or 60000 data points for each 100 Hz channel. An installation of a line scan camera on the other helicopter is planned to obtain a good survey of sea ice structure from a scheduled flight level of 1000 m above the ice. Simultaneous operations of both helicopters allow us to assign the turbulent fluxes to the corresponding ice situation. The turbulence measurements will be supplemented by radiosonde launches. The system is, for the first time, equip-

ped with a new GPS-wind finding system, by which the wind profiles can be determined with high accuracy even close to the ground. Meteorological observations, weather maps and actual satellite images will supply information on cloudiness and general ice cover.

3.1.2 Remote sensing of sea ice (AWI)

The aim of the program is observation of the ice conditions in the East Greenland Current. This includes receiving satellite data as well as making measurements of the relevant parameters in the area of the ship. It is planned to utilize different data sets to improve the understanding of the mass balance of sea ice in this area. Thus, the horizontal extent, concentration, motion and thickness of the sea ice will be investigated.

The large scale sea ice distribution will be obtained from analysis of the Advanced High Resolution Radiometer (AVHRR) flown on the NOAA weather satellites. This instrument is sensitive in the visible and thermal infrared spectral range. Data from this passive radiometer, which detects the sea ice at a horizontal resolution of 1.1 km, will be received on board of "Polarstern". In addition to the ice distribution, the sea ice drift will be estimated from the temporal variability of the ice cover for cloud free areas.

The sea ice distribution and roughness can be obtained with even higher horizontal resolution of less than one meter can be obtained by video camera and laser altimeter measurements from a helicopter. The combination of these measurements and the remote sensing data allows us to analyse and validate the data of different sensors.

3.2 PHYSICAL OCEANOGRAPHY

3.2.1 Stratification and circulation in the Greenland Sea (AWI)

From observations during the International Greenland Sea Project it is known:

- that bottom water formation does not occur each winter and consequently not in constant annual rates
- convection in winter reaches to varying depths (from a few hundred to 2000 m during the GSP) from year to year
- temperature and salinity of bottom waters rise continuously in the absence of deep convection.

Direct observations of deep convection have not been possible and thus the different models for bottom water formation could not be confirmed by field measurements.

Shipbound efforts to observe directly deep convection are difficult as convection events occur in small spatial and short time scales. Observations in successive years help to investigate the preconditioning to the formation of bottom water and the results of water mass modification. Such investigations lead to estimates of formation rates for deep and intermediate waters and the associated changes of heat and salt content. They allow to determine the necessary conditions for convection and the role of sea ice formation. Furthermore transport estimates for the current systems of the Greenland Sea can be improved.

It is advantageous to investigate the preconditions for the next winter closely before the start of convection.

The aim of the field campaign in autumn 1995 is to investigate the first modifications of the upper water layers during the start of ice formation. This will be done on the zonal monitoring transect of the GSC at 75°N (about 50 stations). Additionally planned is the first test of a self-profiling deep sea mooring that is designed to collect daily profiles of the entire water column for one year. This system shall later be used to observe convection events in the Central Greenland Sea.

3.2.2 Transport of mass, heat and freshwater in the East Greenland Current (AWI, APL IfMHH, NPI)

The East Greenland Current determines the inflow of polar water masses from the Arctic Ocean into the Greenland Sea and the outflow from the Greenland Sea into the Icelandic Sea. The flow of these water masses induce a significant transport of mass, heat and freshwater. Especially the fresh water transport into the Greenland Sea is of significant influence on the conditions for water mass modification, because it affects the stability of the water column. The export of the newly formed water masses to the adjacent parts of the North Atlantic determines the role of the Greenland Sea for the global ocean.

To determine the transports of mass, heat and freshwater current meter moorings were maintained in Fram Strait and along a transect across the East Greenland Current at 75°N for several years. Longterm measurements are necessary, because the transports are subject to significant fluctuations. Seasonal fluctuations are of major importance, but it is expected that interannual variations can not be neglected neither. It is planned to recover and partly to redeploy these moorings (Tab. 1, page 8).

3.3 CHEMISTRY

3.3.1 Investigation of nutrients (AWI)

The determinations of nutrients are closely connected with the biological and physical investigations. The change in nutrient concentrations will be followed during the Greenland Sea transect and across the Greenland Shelf and Slope. In comparison with similar transects the years ago, the seasonal and interannual variability will be determined. In view of the water mass determination especially silicate is a good tracer for the outflow of upper halocline Arctic surface water along the Greenland Slope. This water mass is especially rich in silicate compared to Atlantic waters. Between 75° and 80°N three transects with a high spatial resolution of hydrographic and chemical stations are planned across the slope to determine the structure of this outflow as well as its nutrient concentrations and distributions.

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

From water samples taken with the CTD-Rosette Sampler at different depths, the nutrients nitrate, nitrite, phosphate and silicate are determined immediately on board with an Auto-analyser-system according to standard methods.

3.3.2 Lipids in Arctic copepods (AWI)

Lipids in polar organisms have an important significance, since they maintain e.g. the fluidity of biomembranes by high proportions of polyunsaturated fatty acids. A further important requirement for survival in polar regions is the possibility of energy storage in form of lipid reserves. The aim of the investigations during this expedition is to determine the molecular species of triacylglycerols and phospholipids, as well as the analysis of fatty acid and fatty alcohol compositions of copepods which are not investigated so far.

Copepods will be collected with a bongo net with various mesh sizes depending on the size of the copepod. Animals are sorted immediately on board into different stages and sexes. These samples will be stored in dichloromethane/methanol (2/1) at -30° C until gas chromatographic analysis in Bremerhaven.

3.3.3 Naturally produced volatile halogenated organic compounds. (AMK)

Volatile organic halocarbons are ubiquitous trace constituents of the oceans and the atmosphere. Their role in the global circulation of halogens and in atmospheric chemical reactions has been discussed extensively. Recently we have shown that marine micro-organisms have the ability to produce not only brominated and iodinated compounds, but also chlorinated ones. The formation pathway is believed to be through chemical reactions between enzymatically produced hypochlorite and dissolved organic matter. Thereby a vast number of substances could be formed of which only a few have been identified.

Even though investigations have been made in order to estimate the ocean source strength, there are still questions to be answered. We have seen that there are large variations between seasons and between areas. In addition there is no obvious relationship between chlorophyll and these compounds, which implies that they prevail in the water column over extended period of time.

We will sample water from the CTD sampler system and through the surface water inlet. In order to estimate the fluxes of the individual compounds, measurements will also be made in air samples. In addition, we will try to collect enough micro-organisms to perform incubation studies. The use of a mass spectrometer will enable us to identify the compounds produced.

For the first time, we will try to use a mass spectrometer at sea. The MS will be used as a detector to a gas chromatograph. The water samples will be preconcentrated by a purge-and trap technique, which enables us to determine compounds over a wide range of boiling points (methylhalides to trihalomethanes).

3.4 ZOOPLANKTON (AWI)

Zooplankton work focuses on three subjects:

- a) The Northeastwater Polynya
The Northeastwater Polynya on the East Greenland shelf is subject of an international study in the frame work of the International Arctic Polynya Project (IAPP) under the umbrella of the Arctic ocean sciences Board (AOSB). Its main field campaign took place in 1993 with RV "Polarstern" and USCG Polar Sea in the polynya from end of May to mid of August. During this cruise studies from summer 1993 will be continued. The main question is the stage com-

position of the overwintering population of herbivorous copepods. Together with the summer data this will allow to estimate the development and growth during the productive season and to reconstruct life cycles of dominant species. So far, no information is available from this area on the composition and vertical distribution of overwintering stocks. In ice free waters overwintering takes place mostly in deep waters. For the Arctic Ocean it is hypothesized that overwintering stages dwell close to the ice surface. The vertical distribution will be studied by stratified multi net samples. In addition, dry weight and carbon content of dominant species will be determined.

b) **Calanus hyperboreus**

Due to its size and abundance *Calanus hyperboreus* is a key species in the food web of the Greenland Sea and Arctic Ocean. In contrast to other calanoids gonadogenesis and egg production is based on lipid reserves accumulated during the previous summer. Spawning occurs between November and March in the Greenland Sea. The spawning physiology will be studied in detail in the laboratory. Females will be collected and kept in the laboratory under different conditions. Of special interest is the role of lipid metabolism in the egg formation.

c) **Mesopelagic copepods**

In the context of a deep sea research program the biology of mesopelagic copepods and their role in the transformation of particulate organic matter will be studied. The fall material should complete earlier samples from the summer. Of special interest are questions concerning the feeding and starvation physiology, fecal pellet production and composition, and biochemical composition of dominant species. Part of these investigations will be continued at AWI.

3.5 MULTI-DISCIPLINARY SEA ICE INVESTIGATIONS (IPÖ, UNI HELSINKI, SIO/HANGZHOU)

The sea ice covers 7 (summer) to 14 (winter) Mio km² of the Arctic Ocean. The Greenland Sea area is the major outflow of mostly multi-year sea ice out of the central Arctic basin. Physical and biological investigations have so far concentrated on the spring/summer characteristics of the sea ice. Therefore our planned investigations will focus on the autumn/winter conditions of Arctic sea ice. The multi-disciplinary work will include physical, chemical and biological measurements conducted on material from the same sampling locations.

3.5.1 Formation of sea ice (IPÖ, UNI HELSINKI, SIO/HANGZHOU)

The formation of sea ice in autumn/winter largely influences both the physical and biological conditions of the Greenland Sea. Most studies dealing with physical-biological interactions during sea ice formation have been done in Antarctic waters, e.g. during the "Polarstern" expedition ANT X/3. Protistian organisms are incorporated into the newly formed sea ice, especially into frazil ice. We will examine the abiotic (salinity, temperature, nutrients) and biotic (species abundances, biomass) characteristics of different stages of newly formed sea ice, to find out, whether incorporation mechanisms like harvesting occur under Arctic conditions as well.

3.5.2 Autumn/winter conditions within sea ice floes (IPÖ, UNI HELSINKI, SIO/HANGZHOU)

The Arctic sea ice is inhabited by a diverse community of organisms of different levels of the marine food web. Our main scientific concern lies with the joint study of the microphysics of the sea ice fabric in order to determine the physical properties of the ice cover which correspond to the observed distribution of biota within the ice column.

This requires sampling on ice floes either from the ship or using a helicopter. Beside ice coring, larger ice samples should be obtained (e.g. by chain saw) to determine the three dimensional structure of brine channels using rubber moulding material. Our investigations will characterize the physical properties within and directly below the ice floes in respect to salinity, temperature and ice structure. Further ice physical measurements will be done on an opportunity basis in order to monitor the ice types present along the ship's track, and especially to understand their response to ERS2-SAR imagery which will be obtained at the same time. These measurements comprise a) along-track video, b) aerial photographic transects using ship's helicopter along tracks from ice edge to ship, and on grids in areas of special interest (e.g. young ice areas in polynya), c) snow properties measurements (ac and dc conductivity, density and wetness), d) monitoring of directional wave spectra on floes using tilt-heave array, and e) ice thickness measurements by drilling.

Biological investigations will include measurements of organism biomass and abundance in different size classes. We will look for special adaptations of species to survive the dark polar winter, including the formation of resting cells and/or energy storages like lipid droplets within the cells. Special attention will be given to the taxonomy and ecology of ice-flagellates. Material will be fixed for electron microscopical investigations. Light microscopy including video documentation will support the observations. In addition, growth and feeding rate experiments are planned to identify trophic interactions within the sea ice food web.

3.5.3 Under-ice investigations (IPÖ, SFB 313)

A variety of organisms has adapted to live at the underside of Arctic ice floes, especially diatoms like *Melosira arctica* and large amphipod species such as *Gammarus wilkitzkii*. Studies during summer 1994 had shown that these organisms may occur in high abundances and with patchy distribution in an highly variable environment in respect to ambient salinity and temperature. Our studies will include video observations of the behaviour, abundance and distribution of the under ice fauna and flora. A pump system is used to quantitatively collect material from the under-ice water layer for experimental work and community analysis. Additionally, material will be collected for an investigation of energy storage (lipids), both from the ice and under ice biota. Experiments onboard "Polarstern" will focus on the under-ice food web and the formation of particles due to the grazing activity of under-ice fauna. This work on the cryopelagic coupling processes is part of the Sonderforschungsbereich 313.

3.6 BATHYMETRIC MAPPING IN THE FRAM STRAIT (AWI)

During several "Polarstern" expeditions in the years 1984, 1985, 1987, 1990 and 1991 the ocean floor topography in Fram Strait was surveyed by Seabeam and Hydrosweep bathymetric swath systems. This data was used for the compilation of charts on the scale 1:750,000, and published 1994. For the compilation of an envisaged high resolution digital terrain model (DTM) of the Fram Strait area, the navigation accuracy of the early Seabeam surveys from 1984-1987 was not good enough. The planned charts on the large scale of 1:100,000 will supply the basis for the interpretation of mesoscale structures of the seafloor topography in the Fram Strait area. Today, with the availability of full GPS coverage precise navigation also in pack ice covered waters is possible. Therefore, especially the older Seabeam surveys measured in 1984 and 1985, should be specifically checked and improved with new profiles in previously incomplete surveyed areas. In addition to the partially covered Fram Strait region further surveys in the eastern and north eastern area are planned (see cruise track).

3.7

PROJECTS OF SONDERFORSCHUNGSBEREICH 313, A JOINT RESEARCH PROGRAMME AT KIEL UNIVERSITY

Planktological research within the Joint Research Programme 313 at Kiel University with a broad methodological approach focuses on processes that control the formation and modification of particles in the upper layers of the Northern North Atlantic, their settling through the water column and their fate before they finally reach the deep-sea floor. Investigations planned during ARKI-XI/2 relate pelagic processes to vertical particle fluxes in the marginal ice zone in the western Greenland Sea. Attention is focused on pelagic and ice-associated production regimes which are expected to differ with respect to quantity and composition of matter exported from the euphotic zone. Investigations will be carried out on transects from the permanently ice-covered zone on the East Greenland shelf across the marginal ice zone to the ice-free Greenland Sea.

Modification and degradation of primary produced pelagic and ice-associated particles will be followed with emphasis on algal pigments and their derivatives and on morphologically distinct types of particles (fecal pellets, calcareous and siliceous organisms). Field work will be combined with ship-board laboratory experiments to identify specific modification processes using mixed natural plankton assemblages, cultivated organisms and sediment trap samples. The overall aim is to test which pelagic and ice-associated processes provide signals via sedimentation that can be traced from the euphotic zone to the deep-sea floor.

The program during ARK XI/2 thus comprises:

3.7.1. Field sampling to characterize pelagic production regimes in open water, marginal ice zone and under the ice (including the under-ice habitat itself)

On transects from the open water to the permanently ice-covered region in the Fram Strait, at 75°N and at sections normal to continental slope at 78°N determinations of phyto- and zooplankton biomass and species composition, suspended particulate elements (C, N, P, Si) and algal pigments (HPLC analysis) will be conducted. Merged with hydrographical and nutrient analyses conducted by other working groups these measurements will elucidate differences in the developmental stages and export potentials of the pelagic systems encountered along the transects. Further, they serve to characterize suspended matter in relation to exported particles collected by sediment traps.

Analyses of the lipid composition of zooplankton in autumn will complete the investigations on seasonal energy storage of plankton in high latitude ecosystems from late winter, spring and summer. In addition, the potential of specific lipid components as trophic biomarkers, as well as for energy flux studies, will be utilized (in cooperation with G. Kattner, AWT).

Studies of organisms living at the ice-water interface will be carried out with the aim of getting a better insight in the biotic interactions within the special habitat. This will also include experiments to study the production of particles by organisms and hence their contribution to vertical particle flux in ice covered regions (see contribution of sea ice group). This work in part will be a continuation of studies which began during ARK XI/1 (I. Werner).

The field sampling program is coordinated with other working groups of SFB 313 (project A3, A4, B4) and the group studying the biology of the sea ice from the IPÖ-Kiel.

3.7.2 Measurements of vertical particle fluxes from the various regimes in the marginal ice zone

Particle flux measurements with time series sediment traps have been conducted by our group in the Greenland Sea since 1988. Within the last years the field work of the SFB 313 has focussed on the seasonally ice-covered region of the Greenland Sea. Measurements of vertical flux in this region are conducted to collect particles exported by different pelagic production regimes in relation to the seasonal retreat of the ice. During this cruise, moorings deployed in cooperation with AWI (Mooring AWI 410-2 and AWI 423-4) in 1994, and the IMR Bergen in spring 1995 shall be recovered. A mooring with sediment traps shall be deployed in the seasonally ice covered area of the Greenland basin.

We plan also to deploy short-term mooring in the Fram strait to measure vertical fluxes with a higher temporal resolution in the marginal ice zone during the cruise.

3.7.3 Experimental studies with dominant organisms, different suspended and sedimented particles

Algal groups from the different regimes will be isolated and cultivated to determine typical pigment signatures. These cultures as well as natural suspended and ice-associated particles and sediment trap collections will be used for extensive laboratory-based experiments.

Emphasis will be placed on conducting feeding experiments with pelagic and ice-associated heterotrophs (copepods, amphipods, euphasiids and others) to investigate their role in modifying these food particles by grazing. Produced fecal pellets will be collected to analyse changes in pigment signature and composition of other biogenic compounds for comparison with sediment trap samples from different pelagic regimes. Fecal matter can contribute significantly to vertical fluxes and it is essential to understand the role which different heterotrophs play in this respect. These studies will be done in cooperation with the IPÖ, Kiel.

3.7.4 Benthic pelagic coupling

The benthos work will focus on interactions between the bottom nepheloid layer (BNL) and the upper sediment layer. Recent investigations indicate that biological and physical resuspension results in elevated particle concentrations in the BNL: Even at low flow velocities the lateral advective particle flux exceeds the vertical flux arriving the seafloor. For this reason, the final sedimentation of particles depends not only on the arriving particle flux, but also on bottom topography as well as the density and composition of the benthic community, which actively intercepts particles and incorporates them into the sediment by biodeposition. Focus of our work will be on the interaction of the amount, the composition and the flux of particles in the BNL and the dispersion patterns and activity of benthic communities.

Our proposed program includes:

- evaluation of the degree of benthic-pelagic coupling along the Northeast Greenland continental margin
- investigations on the distribution and structure of macrobenthic communities, related to the seafloor proper and the BNL
- the assessment of micro- and mesoscale dispersion patterns of benthic populations
- the analyses of BNL characteristics in terms of the amount and composition of particles in relation to near bed current velocities and direction

- measurements of the metabolic performance of the sediment community as well as of individual macrobenthos organisms
- evaluation of biodeposition and bioentrainment rates of benthic communities along the continental slope

These goals are planned to be accomplished by completing transects parallel and normal to the Northeast Greenland continental slope above 75°N. One transect along the slope will cover different conditions of particle supply to the benthos due to variable surface production in areas of permanent ice cover, the ice edge situation and open waters. One slope normal transect will provide information on the depth distribution and dispersion patterns of benthic communities and characteristics of the BNL: Additional focus is set towards the benthic-pelagic coupling by revisiting stations of SFB moorings at 75°N.

To achieve given goals we will deploy following equipment:

For the inventory of mega epibenthos a photosledge, the traditional Agassiz trawl and a remodelled epibenthic sledge will be employed. In addition the macrobenthic epi- and in fauna will be collected using a box corer. The vertical distribution of chemical and biogeochemical parameters will be assessed by deploying a multiple corer. For the characterisation of the BNL a newly designed bottom water sampler will retrieve water samples and will give information on current velocity and direction within the last meter of the BNL, i.e. just above the sediment water interface

3.7.5 Geochemical investigations of the degradation of organic carbon in sediment

The reconstruction of paleoclimate is based on the interpretation of primary produced components like organic carbon, biogenic opal, or baryt which are buried within sediments. Diagenetic processes, especially at the sediment/water interface can modify these proxies considerably and complicate their interpretation profoundly. Therefore diagenetic investigations, especially of pore water constituents are essential for paleoclimate interpretations as well as for geochemical budgets.

Major regions of our geochemical investigations are transects normal and perpendicular to the NE-Greenland continental area. Furthermore, sites at 75°N which were sampled during ARK X/1 (1994), will be investigated again to consider seasonal variations and the coupling between sediment trap data (deployed 1994) and pore water fluxes.

At these sites sediment and pore waters will be sampled. During ARK XI/2, in situ measurements of oxygen and pH and sediment and pore water analysis (e.g. Si, B, NO₃, PO₄, NH₄, Ba, pH and alkalinity) are planned.

By the coupling of geochemical and biological investigations which are part of SFB 313, we expect some new results about the geochemical cycling of organic carbon, the preservation of proxies and ecological interrelations off the east Greenland ice edge.

3.7.6 Paleontology of the pelagial - variations during Quaternary

Since 1991 synoptical studies of living and fossil plankton assemblages are made in the northern North Atlantic. The investigated plankton groups are foraminifers, radiolarians, coccolithophorids, diatoms and dinoflagellate cysts and their remains in sediments. The focus of research is placed on distribution and synecology of the plankton groups in the pelagic realm.

The alteration of living communities and vertical particle transport during settling through the water column are the main points of interest. Sedimentation and accumulation of particles and alteration of plankton assemblages are investigated in Quaternary sediments of the northern North Atlantic, both spatial and temporal.

During "Polarstern" expedition ARK XI water column and sediments will be sampled for the selected plankton groups. Investigation of the water column samples will aim at studying the influence of polar water masses on the occurrence and distribution of these groups in the upper water column. In particular, detailed sampling for foraminifera and radiolarians will enable us to determine the depth habitat of individual species and species groups. Additionally, changes in composition of plankton assemblages at the transition from ice free conditions into fast ice will be analysed.

The major water masses of the Norwegian Greenland Sea will be also sampled in order to improve the autecological preferences of selected species of the fossilizable plankton.

The investigation of water column samples for dinoflagellates will be conducted by Prof. Dr. J. D. Dodge, University of London.

Sediment surface samples and sediment cores will be obtained in order to evaluate the preservation potential of calcareous and siliceous microfossils.

On this expedition the sampling will concentrate on the water column and underlying sediments also in the SFB investigation area (75° N), which will be carried out in close cooperation with the working groups A1, A3 and A4 of SFB 313. Additionally, water samples will be taken on mooring stations. These investigations are the prerequisite for intended reconstructions of hydrographic parameters (e.g. temperature, salinity) and the extension of the East Greenland Current in late glacial and Holocene times.



