



FS „POLARSTERN“
Expeditionsprogramm Nr. 32



ANTARKTIS XI/4
1994

Z 432

32
1994

Expeditionsprogramm Nr. 32

FS "Polarstern"

ANTARKTIS XI/4

1994

Koordinator: D. K. Fütterer

Fahrtleiter: G. Kuhn

Alfred-Wegener-Institut
für Polar- und Meeresforschung
Bremerhaven

März 1994

Deutscher Text
Seite 3 bis 21

English Text
Page 25 to 41

Fahrtabschnitt Kapstadt - Kapstadt (ANT-XI/4)

1 Zusammenfassung

Marin-geologische Untersuchungen im westlichen indischen und östlichen atlantischen Sektor des Südpolarmeeres (Abb. 1) bilden den Schwerpunkt des Fahrtabschnittes ANT-XI/4, der am 30. März in Kapstadt beginnt und am 20. Mai wieder in Kapstadt enden soll. Sedimentologische, mikropaläontologische, geochemische und isotopengeologische Untersuchungsprogramme an Sedimentkernen in Kombination mit sedimentphysikalischen, sedimentechographischen (PARASOUND) und bathymetrischen (HYDROSWEEP) Meßprogrammen sollen dazu beitragen, die Sedimentationsprozesse und paläozeanographische Entwicklung und somit die Auswirkungen der Klimaschwankungen der jüngeren Erdgeschichte (ca. letzte 3 Mio. J.) im antarktischen Ozean und dem angrenzenden subantarktischen Warmwassergebiet zu rekonstruieren. Diese Untersuchungen sind Teil der Arbeiten des Sonderforschungsbereiches 261 ("der Südatlantik im Spätquartär: Rekonstruktion von Stoffhaushalt und Stromsystemen"). Eine kontinuierlich aufgeschlossenen Abfolge bis zu weitaus älteren, tertiären Schichten, die während ANT-VIII/6 auf dem Kainan Maru Seamount entdeckt wurde, soll möglichst komplett beprobt werden.

Neben den marin-geologischen Programmen vervollständigen multidisziplinäre Untersuchungen an der Grenzfläche Meer/Meeresboden, in der Wassersäule, an der Grenzschicht Atmosphäre/Ozean und Arbeiten zur Fernerkundung von Meereisverbreitung und Oberflächenströmungen das wissenschaftliche Fahrtprogramm. Messungen von Schwefelverbindungen (DMS/DMSP) und CO₂ in den oberen Wasserschichten sollen die Austauschprozesse dieser Komponenten zwischen Antarktischem Ozean und der Atmosphäre aufzeigen und zur Klärung des CO₂- und Schwefelkreislaufes und deren zeitliche und räumliche Variationen beitragen. Die Strombänder des Antarktischen Zirkumpolarstromes (ACC) sollen in dem ozeanographischen Programm mit CTD- und XBT-Profilen erkundet werden. Wasserproben werden für die Untersuchungen der Salz-, Sauerstoff-, Chlorophyll-, Barium- und Nährstoffgehalte entnommen. Die hydrographischen Daten sollen im Rahmen von aktuopaläontologischen Untersuchungen mit den Verbreitungsmustern planktischer und benthischer Mikroorganismen, deren kalkige oder kieselige Hartteile als Umweltsignale im Sediment überliefert werden, in Verbindung gesetzt werden. Hierfür werden neben Plankton- und Vertikalnetzen auch Bodengreifer zum Einsatz kommen.

Während ANT-XI/4 sollen – wie auch auf dem vorangegangenen Fahrtabschnitt ANT-XI/2 – Messungen der UV-Strahlung und deren Wirkung auf das Phytoplankton durchgeführt werden. Mikrobiologische Untersuchungen werden die mikrobiellen Prozesse in der Tiefsee, die bakteriellen Tiefseegemeinschaften und deren spezifische Ökofaktoren als Ziel haben. Damit viele der auf dem vorangegangenen Fahrtabschnitt (ANT-XI/3) gefangenen benthischen Evertibraten auch lebend in Bremerhaven ankommen, werden sie auch während ANT-XI/4 weiter betreut, und reproduktionsbiologische Beobachtungen notiert.

Von der Georg Forster Station sollen vier Personen, die in Zusammenarbeit mit der russischen Antarktis-Logistik Entsorgungsaufgaben zu erledigen hatten mit der Polarstern nach Kapstadt zurückfahren. Es ist geplant an der Schelfeiskante mehrere mit Stationsschrott gefüllte Container zu übernehmen und Leercontainer für die nächste Kampagne abzugeben.

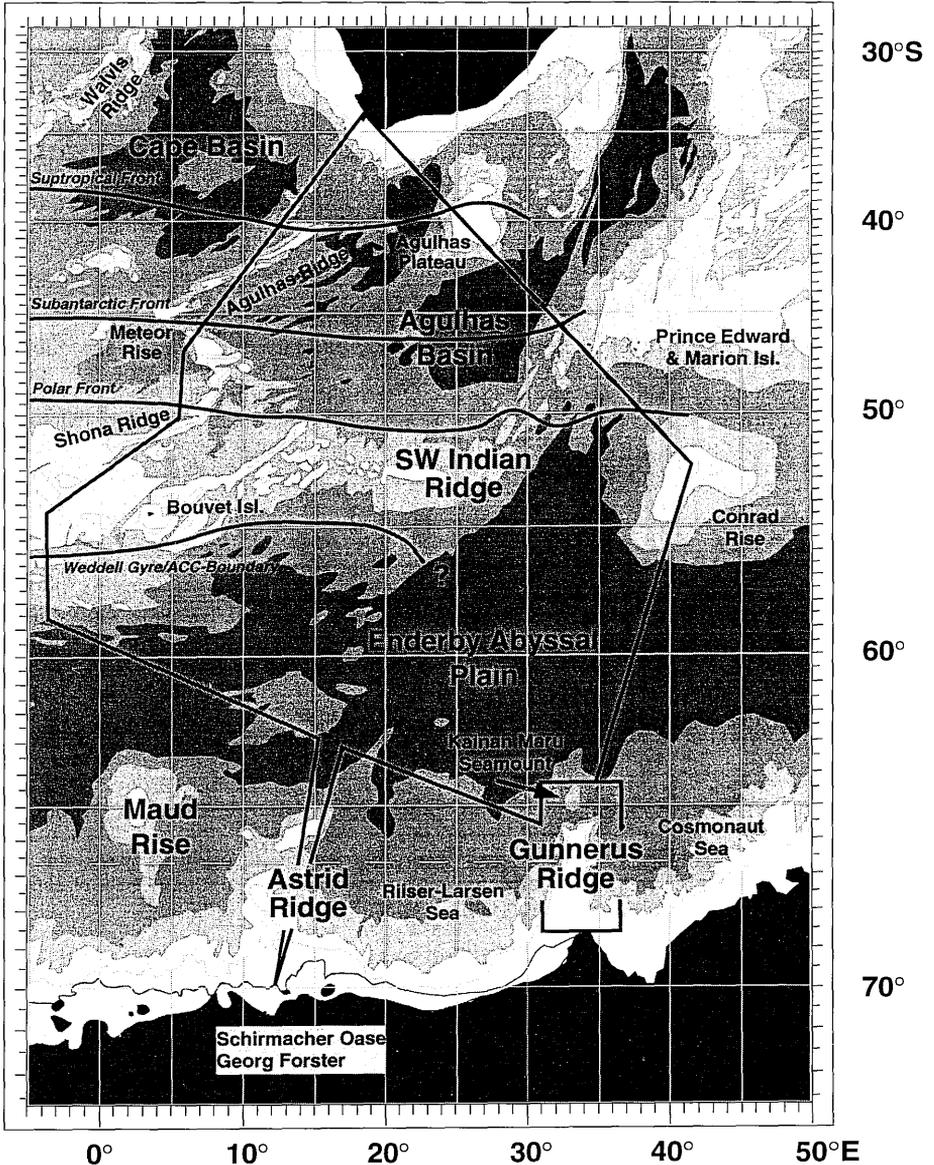


Abb. 1: Geplante Fahrtroute während ANT-XI/4. Lage der ozeanographischen Fronten nach Peterson & Stramma (1991, Progr. Oceanogr. 26: 1-73) und Gouretski & Danilov (1993, Deep Sea Res. I, 40: 561-582)

2. **Wissenschaftliche Untersuchungsprogramme (ANT-XI/4: "Polarer Indik und Atlantik")**

2.1 Marine Geowissenschaften

Schwerpunkt der marin-geologischen Probennahme wird ein Schnitt über die Frontensysteme des Antarktischen Zirkumpolarstroms (ACC) sein, der unsere bisherigen Untersuchungen nach Osten hin ausdehnt. Ein weiteres Untersuchungsgebiet ist der Gunnerus Rücken, der vorgelagerte Kainan Maru Seamount und ein Schnitt über das Enderby Becken (Abb. 1). Dabei können je nach Sedimenttyp mit dem Schwerelot (SL) oder Kolbenlot (KOL) Sedimentkerne bis zu einer Länge von ca. 18 m gewonnen werden. Hierbei sollen physikalische Messungen zur Beschleunigung des Kerngerätes Hinweise auf Störungen beim Kernprozess liefern. Zur Entnahme von ungestörten Oberflächensedimentproben werden wahlweise Großkastengreifer (GKG) oder Multicorer (MUC) eingesetzt. Mit einem Minicorer (MIC), der unterhalb der CTD installiert ist, sollen zusätzlich auch an allen hydrographischen Stationen Oberflächensedimente gewonnen werden. Damit können Lücken in dem Probenetz, das schon während der Expeditionen ANT-VIII/3, ANT-VIII/6, ANT-IX/4 und ANT-XI/2 insbesondere im Westen des Untersuchungsgebietes bereits aufgebaut worden ist, geschlossen werden.

Sedimentechographische (PARASOUND, s. 2.1.7) und bathymetrische Kartierungen mit HYDROSWEEP (s. 2.1.8) während der Fahrt sowie Informationen und Sedimentkernbefunde, die auf vorangegangenen Expeditionen gewonnen worden sind, bilden die Grundlage für die Auswahl der Probennahmestationen.

Die sediment-physikalischen Eigenschaften (magnetische Volumenssuszeptibilität, p-Wellengeschwindigkeit, Feuchtraumdichte) der Sedimentkerne werden durch kontinuierliche Messungen mit einer Multi-Sensor-Meßbank bestimmt und liefern damit Informationen über die Sedimentzusammensetzung. Es ist geplant, einige ausgewählte Sedimentkerne während der Expedition zu öffnen, sie standardmäßig zu dokumentieren und erste Probensätze für sedimentologische, stratigraphische, mikropaläontologische und geochemische Untersuchungen zu sammeln.

Zum besseren Verständnis der Prozesse, die die Überlieferung eines Umweltsignals im Sediment beeinflussen, werden an hydrographischen Verankerungssystemen im Bereich der Polarfront und bei Bouvet Island Sedimentfallen eingesetzt. Hiermit soll die saisonale Partikelsedimentation erfaßt werden. Prozesse der Partikelsedimentation und des bodennahen Sedimenttransportes sollen auch über die Geochemie natürlicher Radionuklide untersucht werden.

2.1.1 **Quartäre und jungneogene Paläozeanographie des Südpolarmeeres (AWI, FGB, Geomar)**

Im Rahmen laufender Untersuchungen zur quartären und jungneogenen paläozeanographischen und -klimatischen Entwicklung im Bereich des Südpolarmeeres (u. a. SFB 261) sollen während ANT-XI/4 Oberflächensedimente und Sedimentkernmaterial im östlichen atlantischen und westlichen indischen Sektor des Südpolarmeeres gewonnen werden. Damit soll das bestehende

Probennetz ergänzt und nach Osten in den indischen Sektor hinein erweitert werden. Die paläozeanographischen Fragestellungen beschäftigen sich insbesondere mit der Rekonstruktion a) der Paläotemperatur und Lageveränderungen des Antarktischen Zirkumpolarstromes (ACC), b) der Verbreitung des Meereises, c) der Veränderung der Paläoproduktivitätsraten und der Zone mit hoher Paläoproduktivität im Bereich des ACC's und d) der Veränderung der Paläotemperatur und Zirkulation von Boden- und Tiefenwasser.

Die paläozeanographischen Arbeiten umfassen die Abschätzung von Oberflächenwassertemperaturen und Meereisverbreitung mit Hilfe von im Sediment überlieferten Vergesellschaftungen kalkiger (Foraminiferen) und kieselig (Diatomeen, Radiolarien) planktischer Mikrofossilien (Transfer-Funktionsmethode, Modern Analog). Außerdem werden die Verhältnisse der stabilen Sauerstoff- und Kohlenstoffisotope in den Gehäusen benthischer und planktischer Foraminiferen zur Rekonstruktion von Boden-, Tiefen- und Oberflächenwasser herangezogen. Die Rekonstruktion der Paläoproduktivität kann anhand der Verhältnisse stabiler Kohlenstoffisotope in planktischen und benthischen Foraminiferen durchgeführt werden. Weitere Methoden zur Abschätzung der Paläoproduktivität sind Bestimmung der Akkumulationsraten biogenen Opals, des organischen Kohlenstoffs, des Bariums sowie die Bestimmung der isotopischen Zusammensetzung von Kohlenstoff und Stickstoff aus organischem Material. Darüber hinaus soll die Zusammensetzung von Fossilvergesellschaftungen herangezogen werden. Strömungsereignisse des Bodenwassers sowie Meereis- und Eisbergverbreitung sollen auch mit Hilfe sedimentologischer und mineralogischer Methoden (Radiographien, Korngrößenverteilung, Verbreitung von verfrachteten Tonmineralen, Verbreitung und Häufigkeit eistransportierten Materials) untersucht werden.

Neben den paläozeanographischen Untersuchungen sollen auch Beiträge zur Verbesserung der Methoden zur Altersdatierung von Sedimenten aus südlichen hohen Breiten geliefert werden. Dies kann am erfolgreichsten durch eine Kombination von unterschiedlichen paläontologischen, isotopengeologischen und sedimentphysikalischen Datierungsmethoden erreicht werden.

Die Probenahme soll schwerpunktmäßig auf vier Profilschnitten durchgeführt werden:

- Profil A Kapstadt - Conrad Rücken
- Profil B Conrad Rücken - Gunnerus Rücken
- Profil C Gunnerus Rücken - nördliches Weddellmeer (SW Bouvet Island)
- Profil D nördliches Weddellmeer (SW Bouvet Insel) - Kapstadt

Profil A stellt ein Profil im Bereich der Frontensysteme des ACC's und der nördlich anschließenden Agulhas Retroflektion dar, mit dem die paläozeanographischen Arbeiten auf den indischen Sektor des Südpolarmeeres ausgedehnt werden sollen.

Auf den Profilen B und C sollen Schnitte über die saisonal meereisbedeckte Antarktische Kaltwasserzone gelegt werden. Dabei wird erwartet, daß sich die jungneogenen und quartären Sedimente im indischen Sektor faziell von denen des atlantischen Sektors unterscheiden, da sie nicht dem Regime des kalten Weddell-Wirbels unterliegen. Darüber hinaus sind auch unterschiedliche saisonalen Änderungen der Meereisverbreitung in den beiden Sektoren zu erwarten. Vergleichende Untersuchungen sollen dazu beitragen, die Geschichte des Weddell

Wirbels und dessen Einfluß auf das ozeanische Regime sowie die Meereisverbreitung zu rekonstruieren.

Im Bereich von Profil D sollen neben der Bedienung von Verankerungen mit Sinkstoff-Fallen (s. 2.1.13) an ausgewählten Positionen Sedimentkerne und Oberflächensedimente gewonnen werden, um Lücken im bestehenden Probennetz zu schließen und zusätzliche Daten zur Auswahl von Tiefseebohrpositionen im Rahmen von Bohrvorschlägen für das Ocean Drilling Program (ODP) zu gewinnen.

2.1.2 Neogen-jungpaläogene Klimaentwicklung im Bereich nördlicher Gunnerusrücken (Kainan Maru Seamount) (AWI)

Sedimentphysikalische und stratigraphische Ergebnisse, die während der Expedition ANT-VIII/6 mit FS "Polarstern" erarbeitet worden sind, zeigen, daß im Bereich des Kainan Maru Seamounts, der dem Gunnerus Rücken nördlich vorgelagert ist, ein untermeerischer "Aufschluß" vorkommt, der eine Beprobung von neogenen und jungpaläogenen Sedimenten mit Hilfe von Kolbenloteinsätzen ermöglicht. Dieser Aufschluß, der während ANT-VIII/6 bereits teilweise mit Hilfe von Parasound und Hydrosweep kartiert wurde, ist auf das Abrutschen eines großen Sedimentpaketes im oberen Pliozän zurückzuführen. Durch eine gezielte und engständige Probennahme mit Kerngeräten können somit Sedimente gewonnen werden, an denen die Sedimentations- und Klimageschichte bis in das Oligozän/Eozän (ca. letzten 30 - 40 Mio. Jahre) rekonstruiert werden kann. Die Mächtigkeit dieser Abfolge beträgt nach bisherigen Ergebnissen ca. 90 - 120 m und ist somit ihrer durchschnittlichen Sedimentationsrate nach mit den während der Bohrfahrt Leg 113 (Ocean Drilling Program, ODP) am Maud Rise erbohrten Abfolgen vergleichbar. Damit ließe sich eine Lücke zwischen den ODP-Tiefbohrungen auf dem Maud Rise (ODP Leg 113) und im Bereich des Kerguelen Plateaus (Legs 119, 120) schließen und eine Verknüpfung der paläozeanographischen und -klimatischen Vorgänge im Bereich des Weddellmeeres mit denen im zentralen indischen Sektor des Antarktischen Ozeans erreichen.

Um eine möglichst lückenlose und sich teilweise überlappende Kernabfolge zu gewinnen, soll nach detaillierten PARASOUND- und HYDROSWEEP-Untersuchungen eine gezielte und engräumige Kernentnahme vorgenommen werden. Eine genaue Datierung dieser Sedimente kann mit Hilfe von kieseligen Mikrofossilien (Diatomeen und Radiolarien) in Kombination mit paläomagnetischen Messungen durchgeführt werden.

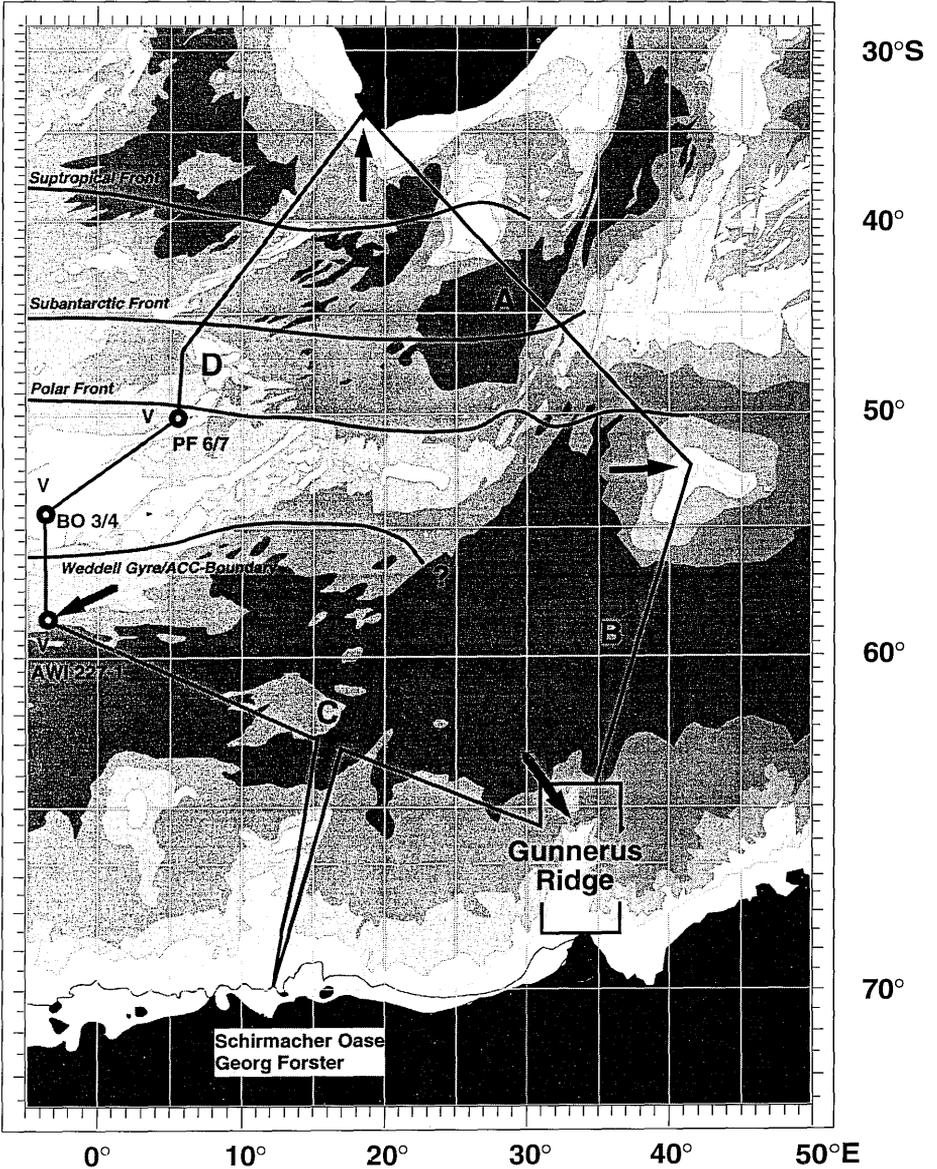


Abb. 2: Während ANT-XI/4 geplante Profilschnitte, das Untersuchungsgebiet "Gunnerus-Rücken" und die Positionen der Verankerungen (V)

2.1.3 Benthische Foraminiferenvergesellschaftungen (AWI)

Die im Rahmen früherer Polarstern-Expeditionen gewonnenen Daten lieferten ein genaues Bild über das rezente Verbreitungsmuster benthischer Foraminiferenvergesellschaftungen im atlantischen Sektor des Südozeans zwischen Südafrika und dem antarktischen Kontinentalrand im Weddellmeer. Es wurde erkannt, daß die Artenzusammensetzung einer benthischen Foraminiferenfauna über ein komplexes Beziehungsgeflecht mit den jeweiligen regionalen ozeanographischen, klimatischen, sedimentologischen und morphologischen Verhältnissen im Gleichgewicht steht. Sie hängt dabei in erster Linie von den physikochemischen Eigenschaften der jeweiligen Bodenwassermasse ab, die ihren Lebensraum umgibt, wird aber zusätzlich von der Höhe der Exportproduktion gesteuert, die insbesondere den Anteil der Infauna bestimmt.

Ein Ziel ist es, in Ergänzung zum Fahrtabschnitt ANT-VIII/6, den vorhandenen Probensatz nach Osten in den indischen Sektor des Südozeans auszudehnen. Es soll gezeigt werden, ob die weiter im Westen erkannten Beziehungen auch hier zutreffen. Ein Schwerpunkt liegt daher auf der Beprobung der obersten Zentimeter einer möglichst ungestörten Sedimentoberfläche mit dem Multicorer und dem Großkastengreifer.

Für die Untersuchung fossiler benthischer Foraminiferenvergesellschaftungen ist die Beprobung von karbonatreichen quartären und neogenen Sedimenten mit dem Schwere- und Kolbenlot geplant. Über die Anwendung der im Rezenten erkannten Beziehungen bei der Interpretation der fossilen Faunen werden Informationen über die känozoische Paläozeanographie des Südozeans und die Vereisungsgeschichte der Ostantarktis erwartet.

2.1.4 Planktische Foraminiferen hoher Breiten: Untersuchungen der morphologischen und geochemischen Variabilität im atlantischen Sektor (Geomar, AWI)

Vergesellschaftungen von planktischen Foraminiferen dienen aufgrund ihrer oftmals guten fossilen Überlieferung seit langem als Basis für paläoozeanologische und ökologische Interpretationen. Der Chemismus der für die Foraminiferen relevanten Wassermassen wird maßgeblich durch biologische Prozesse bestimmt und steuert u.a. den klimabestimmenden atmosphärischen CO₂-Haushalt. Biochemische Veränderlichkeiten, gespeichert in den Kalkschalen der Foraminiferen, stellen einen zweiten, signifikanten Informationsträger für paläoozeanographische Rekonstruktionen dar.

Unter dem Gesichtspunkt, daß der rezente süd- bzw. nordpolare Raum anhand seiner Stromsysteme starke Unterschiede aufweist, sollen Untersuchungen an den bipolar verteilten fossilen bis rezenten planktischen Foraminiferen aus Sedimentkernen beider Gebiete vergleichend durchgeführt werden. Es stehen dabei vor allem morphologische Betrachtungen einzelner Arten und ihre glazial-interglazial bedingte Veränderlichkeit im Vordergrund. Besonders anhand der monospezifischen Fauna im antarktischen und arktischen Bereich sollen die so gewonnenen Erkenntnisse für ein besseres Verständnis der komplexen Wechselwirkungen ökologischer, hydrographischer und klimatischer Parameter beitragen und mittels Zeiterien interpretiert werden. Im einzelnen sollen dabei besonders im polaren Bereich morphologische Schalenveränderungen (z.B.

Kammerzahl, Mündungs- bzw. Gesamtschalengröße) anhand ausgewählter planktischer Foraminiferenarten detailliert analysiert werden. Diese physischen Parameter sind vor allem deshalb hervorragend geeignet, da sie quantitativ erfaßt werden können, subjektive Freiheitsgrade des Betrachters somit nahezu auszuschließen sind und die Methode zudem kontinuierlich nachvollziehbar ist. Untersuchungen an der morphologischen Veränderlichkeit dominanter Subpolar-Arten tragen zur verbesserten Interpretation der ozeanischen Entwicklung des gesamten Raums mit bei.

Zusammen mit Analysen der Magnesiumkonzentration in Foraminiferenschalen als potentielltem Temperaturindikator sollen andere geochemische und faunistische Ansätze aufgezeigt werden, die gegenüber den konventionellen Methoden (O/C-Isotopen, Faunenanalyse) einen gänzlich unabhängigen, jedoch in die bestehenden Ergebnisse gut zu integrierenden Datensatz bilden und folglich die Interpretationsbasis für den Polarraum erweitern.

2.1.5 Beobachtung der Beschleunigung am Schwere- und Kolbenlot (FGB)

Die Beprobung des Meeresboden in der marinen Geologie erfolgt in aller Regel mit dem Kolben- oder Schwerelot. Grundlegenden Annahme bei der Interpretation aller tiefenabhängiger sedimentphysikalischer und lithologischer Variationen ist, daß der Kern das ungestörte Abbild der in-situ Verhältnisse widerspiegelt. Untersuchungen zeigen, daß der Kernprozeß selbst Störungen verursachen kann, die sich als Kernverkürzung durch Kompression oder selektives Kernen auswirken. Diese Verfälschungen können alle quantitativen Interpretationen (Berechnung von Akkumulationsraten, spektrale Analysen) empfindlich stören und zu fehlerhaften Ergebnissen führen.

Eine Möglichkeit, die wahre Eindringtiefe des Kernrohres in das Sediment zu rekonstruieren besteht darin, die Beschleunigung des Gewichtsträgers während des Eindringens des Lotes zu messen. Durch die zweifache Integration der Beschleunigung kann man versuchen, den zeitlichen Verlauf des Eindringvorganges zu rekonstruieren. Da das ganze Lot im wesentlichen nur vertikale Bewegungen ausführt, genügt die Messung der vertikalen Beschleunigung zusammen mit der Neigung gegenüber der Vertikalen.

Auf der Expedition ANT-XI/4 wird ein Sensorkpaket zur Messung der Beschleunigungen an Schwere- und Kolbenlot eingesetzt werden, das aus einem vertikalen Beschleunigungsaufnehmer, einem Absolutdruckmesser und einem Neigungsmesser besteht. Die Sensoren und der Datenlogger sind in einem Drucktopf untergebracht, der im Gewichtssatz integriert ist. Die Daten werden digital erfaßt und gespeichert. Nach jedem Kerneinsatz werden die Daten ausgelesen, dargestellt und interpretiert.

2.1.6 Sedimentphysik (AWI)

Kontinuierliche Ganzkernmessungen in 1cm-Abständen der magnetischen Suszeptibilität, der Gamma-Strahlen Absorption und der P-Wellengeschwindigkeiten können an Bord von Polarstern und im Labor an Land durchgeführt werden. Die Parameter werden mit Hilfe der "Multi-Sensor Kernmeßbank" von GEOTEK (GB) gemessen.

Die magnetische Suszeptibilität dient als Maß für die Menge an magnetisierbaren Komponenten in Sedimenten. Generell wird die Variation der Amplituden gegen die Tiefe als Indikator für Schwankungen im Verhältnis von terrigenen zu marinen Sedimentkomponenten verwendet. Suszeptibilität-Logs können ausgezeichnete Hilfen zur lateralen Korrelation von Sedimentkernen liefern und zur stratigraphischen Interpretation herangezogen werden.

Die Verringerung von Gammastrahlen, die von einer punktförmigen Quelle emittiert werden, bei der Ausbreitung entlang des Kerndurchmessers dient als Maß für die Dichte der Kernsedimente. Durch Verknüpfung der Dichtedaten mit den Resultaten aus der P-Wellen Messung läßt sich die Variation der akustischen Impedanz in Abhängigkeit zur Sedimenttiefe berechnen. Daraus können synthetische Seismogramme geplottet werden, die der Korrelation von vertikalen Veränderungen physikalischer Parameter in Sedimentkernen mit Reflexionsmustern in seismischen Profilen dienen. Letztere werden mit dem bordeigenen PARASOUND-System aufgezeichnet.

2.1.7 Sedimentechographische Untersuchungen (PARASOUND) (FGB, AWI)

Während der gesamten Expedition soll das Sedimentecholot PARASOUND mit dem digitalen Datenerfassungssystem PARADIGMA zum Einsatz kommen, um hochauflösende seismische Daten entlang der Fahrtstrecke zu sammeln. Mit den Signalfrequenzen um 4 kHz können die obersten 50 bis 200 Meter der Sedimentbedeckung in der Tiefsee sehr detailliert abgebildet werden. Entlang der Fahrtstrecke sollen die beobachteten Sedimentstrukturen rekonstruiert und den verantwortlichen glaziomarinen und pelagischen Sedimentationsprozessen zugeordnet werden. In Verbindung mit den echographischen Daten früherer Expeditionen, insbesondere der POLARSTERN Reise ANT-VIII/6, wird eine regionale Synthese vor allem im Gebiet des Gunnerus Rückens angestrebt. Diese soll vor allem die komplexen Sedimentationsabläufe auf und in der Nachbarschaft des Rückens erfassen und mit den paläoklimatischen und paläozeanographischen Veränderung im Känozoikum in Verbindung bringen.

Eine wesentliche Interpretationshilfe für die digitalen seismischen Daten werden die geplanten physikalischen Messungen an Sedimentkernen liefern. Die Parameter der akustischen Impedanz, Schallgeschwindigkeit und Naßdichte, werden mit hochauflösenden Meßapparaturen quasi- kontinuierlich bestimmt, und lassen sich zur Berechnung synthetischer Seismogramme verwenden. Auf diesem Wege können die lithologisch-physikalischen Wechsel im Sediment mit Reflektoren in Beziehung gebracht werden und – nach ihrer chronostratigraphischen Einordnung im Sedimentkern – für eine akustische Stratigraphie, der räumlich-zeitlichen Einordnung der Reflexionsmuster, verwendet werden. Systematische Variationen des abgestrahlten Echolotsignals auf den Beprobungsstationen werden darüber hinaus genauere Aussagen über die Bedeutung von Interferenzen, der Mikrotopographie und der lokalen Variabilität der Sedimenteigenschaften ermöglichen.

Über die Bestimmung der Impedanzparameter hinaus liefert die Durchschallung von Sedimenten mit Ultraschallsignalen Informationen über die Lithologie und mittlere Korngröße. Die Absorption von Signalen im Frequenzbereich zwischen 90 und 370 kHz nach der Transmission durch das Sediment wird neben der

Schallgeschwindigkeit hochauflösend bestimmt. Seismogrammamplitude und -form bilden Korngrößen- und Porositätsänderungen ab und erlauben beispielsweise die Identifikation auch sehr dünner Turbiditlagen von wenigen Zentimetern Mächtigkeit.

2.1.8 Bathymetrische Messungen mit HYDROSWEEP (AWI)

In Ergänzung zu den bathymetrischen Arbeiten auf früheren Expeditionen ist es vorgesehen, kontinuierlich während der gesamten Reise Hydrosweepmessungen durchzuführen. Durch diese Arbeiten werden die lückenhaften Tiefenmessungen im Bereich des südlichen Atlantiks ergänzt und gleichzeitig ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung internationaler Seekartenwerke geleistet. Kleinräumige flächenhafte Vermessungen um geologische Probenstationen geben eine Planungsgrundlage für Expeditionsarbeiten anderer Arbeitsgruppen. So ist geplant, den im Gebiet des Gunnerus Ridges gelegenen Kainan Maru Seamount (Abb.1), der auf ANT-VIII/6 erstmals vermessen wurde, durch 13 ost-west streichende Profile nahezu vollständig bathymetrisch zu erfassen.

2.1.9 Untersuchungen mit Backscatter (AWI)

Fächersonarsysteme, wie Hydrosweep, werden seit längerem für die Tiefenbestimmung verwendet. Durch Weiterentwicklungen können, neben den Tiefeninformationen, auch Backscatterkoeffizienten bestimmt werden. Mit Hilfe eines 1993 neu entwickelten Programmsystems werden aus der Analyse der rückgestreuten Energie einer Lotung diese Koeffizienten abgeleitet. Backscatterkoeffizienten ermöglichen eine Charakterisierung der Oberflächeneigenschaften des Meeresbodens. Um diese Informationen auswerten zu können, sind umfangreiche vergleichende Untersuchungen mit in situ gesammelten Daten (z.B. Dredgen, Sedimentproben, usw.) notwendig.

Mit dem auf Polarstern installierten Hydrosweep und dem neuen Auswertesystem können gleichzeitig 59 Backscatterkoeffizienten für jede Messung bestimmt werden. Die Signale müssen wegen verschiedener Einflüsse, wie Schiffslage und Neigung des Meeresbodens, korrigiert werden.

Es sind umfangreiche geologische und geophysikalische Untersuchungen im Bereich des Gunnerus Rückens am Antarktischen Kontinentalhang geplant. Diese Arbeiten ergänzen Untersuchungen von ANT-VIII/6 und bilden durch die große Anzahl von geologischen Probenstationen ein besonders geeignetes Testgebiet für Untersuchungen mit Backscatter. Die auf den Transferfahrten zwischen den Probengebieten geplanten Stationen liefern wichtige Daten für das ground truthing der Backscattermessungen.

Die aus diesen Arbeiten und Vergleichen gewonnenen Erkenntnisse sollen zur Erarbeitung eines Modelles zur Klassifizierung unterschiedlicher Bodentypen und ihrer Verteilung dienen.

2.1.10 Satellitenaltimetrie (AWI)

Aus Altimetermessungen abgeleitete Parameter des Schwerefeldes geben in den nur schwer zugänglichen Gebieten der Antarktis wichtige Informationen zur Bathymetrie und Tektonik. Um die satellitengestützten Messungen nutzen zu können, müssen die Modelle, die den Zusammenhang zwischen Altimetrie und Bathymetrie beschreiben, mit genauen Tiefendaten und den vorhandenen Altimeterdaten an das Areal angepaßt werden. Es ist vorgesehen, einem Subtrack des ERS-1 (35-Tage Orbit) zu folgen und Fächersonarmessungen durchzuführen. Aus dem Vergleich der Tiefenmessungen und den aus Altimetermessungen abgeleiteten Informationen sollen die Arbeiten zur Entwicklung einer Übertragungsfunktion zwischen diesen Daten weitergeführt werden.

Auswertungen von Altimetermessungen von GEOSAT und ERS-1 im Bereich OPS 537 zeigen viele, gut mit der bekannten Bathymetrie und Tektonik korrelierbare, Strukturen. Eine positive Anomalie bei 62°S 15,3°E kann aber keiner bisher bekannten Struktur zugeordnet werden. Es ist vorgesehen, über diesen Bereich Profile mit Hydrosweep zu legen, um festzustellen, ob es sich um ein tektonisch oder bathymetrisch induziertes Signal handelt.

2.1.11 Geochemie – natürliche Radionuklide (AWI)

Durch radioaktiven Zerfall des im Meerwasser gelösten Urans werden ständig radioaktive Zerfallsprodukte gebildet, u.a. Isotope der partikelreaktiven Elemente Th, Pb, Po und Pa. Ohne chemische Reaktion würden diese Tochternuklide in gleicher Aktivität vorliegen wie die Mutternuklide von Uran und Radium. Weil sie sich an Partikel adsorbieren, werden sie mit den Sinkstoffen aus der Wassersäule entfernt. Das Ungleichgewicht zwischen Mutter und Tochterprodukten ist ein Maß für die Entfernungsrates der reaktiven Tochternuklide aus der Wassersäule. Dieser Mechanismus ermöglicht uns, die Isotope als eine Art natürlicher Tracer zu nutzen und damit Adsorptionsraten und Partikelflußraten zu verfolgen.

^{234}Th (24 Tage Halbwertszeit) ist sehr gut geeignet die Entwicklung der Planktonblüte zu verfolgen. Wie wir in '87 in der Bransfield Straße und in '92 in dem Zirkumpolarstrom im Südatlantik zeigen konnten, ist dieses Isotop am Ende des Winters in Gleichgewicht mit der Mutternuklide, ^{238}U . Es liegt zu etwa 95% in gelöster Form vor. Wenn durch Algenwachstum die Partikelkonzentration im Oberflächenwasser ansteigt, wird mehr ^{234}Th Aktivität in die partikuläre Phase überführt. Wenn durch Absinken Partikel entfernt werden, ist dies durch ein Ungleichgewicht zwischen gesamt ^{234}Th und ^{238}U nachzuweisen. Damit bietet dieses Isotopenpaar eine Methode, die Exportproduktion von ^{234}Th und von organischem Kohlenstoff zu quantifizieren. Die Algenblüte im November 1992 an der Polarfront bei 6°W (ANT-X/6) führte zu einer Entfernung von 1100 Bq ^{234}Th pro Quadratmeter. Mit dem $^{234}\text{Th}/\text{C}_{\text{org}}$ Verhältnis in Schwebstoffen (68Bq/g), entspricht das einer Entfernung von etwa 16 g C pro Quadratmeter. Dieses Beispiel zeigt, daß die ^{234}Th Methode eine Ergänzung zu den Messungen von Flußraten mit Sinkstoffallen darstellt. Sie hat den Vorteil, daß eine integrierte Flußrate gemessen wird, und daß die manchmal ungewisse Fangausbeute der Falle die Ergebnisse nicht beeinflusst.

Neben ^{234}Th wird auch das Isotopenpaar $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ gemessen. Das Ungleichgewicht von $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ markiert die Adsorption an Partikel über längere Zeiträume in der gesamten Wassersäule. Das $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ Ungleichgewicht (Halbwertszeit von ^{210}Po 138 Tage, von ^{210}Pb 22.4 Jahre) widerspiegelt jahreszeitliche Schwankungen und ergänzt das $^{234}\text{Th}/^{238}\text{U}$ Ungleichgewicht als Tracer für Export aus der euphotischen Zone und Mineralisation von organischem Material in mittleren Tiefen der Wassersäule. Weil das ^{210}Po Signal also eine Integration über viele Monate darstellt, ist ein Vergleich zwischen Herbst (ANT-XI/4) und Frühjahr (wie gemessen während ANT-X/6) besonders interessant.

Proben werden genommen mit Gerard Großwasserschöpfern und sofort filtriert. Die gelöste und partikuläre Phase werden getrennt auf ^{234}Th , ^{210}Pb und ^{210}Po analysiert.

Es gibt Hinweise, daß in dem Antarktischen Zirkumpolarstrom ein aktiver Sedimenttransport am Boden stattfindet. Der Partikeltransport im Bodenwasser und der Sedimentations/Erosions Austausch zwischen Bodenwasser und Meeresboden lassen sich ebenfalls mit ^{234}Th untersuchen. Im ozeanischen Tiefenwasser sind ^{234}Th und ^{238}U normalerweise in Gleichgewicht. ^{234}Th hat die gleiche Aktivität wie ^{238}U , die sich aus dem Salzgehalt genau berechnen läßt. Resuspension von Sediment ins Bodenwasser und Adsorption von ^{234}Th an diesen Partikeln verursachen eine Entfernung von ^{234}Th aus dem Bodenwasser. Das Ausmaß des Ungleichgewichts gibt damit Information über die Verweilzeit von resuspendiertem Material im Bodenwasser. Natürliche Radionuklide mit anderen Halbwertszeiten (^{210}Po und ^{228}Th : $t_{1/2}$ 1.9 Jahre) machen es möglich, diese Prozesse auch auf längeren Zeitskalen zu untersuchen.

Die zwei vorgesehenen Schnitte durch den Zirkumpolarstrom bei etwa 6°E und 40°E werden einen Vergleich mit vorliegenden Daten von Schnitten weiter westlich im Südatlantik ermöglichen. Wir erwarten, daß die im Südatlantik sehr stark ausgeprägte Bodentopographie und der Einstrom von Zirkumpolaren Tiefenwasser in den Weddellwirbel sich in der Verteilung der Radionuklide, vor allem von ^{228}Ra , ^{230}Th und ^{231}Pa , widerspiegeln. Für die Analyse dieser Isotope brauchen wir größere Wassermengen (etwa 1000 l). Diese Proben werden mit in-situ Pumpen genommen, die auf 6 Stationen eingesetzt werden sollen.

Die Verteilung der Radionuklide im Oberflächensediment ist Ergebnis der Partikelflußrate aus der Wassersäule, und von Mischvorgängen an der Sediment/Wasser Grenzschicht. Sedimentproben sollen dazu mit dem Multicorer genommen werden.

2.1.12 Stabile Isotope im Bodenwasser und in der Wassersäule (AWI)

Stabile Kohlenstoff- und Sauerstoffisotope im Meerwasser liefern Informationen zur Charakterisierung von Wassermassen. Sie ermöglichen Rückschlüsse auf die Herkunft und die Geschichte einer Wassermasse und spiegeln zudem die Produktivität im Oberflächenwasser wider. Daten über die Isotopenzusammensetzung der Wassersäule im Südatlantik liegen bislang neben wenigen GEOSECS-Stationen nur von Polarstern-Stationen vor, die auf einigen Profilschnitten zwischen Kapstadt, dem antarktischen Kontinentalrand im

Weddellmeer und der Südspitze Südamerikas beprobt wurden (ANT-VIII/2+3, ANT-IX/4, ANT-X/5, ANT-XI/2).

Während des Fahrtabschnittes ANT-XI/4 soll der derzeitige Datensatz durch Proben aus dem indischen Sektor des Südozeans, außerhalb des Einflußbereichs des Weddellwirbels, erweitert werden.

Die Beprobung der Wassersäule soll in definierten Tiefenintervallen mit einer Rosette bei allen ozeanographischen CTD-Stationen erfolgen. Ein weiterer Schwerpunkt des geplanten Isotopenprogramms liegt auf der Beprobung der Sedimentoberfläche und des überstehenden Bodenwassers mit dem Multicorer. Durch die Bestimmung der stabilen Kohlenstoffisotopenverhältnisse in den kalkigen Gehäusen benthischer Foraminiferen und ihrem Lebensmilieu werden Aussagen über eine mögliche stoffwechselabhängige Isotopenfraktionierung beim Einbau in das Gehäuse (Vital-Effekt) erwartet. Die dadurch geschaffenen Basisdaten dienen als Grundlage für die Verwendung der stabilen Kohlenstoffisotopenverhältnisse in benthischen Foraminiferen zur Rekonstruktion von Paläowassermassen und der Paläoproduktivität im Oberflächenwasser.

2.1.13 Partikelfluß in Antarktischen Gewässern (FGB, AWI)

Zur Erfassung der saisonalen Partikelsedimentation wurden im Atlantischen Sektor des Südpolarmees, an der Polarfront und im Einflußbereich des Meereises (Bouvet Island) seit 1987 Verankerungssysteme ausgebracht, die mit Strömungsmessern und Sinkstoff-Fallen bestückt wurden. Auf der ANT-X/7-Reise wurden bei 50°06'S, 5°54'E (PF6-Station) sowie bei 54°20'S, 3°18'W (BO3-Station) Verankerungen ausgesetzt, die auf der ANT-XI/4-Expedition geborgen und wieder ausgebracht werden sollen. Daneben soll die Verankerung AWI 227 bei ca. 59°S und 3°20'W ausgelegt werden. Alle Systeme werden mit jeweils 2 Sinkstoff-Fallen bestückt. Die Aufnahme der drei Verankerung ist etwa im Dezember-Januar 1994/95 vorgesehen, der genaue Zeitpunkt ist noch nicht bekannt.

Die bisherigen Expeditionen erbrachten vollständige Probenserien für die Zeiträume 1989-1991 (PF3) und 1992 (PF5) sowie eine Probenserie mit nur 5 Proben für den Zeitraum 1987-1988 (PF1). Von der Station bei Bouvet Island (BO), die seit 1990 bedient wird, konnten bisher zwei vollständige Probenserien gewonnen werden. Die Ergebnisse zeigen deutliche saisonale Schwankungen in der Sedimentation mit Maxima im Südsommer. Ziel der Untersuchungen ist es, verschiedene Produktionssysteme im Zirkumpolarstrom und im Weddellmeer hinsichtlich der Saisonalität der Exportproduktion und Art der absinkenden Partikel zu charakterisieren. Von besonderem Interesse ist z.B. die Organismenzusammensetzung (Diatomeen, Radiolarien) der Sinkstoffe im Bereich des saisonal variierenden Meereisrandes. Da auch deutliche interannuelle Flußschwankungen zu erwarten sind, sollen die Untersuchungen über mehrere Jahre durchgeführt werden; geplant und abgesprochen ist derzeit eine Zeitraum bis mindestens 1997.

An Bulkparametern werden der Gesamtfluß, biogener Opal, Karbonat, organischer Kohlenstoff und Stickstoff bestimmt. Neben der Zusammensetzung der Partikel werden die stabilen C- und N-Isotope der organischen Substanz, die Bariumgehalte der Sinkstoffe, radioaktive Isotope von Th und Pa sowie die stabilen C und O-Isotope planktischer Foraminiferen ermittelt. An diesen Untersuchungen

der Sinkstoffe sind mehrere Mitarbeiter vom FG Geowissenschaften der Universität Bremen, vom AWI und vom GEOMAR (Kiel) beteiligt.

2.1.14 Autökologische Untersuchungen an Radiolarien (AWI)

Mit Hilfe von Netzfängen soll das vertikale und horizontale Verteilungsmuster von Radiolarien in der Wassersäule auf einem Schnitt von der subtropischen Zone über die Frontsysteme des ACC's hinweg bis in den Bereich der antarktischen Zone erfaßt werden. Mit Hilfe eines Vertikal-Schließnetzes werden Radiolarien aus verschiedenen Tiefenstufen in den oberen 2000 m der Wassersäule gefangen. Parallel gemessene Temperatur-, Salzgehalts- und Nährstoffprofile sollen Zusammenhänge zwischen der Hydrographie, der Nährstoffverteilungen und den Häufigkeitsverteilungen von Radiolarien aufzeigen und damit Hinweise zur Autökologie von Arten geben, deren Skelette als Paläoumweltindkatoren im Sediment überliefert werden können. Diese Daten sind für die Auswertung von Mikrofossilvergesellschaftungen im Rahmen paläozeanographischer Rekonstruktionen von entscheidender Bedeutung.

2.1.15 Stabile Isotope im Bodenwasser und in der Wassersäule (AWI)

Stabile Kohlenstoff- und Sauerstoffisotope im Meerwasser liefern Informationen, die der Charakterisierung von Wassermassen dienen. Sie erlauben Rückschlüsse auf die Herkunft und Geschichte einer Wassermasse und spiegeln die Produktivität im Oberflächenwasser wider. Außer einigen wenigen GEOSECS-Stationen liegen eigene Daten über die Isotopenzusammensetzung der Wassersäule im Südatlantik bislang von Stationen vor, die auf einem Schnitt von Kapstadt nach Kap Norvegia, von Kap Norvegia zur Südspitze Südamerikas und im weiteren Umfeld des Südsandwich Inselbogens beprobt wurden (ANT-VIII/2+3, ANT-IX/4, ANT-X/5).

Neben der Beprobung der Wassersäule, die mit einer Rosette bei allen ozeanographischen CTD-Stationen erfolgen soll, liegt ein weiterer Schwerpunkt des geplanten Isotopenprogramms auf der Beprobung des Bodenwassers und der damit koexistierenden Sedimentoberfläche. Durch die Bestimmung der Kohlenstoffisotopenverhältnisse in benthischen Foraminiferen und ihrem Lebensmilieu werden Aussagen über eine mögliche stoffwechselabhängige Isotopenfraktionierung beim Einbau in die Kalkschalen möglich (Vital-Effekt). Die dadurch geschaffenen Basisdaten dienen als Grundlage für die Verwendung der stabilen Kohlenstoffisotope in fossilen benthischen Foraminiferen als Paläowassermassenindikator.

2.2 Chemische und hydrographische Untersuchungen in Atmosphäre und Wassersäule

2.2.1 Schwefelkreislauf Ozean – Atmosphäre (FBB)

Dimethylsulfid (DMS) ist mengenmäßig eine der wichtigsten Quellen für biogenen Schwefel in der marinen Atmosphäre. Das flüchtige DMS ist von Bedeutung bei der Bildung von schwefelhaltigen Kondensationskernen und fördert somit die

Wolkenbildung. DMS ist ein Zerfallsprodukt von Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP), einer tertiären Schwefelverbindung, welche von marinen Algen synthetisiert und intrazellulär akkumuliert wird. Die Funktion von DMSP als Osmolyt oder Gefrierschutzsubstanz wird diskutiert. Die DMSP Konzentration ist geographisch wie saisonal sehr unterschiedlich, da die Produktion von DMSP von der jeweiligen Artenzusammensetzung des Phytoplanktons abhängt. Die Spaltung von DMSP zu DMS und Acrylsäure kann auf verschiedenen Reaktionswegen verlaufen. Eine Möglichkeit ist die enzymatische Spaltung durch Algenzellen oder Bakterien. Das ozeanische DMS diffundiert entweder in die Atmosphäre oder wird durch mikrobielle Aktivität umgesetzt und verbleibt damit im ozeanischen Schwefelkreislauf.

Während ANT-XI/4 werden im Oberflächenwasser und in der Wassersäule bis 250 m Messungen der partikulären DMSP Konzentration, des Chlorophyll *a* Gehalts und die bakterielle Umsetzung von DMS durchgeführt, sowie das Vorkommen dominanter Phytoplanktonarten untersucht.

DMSP Gehalt im Phytoplankton. Seewasserproben werden filtriert und der Gehalt an partikulärem DMSP gaschromatographisch quantifiziert.

Mikrobieller DMS Verbrauch. Mit einer Inhibitormethode wird der bakterielle DMS Verbrauch in Parallelproben untersucht. Unterschiede in der DMS Konzentration – nach einer festgelegten Inkubationszeit – werden dem mikrobiellen DMS Verbrauch gleichgesetzt. Die Messung von DMS Konzentrationen im Seewasser geschieht gaschromatographisch nach cryogener Anreicherung des DMS.

Artenzusammensetzung des Phytoplanktons und Bestimmung des Chlorophyll *a* Gehalts. Das Vorkommen dominanter Algenarten während ANT-XI/4 wird an Bord ermittelt. Zur Bestimmung der Algenbiomasse, werden Wasserproben filtriert und der Gehalt an Chlorophyll *a* am Fluorometer bestimmt. Von der COMED Anlage ("continuous measurement device") gelieferte Daten (Temperatur, Salinität, pH-Wert etc.) werden in unsere Diskussion einfließen.

Unsere Ergebnisse werden im Zusammenhang mit bereits existierenden Daten über den DMSP/DMS Pool des Südlichen Ozeans diskutiert und sollen zu einem besseren Verständnis des Schwefelhaushaltes antarktischer Gewässer beitragen.

2.2.2 Austausch von CO₂ zwischen dem Südpolarmeer und der Atmosphäre (NIOZ, AWI)

Etwa 5.2 Gigatonnen Kohlenstoff (5.2×10^{15} g C) werden jährlich durch das bei der Verbrennung fossiler Rohstoffe entstehende CO₂ in die Atmosphäre eingebracht. Ein zusätzlicher Eintrag von ca. 1 GtC erfolgt über die Vernichtung der tropischen Regenwälder. Nur ca. 60 % dieser Emissionen tragen direkt zur Erhöhung der atmosphärischen CO₂-Konzentration bei. Etwa 40 % (ca. 2-3 GtC) werden durch den Weltozean und zu geringen Anteilen durch die terrestrische Vegetation aufgenommen. Trotz dieses relativ hohen Anteils ist nicht genau bekannt, welche Teilbereiche des Meeres für die CO₂-Aufnahme verantwortlich sind. Einen weiteren Faktor stellen die Austauschprozesse dar, denen das natürlich vorkommende CO₂ unterliegt. Hierbei wird der Fluß aus übersättigten Wassermassen (Auftriebsgebiete) in die Atmosphäre als gleichwertig dem Fluß aus

der Atmosphäre in untersättigte Wassermassen angenommen. Vor allem solche Gebiete, in denen CO_2 -untersättigtes Oberflächenwasser in größere Tiefen absinkt, werden als Senke sowohl für den natürlichen, als auch für den anthropogenen CO_2 -Anteil in Erwägung gezogen.

Ziel des Projektes ist es, zum Verständnis und zur Quantifizierung des CO_2 -Austausches zwischen Ozean und Atmosphäre im Südpolarmeer beizutragen. Bisherige Arbeiten in der Polarfrontzone (PFZ), die während ANT X/6 (November 1992) im atlantischen Sektor durchgeführt worden sind, zeigen starke zeitliche Schwankungen der p-CO_2 und TCO_2 -Werte an. Dieses Gebiet ist durch das Absinken von polaren Wassermassen, die z.T. nordwärts fließen, geprägt. Der Ausgleich erfolgt über in den Südozean einströmendes Oberflächenwasser, welches durch die generell starke Abkühlung südwärts fließender Wassermassen gegenüber der Atmosphäre an CO_2 untersättigt ist. In Gebieten wie der PFZ wird dieser Effekt noch durch die Photosynthesetätigkeit saisonal auftretender Planktonblüten verstärkt. Diese Arbeiten liefern zusammen mit laufenden Projekten in anderen Ozeangebieten einen wichtigen Beitrag zur Diskussion um Quellen- und Senkengebiete für atmosphärisches CO_2 im Weltozean.

Die Untersuchung des CO_2 -Systems während der Expedition werden mit Coulometern sowie Infrarot- und Alkalinitätsmeßgeräten durchgeführt.

2.2.3 Physikalische Ozeanographie: Klimatologischer Datensatz polarer Meeresgebiete (AWI)

Zweck des Vorhabens ist die Erstellung eines großskaligen Datensatzes in polaren Gebieten, der zu klimatologischen Untersuchungen verwendet werden kann und zur Verifizierung von Satelliten-Daten geeignet ist. Als Meßgrößen sollen Temperatur und Salzgehalt an der Meeresoberfläche, bzw. in der Deckschicht, sowie Temperatur, Salzgehalt, der Gehalt an im Wasser gelöstem Sauerstoff und Strömungen als Vertikalprofile erfaßt werden. Dazu müssen die Daten an Bord registriert, aufbereitet und zur wissenschaftlichen Analyse bereitgestellt werden.

Der Antarktische Zirkumpolarstrom ist von einem kräftigen Wirbelfeld überlagert. Diese Wirbel leisten für den meridionalen Wärmetransport und den vertikalen Impulstransport einen wesentlichen Beitrag. Deshalb sind sie für das Verständnis des Antarktischen Zirkumpolarstroms von grundlegender Bedeutung und werden im Rahmen des World Ocean Circulation Experiments (WOCE) untersucht.

Die Messungen in der Deckschicht sollen vom fahrenden Schiff aus mit einem Thermosalinographen erfolgen. Zusätzlich werden XBT-Sonden (Expendable Bathythermograph) zur Messung von Temperaturprofilen und ein ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) zur Messung von Strömungsprofilen vom fahrenden Schiff aus verwendet. Auf Stationen wird eine CTD-Sonde (conductivity, temperature, depth) mit Kranzwasserschöpfer zur Temperatur-, Salzgehalts- und Sauerstoffmessung eingesetzt werden. Der Stationsabstand sollte in Bereichen größerer Variabilität, den ozeanischen Fronten, verdichtet werden.

Zur statistischen Erfassung der Fluktuationen werden drei Verankerungen über mehrere Jahre im Antarktischen Zirkumpolarstrom und am nördlichen Rand des Weddellwirbels aufrechterhalten. Mit Strömungsmessern und selbstregistrierenden

CTDs werden Zeitreihen gemessen, die die Untersuchung der räumlichen Verteilung und der zeitlichen Variation der Intensität der Fluktuationen ermöglichen.

2.3 Biologische Untersuchungen

2.3.1 Phytoplankton und Chlorophyllmessungen (FBB)

siehe Kap. 2.2.1

2.3.2 Wirkung der UV-B-Strahlung auf die Pigmente und den Stickstoffmetabolismus des antarktischen Phytoplanktons (BIF)

Als Folge des Ozonabbaues muß mit einer weiteren Zunahme der UV-B-Strahlung (vgl. "Ozonloch") gerechnet werden. Die Auswirkung des UV-Anteils der Sonnenstrahlung und der UV-B-Strahlung unter kontrollierten Laborbedingungen wurde auf das Phytoplankton verschiedener Regionen von mehreren Arbeitsgruppen untersucht. Im Vordergrund unseres vom BMFT geförderten Forschungsvorhabens steht der Einfluß von UV-B auf die Zellinhaltsstoffe, den Kohlenstoff- und Stickstoffmetabolismus des marinen Phytoplanktons. Außerdem werden Änderungen im Muster der Pigmente, der Aminosäuren und Proteine mit einbezogen. Die Phytoplanktonproben verschiedener Stationen der Antarktis sollen während der Polarsternfahrt einerseits der Sonnenstrahlung und andererseits einer künstlichen UV-Quelle im Labor ausgesetzt werden. Die zu erwartenden Ergebnisse können Hinweise auf den Angriffspunkt des UV-B und die möglichen Konsequenzen der UV-B-Schäden liefern. Auf Grund eines art- und stadienspezifischen Verhaltens der Mikroalgen ist eine Veränderung im aquatischen Ökosystem zu erwarten. Die Strategien einer Anpassung an die Lichtbedingungen der Antarktis sollen ebenfalls untersucht werden. Besondere Berücksichtigung finden in diesem Zusammenhang das Auftreten von UV-schützenden Pigmenten (z.B. mycosporinähnliche Aminosäuren) und die Synthese von spezifischen UV-Streßproteinen. Die Auswirkung der UV-Strahlung auf die Aufnahmeraten anorganischer Stickstoffverbindungen und das Muster der Aminosäuren des Phytoplanktons wird mittels der ¹⁵N-Tracertechnik untersucht. Die HPLC-Methode wird nicht nur zur Trennung und Analyse der Aminosäuren sondern auch bei der Pigmentbestimmung angewandt.

Nach Abschluß der Antarktisexpedition wird der Einfluß von UV-Strahlung verschiedener Wellenlängenbereiche vor allem auf den Kohlenstoff- und Stickstoffmetabolismus an ausgewählten Phytoplanktonarten unter Laborbedingungen in Frankfurt weiterhin bearbeitet. Außerdem ist eine vergleichende Studie der Reaktion von Phytoplanktonarten der Wassersäule mit der von Eisalgen gegenüber UV-B-Streß geplant. Es wird erwartet, daß die Resultate zu weiteren Informationen über den Stickstoffhaushalt sowie die Quantität und Qualität der Nahrung für die Primärkonsumenten führen.

2.3.4 Tiefsee-Mikrobiologie (AWI)

Zur Abschätzung der mikrobiellen Prozesse in der Tiefsee sind neben Daten zur Biomasse und Aktivität der bakteriellen Tiefseegemeinschaften auch Kenntnisse über ihre Struktur und ihre Anpassung an die spezifischen Standortbedingungen erforderlich. Für die geplanten Untersuchungen sollen die Ökofaktoren hydrostatischer Druck, Temperatur und Substratkonzentration besondere Berücksichtigung finden.

Von Sedimenten und Wasserproben aus unterschiedlichen Tiefen wird der Bakterienbesatz bestimmt und eine qualitative Differenzierung der Bakterienpopulationen mittels unterschiedlicher Inkubationsbedingungen durchgeführt. Parallel soll eine Differenzierung der unterschiedlichen Bakterienkomponenten ohne Anreicherungskultur mittels Bestimmung von Biomarkern erfolgen.

Zur Erfassung der Stoffwechselleistungen der Bakterienpopulationen in den unterschiedlichen Tiefen sind Aktivitätsmessungen mit gelösten organischen Substanzen unter simulierten in situ Bedingungen vorgesehen. Darüberhinaus wurden unterschiedliche partikuläre Substrate über eine Langzeitperiode in der Wassersäule exponiert. Die ausgelegten Substrate sollen geborgen, die Restmengen bestimmt und die angereicherten Bakterien erfaßt werden. Dafür werden kultivierbare Anteile der verantwortlichen Flora isoliert und auf ihre Tiefenanpassung überprüft sowie charakterisiert.

2.3.5 Hälterung benthischer Evertibraten (AWI)

Auf dem Fahrtabschnitt ANT-XI/4 sollen antarktische Evertibraten verschiedener Taxa an Bord der "FS Polarstern" gehältert werden. Die Tiere werden auf dem Abschnitt ANT-XI/3 in der Bellingshausen-See lebend gefangen und für den Heimtransport an das AWI in Aquarien verbracht. Dort sollen biochemische, zellphysiologische und reproduktionsbiologische Untersuchungen an repräsentativen Organismen des antarktischen Benthos durchgeführt werden. Darüberhinaus soll insbesondere bei Vertretern der Dekapoden die Larvalentwicklung untersucht werden. Hierzu werden aus den Eiern der gefangenen Garnelenweibchen Larvenstadien vom Schlupf bis zur Metamorphose zum ersten Juvenilstadium unter quantitativ verschiedenen Nahrungsbedingungen aufgezogen und Untersuchungen zum larvalen Speicherstoffwechsel durchgeführt. Die Hälterung an Bord erfordert eine intensive Pflege, die u.a. tägliche Kontrollen zur Erfassung von Häutungen und Mortalität, regelmäßige Wasserwechsel sowie Fütterungen als Standard umfaßt. Die Tiere werden bei -1° bis 0°C in 2 Laborcontainern gehältert. Mittels einer automatischen Wasserwechselanlage, die von der bordeigenen Seewasserleitung gespeist wird, erfolgt eine regelmäßige Versorgung mit frischem Seewasser in den Aquarien. In Breiten nördlich der Antarktischen Konvergenz ist vor jedem Wasserwechsel ein Herabkühlen des Seewassers auf 0°C unerläßlich. Unter Berücksichtigung verschiedener Nahrungspräferenzen der einzelnen Arten, wird mehrmals wöchentlich mit unterschiedlichen Futterorganismen gefüttert.

Das Verhalten eitrager Garnelenweibchen soll anhand von Verlaufsprotokollen untersucht werden, unterstützend hierzu sollen Verhaltensbeobachtungen per Videoüberwachung durchgeführt werden. Um zu ermitteln in welchem Maß die

Embryonalentwicklung bei diesen Tieren voranschreitet, werden in regelmäßigen Abständen Eier für spätere mikroskopische Untersuchungen entnommen und fixiert. Durch tägliche Zählungen abgestoßener Eier soll der natürliche Eiverlust während der Entwicklung ermittelt werden.

2.4 Fernerkundungsmessungen (AWI, IfMK)

Die Eisbildungsprozesse und das Deformationsfeld entlang des antarktischen Kontinentes sollen aus wolkenfreien Sequenzen von optischen und infraroten AVHRR-Daten abgeleitet werden, die mit der bordeigenen HRPT- Empfangsanlage aufgezeichnet werden können. Die Ergebnisse sollen später mit den grob aufgelösten passiven Mikrowellendaten des SSMI kombiniert werden, um eine bessere Interpretation der SSMI- Signaturen von Meereis während der herbstlichen Eisbildungsphase zu erlangen. Parallel hierzu wird die bordeigene AVHRR-Empfangsanlage zur Eisberatung eingesetzt.

Die Kombination der während der Reise gewonnenen Fernerkundungsdaten mit ERS- 1 SAR Daten werden im Rahmen des "Programme for International Polar Oceans Research" (PIPOR) durchgeführt. Die Planung der Einschaltzeiten des ERS-1 SAR erfolgt in engem Kontakt mit der ERS- 1 Central Facility (EECF) in Frascati, Italien und mit der ERS- 1 Empfangsstation auf Syowa.

Zur Abschätzung der Variabilität des ozeanischen Frontensystems des Zirkumpolarstroms sollen Zeitserien der Lage und der thermischen Gradienten der Fronten aus AVHRR Daten gewonnen werden. Die horizontale Ausdehnung der Frontensysteme wird dabei zur Interpretation der Ergebnisse der ADCP Messungen sowie des geostrophischen Geschwindigkeitsfeldes verwendet.

Schließlich sollen eine Anzahl von Argosbojen des Institutes für Meereskunde, Kiel im Agulhasstrom sowie zwei Bojen auf dem Eis vor dem antarktischen Kontinent ausgesetzt werden. Die von der HRPT Station empfangenen Argos-Daten werden hierbei zum Test der Bojen vor dem Einsatz sowie zur Datenübertragung zum Schiff nach Aussetzen der Daten genutzt.

Fahrtteilnehmer/Participants

ANT-XI/4

<u>Name</u>	<u>Institut/Institute</u>
Borgardt, Andreas	FGB/AWI
Brathauer, Uta	AWI
Bruns, Tatjana	AWI
Chakraborty, Bishwajit	AWI
Daniel, Claudia	FBB
Düwel, Frank	AWI
Frey, Uwe	AWI
Friedrich, Jana	AWI
Griegel, Jens	FGB
Haas, Frank Thomas	BIF
Hagen, Rick	AWI
Hamann, Rudolf	AWI
Helmke, Elisabeth	AWI
Hofmann, Birgit	AWI
Hommer, Harald	Geomar
Jung, Carmen	Geomar
Kloff, Sandra Rose	FBB
Köhler, Herbert	SWA
Koning, Frederica	NIOZ/AWI
Kuhn, Gerhard (Fahrtleiter)	AWI
Laser, Bernd	FGB
Lensch, Norbert	AWI
Majoer, Bram	NIOZ/AWI
Meyer, Dietrich	SWA
Michels, Klaus	Geomar
Monk, Jürgen	AWI
Niessen, Frank	AWI
Petersen, Lisa	AWI
Rudow, Henry	AWI/Potsdam
Rutgers van der Loeff, Michael	AWI
Schmiedl, Gerhard	AWI
Schottmüller, Helmut	AWI
Spieß, Volkhard	FGB
Steinke, Michael	FBB
Uebel, Udo	AWI
Völker, David	FGB
Zwein, Frank	AWI

Beteiligte Institute/Participating Institutions

Deutschland

AWI	Alfred-Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße D-27568 Bremerhaven
AWI/Potsdam	AWI Forschungsstelle Potsdam Auf dem Telegrafenberg D-14473 Potsdam
BIF	Fachbereich Biologie Johann-Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt Siesmayerstr. 70 D-60054 Frankfurt am Main
FBB	Fachbereich 2 - Biologie Meeresbotanik Universität Bremen Loebener Straße (NW 2) D-28334 Bremen
FGB	Fachbereich 5 Geowissenschaften Universität Bremen Klagenfurter Str. D-28359 Bremen
Geomar	Geomar Forschungszentrum für marine Geowissenschaften Wischhofenstr. 1 - 3, Geb. 4 D-24148 Kiel
SWA	Deutscher Wetterdienst - Seewetteramt - Bernhard-Nocht-Straße 76 D-20359 Hamburg

Niederlande

NIOZ	Netherlands Institute for Sea Research NL-1790 AB Den Burg Texel
------	---

Schiffspersonal/Ships Crew

ANT-XI/4

Greve, E.P.	Kapitän
Varding, I.	1. Offizier
Schwarze, S.	Naut. Offizier
Block, M.	Naut Offizier
Andrae, M.	Arzt
Müller, K.	Ltd. Ingenieur
Delff, W.	1. Ingenieur
Folta, H.	2. Ingenieur
Simon, W.	2. Ingenieur
Hoops, K.	Elektroniker
Fröb, M.	Elektroniker
Piskorzynski, A.	Elektroniker
Pabst, H.	Elektroniker
Erdmann, R.	Elektriker
Müller, E.	Funkoffizier
Butz, J.	Funkoffizier
Reimann, S.	Maschinenwart
Fritz, G.	Maschinenwart
Padur, A.	Maschinenwart
Ipsen, M.	Maschinenwart
Schade, A.	Maschinenwart
Barth, B.	Lagerhalter
Hopp, W.	Bootsmann
Kassubeck, P.	Zimmermann
Bloedorn, H.	Matrose
Novo Loveira, J.	Matrose
Thiele, H.	Matrose
Suarez Paisal, A.	Matrose
Domingues Quintas, E.	Matrose
Moser, S.	Matrose
Loidl, R.	Matrose
Bostan, H.	Matrose
Köwing, W.	Koch
Roggatz, F.	Kochsmaat
Kästner, M.	Kochsmaat
Hopp, A.	1. Stewardess
Daute, V.	Krankenschwester/Stewardess
Neves, A.	Steward
Ridwan, E.	Steward
Sukarno, A.	Steward
Yu, K. Y.	2. Steward
Mui, K.	2. Steward
Yu, Ch.	Wäscher

Cruise Capetown - Capetown (ANT-XI/4)

1 Summary

A marine geological program in the Atlantic and Indian sectors of the Southern Ocean (Fig. 1) is the main goal of expedition ANT-XI/4, which is scheduled to start at Capetown on March 30, 1994 and to end there on May 20, 1994. Sedimentological, micropaleontological, geochemical and isotope-geological investigations of gravity and piston sediment cores are planned. These studies, in combination with high resolution sediment-echosounding (PARASOUND) and bathymetric surveys (HYDROSWEEP) will contribute to the reconstruction of the late Pliocene to Quaternary (ca. 3 Ma) paleoenvironmental evolution in the Antarctic cold water belt and the adjacent subantarctic warm water zone. These studies are closely linked with the geoscientific programs of Sonderforschungsbereich 261, entitled "The South Atlantic Ocean during the late Quaternary: Reconstruction of compound budgets and current systems". Another goal of this expedition is to sample a seafloor outcrop of older, Tertiary sediments which were discovered at the Kainan Maru Seamount during cruise ANT-VIII/6.

The scientific program will be complemented by multi-disciplinary investigations at the sediment/water interface, in the water column, at the atmosphere/ocean boundary and by remote sensing and related ground truth for sea-ice distribution and ocean surface currents. Volatile sulphur compounds (DMS/DMSP) and carbon dioxide will be measured in the mixed layer. Their exchange-processes between the Southern Ocean and the atmosphere, and their spacial and temporal variability will be quantified. Physical oceanographic measurements with CTD and XBT will be carried out on transects across the Antarctic Circumpolar Current (ACC). In addition, water samples will be collected for investigation of stable isotopes, nutrients, salinity, oxygen, chlorophyll and other compounds (barium), using Niskin bottles. The distribution patterns of living planktonic and benthic microorganisms, with calcareous or siliceous hardparts that are preserved in the sedimentary record and used as indicators of paleoenvironmental conditions, will be investigated in relation to the hydrographic data set in order to gather autecological data of these microorganisms. For these purposes undisturbed surface sediment samples will be taken with a multicorer (MUC) or box corer (GKG), and plankton samples will be collected with vertical nets.

As on ANT-XI/2, measurements of solar ultraviolet radiation and its effect on plankton production will be conducted during ANT-XI/4. Microbiological studies focus on the microbiological processes and bacterial population in the deep sea and their specific ecological factors. Benthic invertebrates caught on ANT XI/3 will be kept alive and biological standard controls will be carried out.

On the way back to Capetown four people will come on board who have worked on environmental duties together with the Russian personnel at the Georg Forster and Novolazarevskaya Station. Some container with station scrap will be loaded and empty ones will be unloaded for the coming campaign.

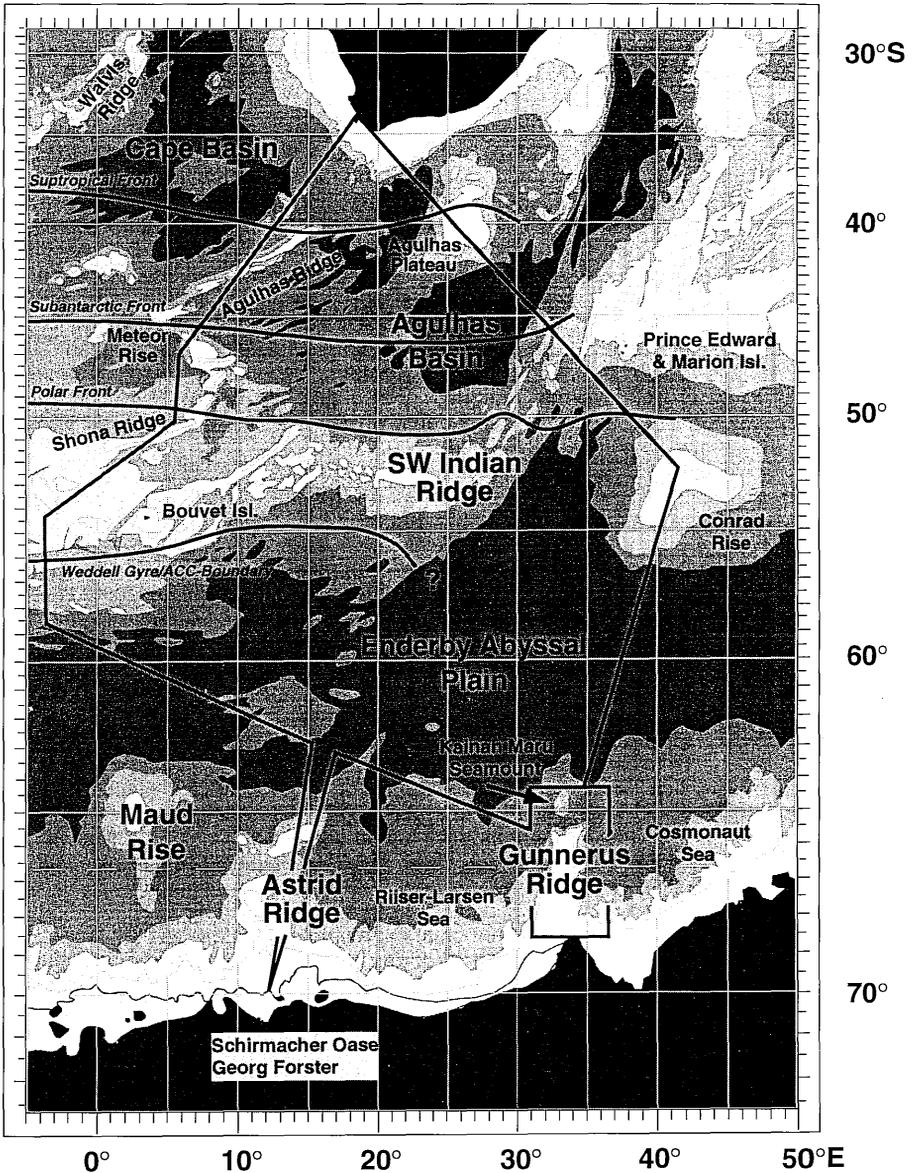


Fig. 1: Planned ship track of ANT-XI/4. The location of oceanic fronts is according to Peterson & Stramma (1991, Progr. Oceanogr. 26: 1-73) and Gouretski & Danilov (1993, Deep Sea Res. I, 40: 561-582)

2. Research Programs (ANT-XI/4 "Polar Indian and Atlantic Ocean")

2.1 Marine geosciences

The main emphasis of the marine-geological sampling will be on a transect across the frontal systems of the Antarctic Circumpolar Current (ACC). This transect will expand our previous investigations to the east. The Gunnerus Ridge, the Kainan Maru Seamount and a transect across the Enderby Abyssal Plain will be additional areas of investigation (Fig. 1). Geological materials for the paleoenvironmental reconstructions will be recovered with a gravity corer (SL) or piston corer (KOL) depending on the sediment type. Physical measurements of the acceleration during the coring process will help to understand core disturbances. Undisturbed surface sediments will be sampled with a box corer (GKG) or multicorer (MUC) at all geoscience stations. Additionally, a minicorer (MIC) will be installed below the CTD to recover surface sediments at hydrographic stations. This sampling program will complement the samples collected during the previous expeditions ANT-VIII/3, ANT-VIII/6, ANT-IX/4 and ANT-X/2, which were located to the west of the planned activities.

The selection of coring sites will be based on sediment-echosounding surveys (PARASOUND, see 2.1.7) and bathymetric mapping with HYDROSWEEP (see 2.1.8) during the cruise, along with available information obtained during previous expeditions.

The physical property data (magnetic volume susceptibility, p-wave velocity, wet bulk density) of the sediment cores will be measured continuously with a multi-sensor-core-logger and will provide preliminary information on the sediment composition. It is planned to open some selected cores during the cruise and to document and sample them for stratigraphical, micropaleontological, sedimentological and geochemical studies.

Sediment traps on hydrographical moorings in the polar frontal zone and near Bouvet Island will be serviced. The data will help to better understand the seasonality of the vertical particle flux and the processes that influence the record of environmental signals in the sediments. Additionally the geochemistry of natural radionuclides will be investigated to study processes of particle sedimentation and near bottom sediment transport.

2.1.1 Quaternary and late Neogene paleoceanography of the Southern Ocean (AWI, FGB, Geomar)

During expedition ANT-XI/4 is planned to gather surface sediment samples and sediment cores in the eastern Atlantic and the western Indian sector of the Southern Ocean. The investigation of the material will contribute to the reconstruction of the late Pliocene to Quaternary (ca. 3 Ma) paleoenvironmental and paleoclimatic evolution in southern high latitudes. These studies are closely linked with the geoscientific programs of Sonderforschungsbereich 261, entitled "The South Atlantic Ocean during the late Quaternary: Reconstruction of compound budgets and current systems". The paleoceanographic program is focused on the reconstruction of a) the paleotemperature and location of the Antarctic Circumpolar

Current (ACC) and its frontal systems, b) the distribution of sea ice, c) the paleoproductivity and location of high productivity belts in the ACC, and d) the paleotemperature and circulation of deep and bottom water.

Surface water temperature and the location of the sea-ice boundary can be estimated based on the composition of calcareous (foraminifera) and siliceous (diatoms, radiolaria) microfossil assemblages. Furthermore, paleotemperatures of surface and bottom water can be calculated using the ratio of oxygen isotopes in benthic and planktic foraminifera. The reconstruction of paleoproductivity and distribution of water masses can be estimated using the ratio of stable carbon isotopes in benthonic and planktonic foraminifera. The amounts of biogenic opal and barium on bulk sediments as well as the stable isotope composition of carbon and nitrogen on organic matter will be measured in order to reconstruct their variability in relation to oceanographic frontal systems, paleoproductivity patterns and sea ice distribution. Velocity changes of the bottom water currents and distribution of sea-ice and icebergs will also be studied using sedimentological and mineralogical methods (e.g. XRD radiography, granulometry, terrigenous components, distribution of ice-rafted detritus).

Besides paleoceanographic goals, the investigation of the sediment cores should lead to further improvement of the methods for age determination of sediments in southern high latitudes. This can be best accomplished using a combination of different paleontological, isotopic and geophysical dating methods.

The marine-geological studies will concentrate on four transects (Fig. 2):

- Transect A Capetown - Conrad Ridge
- Transect B Conrad Ridge - Gunnerus Ridge
- Transect C Gunnerus Ridge - northern Weddell Basin (SW of Bouvet Island)
- Transect D northern Weddell Basin (SW of Bouvet Island)- Captown

Transect A it is designed to sample sediments across the ACC frontal systems and the Agulhas retroflexion. With this transect paleoceanographic studies of the ACC history will be expanded into the Indian sector of the Southern Ocean.

Transects B and C represent core sections across the seasonal sea ice covered Antarctic cold water zone. It is expected that the facies of late Neogen and Quaternary sediments in the Indian sector differs from that in the Atlantic sector because they are not deposited under the realm of the cold Weddell Gyre regime. Also the different seasonal variations in sea ice coverage may influence the type and deposition of sediments in both sectors. The comparison of results obtained in both, the Atlantic and the Indian sector, will contribute to reconstruct the history of the Weddell Gyre and its influence on oceanic circulation and sea ice distribution.

Besides recovery and deployment of deep-sea moorings with sediment traps (s. 2.1.13) it is planned to sample sediments on Transect D at selected sites to cover some gaps in the present net of surface and sediment cores in that area and to gather additional data for preparation of proposals for deep sea drilling (Ocean Drilling Program) in the Atlantic sector.

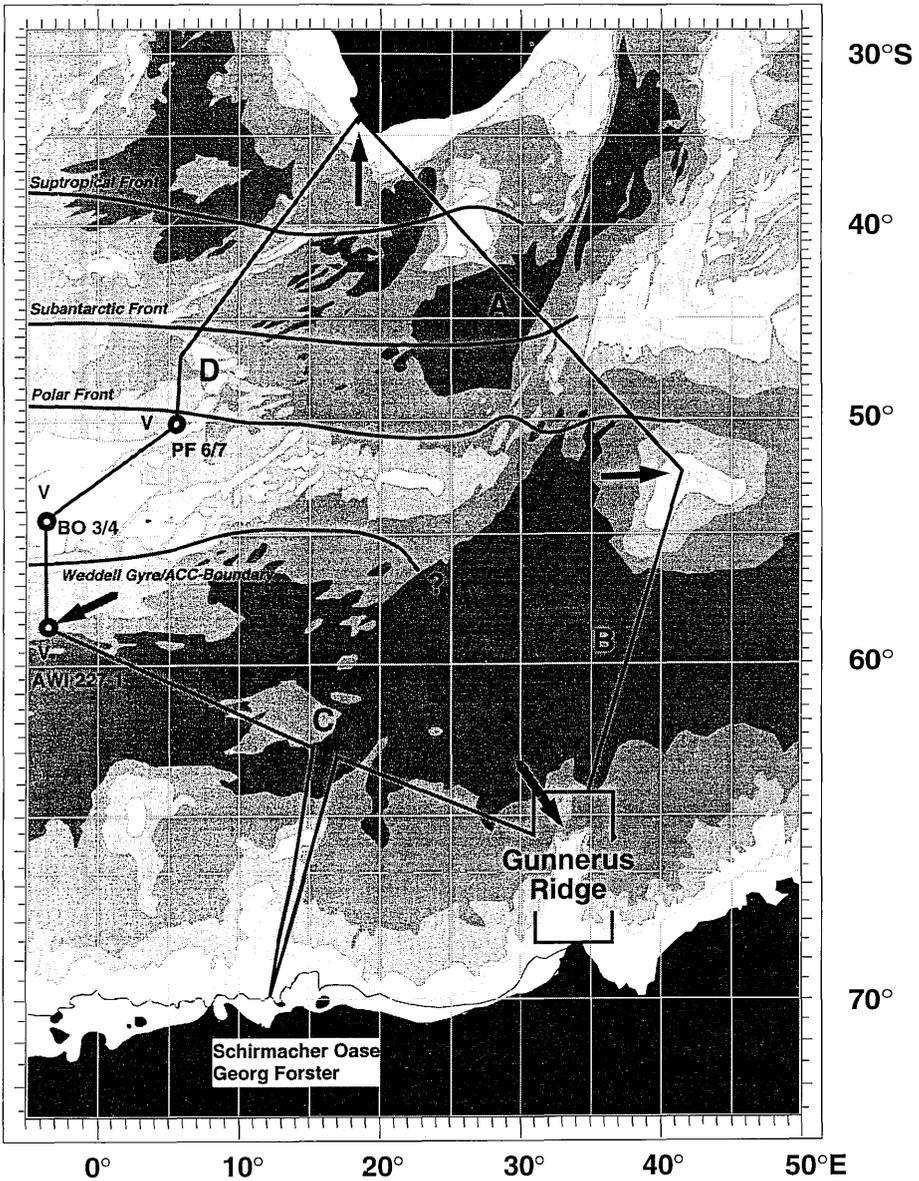


Fig. 2: Planned profiles during ANT-XI/4, the target area "Gunnerus Ridge", and mooring-stations (V)

2.1.2 Neogene and late Paleogene climatic history in the area of the northern Gunnerus Ridge (Kainan Maru Seamount) (AWI)

Sediment physical investigations and stratigraphic results, which were gathered during Polarstern expedition ANT-VIII/6, document the existence of a submarine outcrop in the area of Kainan Maru Seamount located north of Gunnerus Ridge that allows sampling of Neogene and late Paleogene sediments by piston coring. The outcrop is due to the slump of a large block of sediment that occurred in the late Pliocene. Based on a precise selection of sampling sites in the outcrop area a suite of sediment cores can be recovered which will allow the reconstruction of the paleoceanographic and -climatic history of the last 30 - 40 Ma (Oligocene/Eocene). According to the available information the thickness of these deposits ranges between 90 and 120 m. Thus the average sedimentation rate is comparable to the that of the Neogene and Paleogene sequences drilled during OPD Leg 113 on Maud Rise. Sampling the Kainan Maru outcrop would fill a gap between the cores drilled during ODP Leg 113 on Maud Rise and during ODP Legs 119 and 120 in the area of the Kerguelen Plateau. It would allow to tie the results obtained in the Weddell Sea area to those from the central Indian sector of the Southern Ocean.

Closely spaced sampling with the piston corer will be based on detailed PARASOUND and HYDROSWEEP pre-site surveys in the target area. The dating of the sediments will be accomplished by a combination of biostratigraphic age determinations (diatoms and radiolarians) and paleomagnetic measurements.

2.1.3 Benthic foraminiferal assemblages (AWI)

Informations on the distribution pattern of benthic foraminiferal assemblages were obtained on the basis of earlier Polarstern cruises to the Atlantic sector of the Southern Ocean along several transects between South Africa and the Antarctic continental margin. The species composition of a benthic foraminiferal fauna has shown to be closely related to the regional oceanographic, climatic, sedimentological and morphological conditions of the investigated area. In this connection mainly two environmental factors turned out to control the composition of a benthic foraminiferal assemblage: (1) the physical and chemical properties of the surrounding bottom water mass and (2) the amount of organic carbon arriving at the sea floor which is reflected by the portion of the infauna.

One of the main topics is the extension of the previous data set into the Indian sector of the Southern Ocean, in addition to Leg ANT-VIII/6. In particular it will be checked whether the results from the Atlantic sector of the Southern Ocean are transferable to the adjacent regions in the East. For this purpose samples of the uppermost centimeters of the undisturbed sediment surface will be taken using a multicorer and a vented box corer.

For the investigation of fossil benthic foraminiferal assemblages it is planned to recover carbonate rich Quaternary and Neogene sediments with the help of a gravity and a piston corer. The application of the Recent results on the paleoceanographic interpretation of the fossil faunas from the same region will yield information about the cenozoic paleoceanography of the Southern Ocean and the glacial history of Eastern Antarctica.

2.1.4 High latitude planktic foraminifera: Investigations of morphological and geochemical variabilities in the Atlantic Ocean (Geomar, AWI)

Due to their good preservational mode, planktic foraminifera have been in use for a long time as one basis for paleoceanographical and ecological interpretations. The chemistry of the water mass in which foraminifera live is primarily governed by biological processes, and is a major factor in balancing the atmospheric CO₂-budget and hence, climate. Biochemical variability stored in the calcitic shells of foraminifera are a second tool to receive significant information for paleoceanographical climatic reconstructions.

Taking into account that the modern southern and northern polar regions of the Atlantic Ocean strongly differ in their water circulation pattern, plans are intended to study the bipolar fossil and modern planktic foraminifera in order to perform comparative analyses. For faunal investigations, morphological features of different species and their Holocene as well as glacial-interglacial changes will be a main focus. In particular for the monospecific Arctic and Antarctic regions, this information will further contribute to a better understanding of the complex ecological, hydrographical and climatical interactions.

In conjunction with analyses of the magnesium concentration of foraminiferal shells as a potential indicator for temperature, main emphasis will be on applying different geochemical and faunal means as compared to "conventional" methods (O/C-isotopes; faunal assemblage analyses) in order to broaden the interpretational basis for the high latitude regions.

2.1.5 Accelerometer-monitored coring (FGB)

Gravity or piston coring is the standard method for obtaining long sediment cores from the bottom of the ocean. These cores provide the material for studying the depositional processes of the past. One of the basic assumptions when interpreting the depth variations of various sediment parameters is that the core is an undisturbed sample of the sedimentary layers. However investigations show, that the process of coring itself may result in a more or less severe disturbance of the core i.e. compression of the core or even selective coring which means that certain layers that are present in situ are omitted by the coring process. These core disturbances have serious consequences on the calculation of sedimentation or accumulation rates as well as on the spectral analysis of cyclic variations of sediment parameters.

One possibility to reconstruct the total penetration of the core barrel into the sediment is to monitor the penetration process by measuring and recording the acceleration and the absolute pressure. As the core barrel and core head move essentially only in a vertical direction, the system described below measures only vertical accelerations and tilt (deviation from the vertical) during penetration.

During ANT-XI/4 we will monitor the penetration process of the gravity or piston core with a measuring system that consists of a vertical accelerometer, an absolute pressure transducer, a tilt sensor and a data logger. The electronics is housed in a pressure case which is designed for operation in water depth up to 6000m. The signals of the accelerometer, the pressure transducer and the tilt sensor are digitized and stored after passing the anti-aliasing filter and the amplifier of the

signal conditioning module. To house the pressure case in the weight stand of the gravity core five of the lead disks were replaced by steel disks of identical dimensions, containing a hole slightly larger than the outside diameter of the pressure case. Lining up the holes of the individual steel disks creates a hole large enough to house the pressure case. Additional set screws press the pressure case against the steel disks to avoid relative movement between the two. This arrangement guarantees that the sensors in the pressure case sense the true motion of the core head.

2.1.6 Physical properties (AWI)

Continuous down-core logs in 1cm-steps of magnetic susceptibility, gamma-ray absorption and p-wave velocity of whole cores can be measured on board of Polarstern and/or in the laboratory on land. The above properties are measured simultaneously by use of the "Multi-Sensor Core Logger" manufactured by GEOTEK (GB).

Magnetic susceptibility is a measure of the amount of magnetizable compounds in the sediments. Generally, the downcore variation of amplitudes is used as an indicator for shifts of biogenic versus terrigenous compounds. Susceptibility logs may provide excellent tools for lateral core correlation and can also be used for stratigraphic interpretations.

The attenuation of gamma rays emitted from a source, which passes across the diameter of the core, is a measure of the density of the sedimentary material of the core. The density results and data from p-wave velocity measurements can be used to calculate the downcore variation of acoustic impedances. This can then be plotted as synthetic seismograms which provide a tool to link the down-core variation of physical properties with reflection patterns obtained by the high-resolution seismic system PARASOUND.

2.1.7 Sediment echo-sounding (PARASOUND) (FGB, AWI)

During the cruise the sediment echosounder system PARASOUND will be run continuously in combination with the digital data acquisition system PARADIGMA to collect high resolution seismic data. The signal frequency around 4 kHz allows the detailed imaging of the upper 50 to 200 meters of the sediment cover in the deep sea. Along the cruise track the observed sediment structures are interpreted in terms of the responsible glaciomarine and pelagic sedimentation processes. In combination with the echosounder data from previous cruises, in particular POLARSTERN Cruise ANT VIII/6, a regional synthesis mainly for the Gunnerus Ridge area can be performed. The objective of this study is the reconstruction of the complex sedimentation processes on and in the neighbourhood of the ridge in relationship to the Cenozoic history of paleoclimatic and paleoceanographic changes, which affect sediment composition, interfaces and structures.

Important constraints for the interpretation of the digital seismic data will be derived from measurements of physical sediment properties. The parameters of acoustic impedance, p-wave velocity and wet bulk density, are measured quasi-continuously with high resolution instruments on whole sediment cores and will be used directly for calculations of synthetic seismograms. By combination of both data sets the

physical and lithologic changes in the sediment can be related to the seismic reflectors. After the development of a chronostratigraphic concept for each sediment core, an acoustostratigraphic model can be derived to assign ages to seismic reflectors and sediment interfaces. Systematic variations of the echosounder source signal will be used for a detailed evaluation of importance of interference, the microtopography and the local variability of sediment physical properties for the development of the observed seismic reflection patterns.

In addition to the determination of acoustical impedance parameters the observation of ultrasonic sound transmission through sediment cores provides a major contribution to the understanding of the physical characteristics of the sediment. It allows further insight in variations of lithology and mean grain size, in particular of the silt fraction. The absorption of ultrasonic signals in the range from 90 to 370 kHz after transmission through the sediment affects seismogram amplitude and signal form and images grain size and porosity changes. A detailed analysis allows for example the precise identification of very thin turbidite layers of only a few centimeters thickness as well as imaging the graded bedding in continuous changes of seismogram characteristics.

2.1.8 Bathymetric survey with HYDROSWEEP (AWI)

Bathymetric data will be collected continuously during leg ANT-XI/4 with the Hydrosweep multibeam bathymetry system on the Polarstern. These data will supplement our existing bathymetry for the south Atlantic. In addition, small surveys will be carried out in conjunction with sampling stations when time permits.

An extensive bathymetric survey is planned in the Gunnerus Ridge area on the Antarctic margin. This survey will consist of 13 east-west lines, and will provide nearly complete bathymetric coverage of the Kainan Maru seamounts (Fig. 1). This survey will add to existing Hydrosweep data in this area collected during leg ANT-VIII/6, and will provide a basemap for the planned coring program.

2.1.9 Backscatter studies (AWI)

The use of multibeam sounding systems for bathymetric mapping is well-established. Recently, the application of multibeam systems for bottom characterization has also become possible. The multibeam system receives sound signals from different directions, and backscattering strength from these signals provides important information on the characteristics of the seafloor. For such studies ground-truth information in the form of cores, dredges or bottom photographs is needed so that the computed angular backscattering strength from different bottom types can be used to map the different seabottom materials.

The Hydrosweep system installed onboard the Polarstern now has the facilities necessary to compute and record the backscattering strength from the 59 beams of each ping. These signals are processed for necessary footprint area calculations and roll corrections to compute the bottom backscattering strength. The backscatter information is also slope corrected so that it represents the true backscatter angle.

During cruise ANT-XI/4, extensive geological and geophysical studies will be carried out in the Gunnerus Ridge area on the Antarctic margin. The work will

involve the collection of geological core data and will be a continuation of work begun on Polarstern cruise ANT-VIII/6. Because of the concentration of core data, this will be an excellent area for a backscatter study. Backscatter studies will also be conducted in other areas of geological interest surveyed during the transit to the Gunnerus Ridge. Sediment cores collected in these areas will be important as ground truth for the backscattering studies.

This study will allow us to examine bottom backscattering behaviour for varying bottom types and will hopefully allow us to develop a method to remotely map seafloor sediment distributions.

2.1.10 Satellite altimetry (AWI)

Satellite altimetry measurements, and the derived parameter of the gravity field, give important information about the bathymetry and tectonics in difficult to reach areas of the Antarctic. Before these data can be of use, however, reference data must be collected to describe the connection between the altimetry and bathymetry. It is planned to follow a subtrack of the ERS-1 satellite (35-day orbit) and carry out multibeam bathymetry measurements on the transit between the Gunnerus Ridge and the Conrad Rise. The comparison of the depth measurements with the gravity field derived from the altimeter measurements will allow us to carry on our study of the transfer function between these two types of data.

Interpretations of altimeter measurements from both GEOSAT and ERS-1 in the area of GEBCO ocean plotting sheet 537 correlate well with the known bathymetry and tectonic structure. A positive anomaly near 62°S, 15.3°E, however, cannot be matched with any known structure. It is planned to collect bathymetry data with Hydrosweep in this area to establish whether this anomaly is a tectonic or a bathymetric signal.

2.1.11 Geochemistry - natural radionuclides (AWI)

Isotopes of the particle-reactive elements Th, Pb, Po, Pa are produced in the water column by decay of their relatively soluble U and Ra parents. When particles settle through the water column, they take up these nuclides, thus providing us a tool to study adsorption rates and particle flux rates.

The isotope ^{234}Th (24 days half-life) is a suitable tracer to study the development of a plankton bloom. In the end of the winter, as we found in 1987 in the Bransfield Strait and in 1992 in the circumpolar Current in the south Atlantic, this isotope is in secular equilibrium with its parent, ^{238}U , the activity of which is accurately known from the salinity. Only 5% of the activity is bound to particles. With the onset of the plankton bloom, particles become more abundant in the surface water, and the percentage of ^{234}Th activity bound to particles increases. Sinking of particles out of the surface layer shows as a disequilibrium between total ^{234}Th and ^{238}U . This disequilibrium enables us to quantify the export rate of ^{234}Th from the surface water. The bloom in November 1992 at the Polar Front at 6°W caused a depletion of 1100 Bq $^{234}\text{Th}/\text{m}^2$. With a $^{234}\text{Th}/\text{Corg}$ ratio of 68 Bq/g in suspended solids this corresponds to a carbon loss of 16 gC/m². This example shows how the method complements flux rate measurements with sediment traps, and offers the advantage

that it measures a time-integrated signal that is moreover independent of the sometimes questionable collecting efficiency of the trap.

Apart from ^{234}Th we will also measure the isotope pair $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$. The $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ disequilibrium (half-life of ^{210}Po : 138 days) traces the long-term scavenging in the entire water column. It can record seasonal changes, and complements the $^{234}\text{Th}/^{238}\text{U}$ disequilibrium as a tracer for the export from the euphotic zone and mineralization at intermediate depth in the water column. As the distribution of ^{210}Po yields an integrated signal over the past several months, a comparison between autumn (to be sampled during ANT XI/4) and spring (sampled during ANT X/6) is particularly interesting.

Samples will be collected with 270-l Gerard bottles. The dissolved and particulate phase will be analysed separately for ^{234}Th , ^{210}Pb and ^{210}Po .

There are indications of very active bottom transport of particles in the Antarctic Circumpolar Current. Particle transport in the bottom water and the erosional exchange between sediment and bottom water can also be studied with ^{234}Th : At mid-depths this isotope is always in secular equilibrium with its parent ^{238}U . Resuspension and adsorption cause a depletion of ^{234}Th relative to ^{238}U in the bottom water. The extent of this disequilibrium tells us the residence time of particles in the bottom water. A check and more detailed information can be obtained from the measurement of additional nuclides with different half-lives (^{210}Po and ^{228}Th : $t_{1/2}$ 1.9 year).

The planned two transects through the ACC at about 6°E and 40°E will enable us to make a comparison with previous sections further west in the SE Atlantic. We expect that the bottom topography, which is very pronounced in the Atlantic sector, and the inflow of circumpolar deep water in the Weddell Gyre, will be reflected in the distributions of the radionuclides, in particular of ^{228}Ra vs ^{230}Th and ^{231}Pa . The analysis of these isotopes requires water volumes up to 1000 Liter. These samples will be obtained with in-situ pumps, which will be deployed on 6 stations.

The distribution of natural radionuclides in the surface sediment can be used to obtain the flux of particles to the sediment, and the rate of particle mixing at the sediment-water interface. Sediment samples will be taken for this purpose with the multicorer (1 subcore).

2.1.12 Stable isotopes in bottom water and the water column (AWI)

Water masses in the oceans can be characterized by stable carbon and oxygen isotopes in the seawater. These isotopes provide information on the provenance and history of water masses and reflect the biological productivity in the surface waters. Apart from a few GEOSECS stations, data sets of the isotopic composition of the water column of the South Atlantic Ocean could be obtained at several transects between Capetown, the Antarctic continental margin of the Weddell Sea and the southern end of South America (ANT-VIII/2+3, ANT-IX/4, ANT-X/5 and ANT-XI/2).

The new samples that will be taken during Leg ANT-XI/4 from the Indian sector of the Southern Ocean, outside the influence of the Weddell Gyre, will extend the hitherto existing data set to the East.

Besides the sampling of the water column which will be carried out at all oceanographic stations with the help of a water rosette, a second topic of the isotope program focusses on the sampling of the bottom water and the coexisting surface sediment. The carbon isotope composition of benthic foraminifera and their ambient sea water should provide information on the species-specific isotope fractionation effect (vital effect). With the help of these data the reconstruction of paleowatermass distribution and paleoproductivity of the surface water through the analysis of carbon isotopes of fossil benthic foraminifera should be possible.

2.1.13 Particle flux in Antarctic waters (FGB, AWI)

Since 1987, we deployed sediment traps and current meters in the Atlantic Sector of the Southern Ocean to determine the seasonal particle sedimentation. The sites were located close to the Antarctic Polar Front (PF) and near the seasonal shifting sea-ice (Bouvet Island, BO). During the ANT-X/7 expedition, two moorings were deployed at 50°06'S, 5°54'E (PF6) and 54°20'S, 3°18'W (BO3) which are planned to be recovered during this cruise. A third mooring named AWI 227 will be deployed at about 59°S and 3°20'W. All arrays will be equipped with two sediment traps and several current meters. Redeployment of the three moorings is scheduled for December-January 1994/95.

During earlier cruises complete sediment trap sample sets were recovered for the periods 1989-1991 (PF3) and 1992 (PF5); one sample set with only 5 samples was recovered from the period 1987-1988 (PF1). From the Bouvet Island site (BO) which was started in 1990, two complete sample sets are available up to now. We found strong seasonality of fluxes at all sites with maxima in austral summer. The aim of this study is to investigate different production systems in the Antarctic Circumpolar Current with respect to seasonality of the export production and composition of sinking particles. Of special interest is the composition of particles (diatoms and radiolarians) produced under the influence of the seasonal shifting sea-ice edge. We intend to continue our investigations until at least to 1997 because we expect significant interannual flux variations.

As bulk parameters we measure total flux, biogenic opal, carbonate as well as organic carbon and nitrogen. Besides the composition of particles, we determine the stable carbon and nitrogen composition of sinking matter, barium contents, radioactive tracers (Th, Pa) as well as the stable oxygen and carbon isotope composition of planktonic foraminifera. Several scientists from the FB Geowissenschaften at Bremen, the AWI and the GEOMAR (Kiel) participate in these investigations.

2.1.14 Autecological studies on radiolarians (AWI)

The vertical and horizontal distribution of radiolarians will be documented on a transect from the southern Subtropical Zone across the frontal systems of the ACC to the northern boundary of the Weddell Gyre using vertical plankton tows. Radiolarians will be sampled at selected depth intervals in the uppermost 2000 m of

the water column. CTD profiles and water samples for analysing nutrient contents at selected depth levels will allow insight in the relationship between hydrography and nutrient availability, and the species distribution and abundance of radiolarians. The aim of these studies is to gather basic data for the micropaleontological studies for reconstruction of paleoenvironmental conditions.

2.2 Chemical and hydrographic studies in atmosphere and water column

2.2.1 Sulfur cycle ocean - atmosphere (FBB)

Dimethylsulfide (DMS) is quantitatively the most important biogenic source of sulfur in the marine atmosphere. DMS enhances the formation of clouds in remote areas, thereby affecting the Earth's radiative balance and thus its climate. The precursor of DMS is dimethylsulfoniopropionate (DMSP) a tertiary sulfonium compound, which is synthesized and accumulated in marine algae as an osmolyte and cryoprotectant. The production of DMSP is highly species specific, therefore, may differ geographically and seasonally. Different mechanisms are known for the breakdown of DMSP to DMS and acrylic acid, such as enzymatic cleavage by individual algal cells or by bacteria. The oceanic DMS does either diffuse into the atmosphere or may be consumed by microbial activity and therefore, recycled in the upper ocean sulfur cycle.

During ANT-XI/4 particulate DMSP, bacterial DMS consumption, algal species composition and chlorophyll *a* concentration in surface water and depth profiles (0 to 250 m) will be investigated.

DMSP content in phytoplankton. Water samples will be filtered and the amount of particulate DMSP will be determined on board by gaschromatography.

Microbial consumption of DMS. Aliquots of seawater will be treated with specific inhibitors to reduce DMS consumption rates during a certain incubation period. The difference between the treated and untreated samples is set to be equivalent to bacterial DMS consumption. All DMS measurements will be carried out gaschromatographically on board with a standard purge and cryo-trap method.

Algal species composition and chlorophyll *a* concentration. General patterns of the dominant algal species that we encounter during ANT-XI/4 will be evaluated on board. To determine phytoplankton biomass, water samples will be filtered and chlorophyll *a* concentration will be analyzed fluorometrically. Additionally, data from a continuous measurement device (COMED; temperature, salinity, pH etc.) will be included in our discussion.

Our data will contribute to further assess the DMSP/DMS pool in the Southern Ocean.

2.2.2 Exchange of carbon dioxide between the Southern Ocean and the atmosphere (NIOZ, AWI)

Mankind has brought extra CO₂ into the atmosphere by combustion of fossil fuels, currently at a rate of about 5.2. x 10¹⁵ gram C (5.2 Gigaton, GtC) per year. A smaller but not well known amount of presumably ~1 GtC is contributed by the loss of tropical forests biomass. Only 60 % of the total fossil fuel emission of CO₂ corresponds to the increase of the atmospheric CO₂-content. The other 40 % of the fossil fuel input, as well as the minor forest biomass source, is distributed over the oceans and (less important) terrestrial vegetation. Although 40 % of the total annual industrial emission of CO₂ is a considerable amount (about 2-3 gigatons carbon per year), it is not clear which parts of the ocean are responsible. It is also superimposed on the pre-industrial exchange of CO₂ with the atmosphere, where at steady state the flux from oversaturated (e.g. upwelling) waters in certain regions is deemed similar to the influx in undersaturated waters elsewhere. In general those regions, where surface waters are both undersaturated as well as generally sinking to greater depth, are prime candidates as a sink for the background steady state input as well as the additional anthropogenic (above ~2-3 GtC?) term. The objective of this project is to understand, as well as quantify, the air/sea CO₂ exchange in crucial regions of the Southern Ocean. Such understanding, in combination with findings of ongoing research by colleagues in other oceanic regions, is essential towards assessing the often assumed anthropogenic sink term of the Southern Ocean.

It is often assumed that the Southern Ocean as a whole acts as a net sink for atmospheric CO₂. However, only restricted areas may be sinks, whereas other regions of the Southern Ocean may in fact be mostly sources of CO₂. The aim of this research is to investigate which chemical, physical and biological factors make certain regions of the Southern Ocean a CO₂ sink or source. In order to realize this RV "Polarstern" will be equipped with coulometers, infrared analyzers and an alkalinity-titrator to be able to fully interpret the CO₂ system of judiciously selected regions of the Southern Ocean. The main regions of interest are the Polar Frontal Zone and the Weddell Sea. During ANT-X/6 (November 1992) high temporal variability of pCO₂ and TCO₂ values was found in the Polar Frontal Zone. Also in both regions sinking down of watermasses is known to take place. The sinking watermasses are partly flowing northward. This flow is compensated by surface waters flowing into the Southern Ocean, where the general cooling of southward flowing waters would cause undersaturation versus the atmosphere. In regions like the Polar Front, photosynthetic removal of CO₂ during seasonal plankton blooms would be another cause for undersaturation. Obviously, the dynamics of the CO₂ system in these two highly variable regions contribute significantly in the global carbon budget.

2.2.3 Hydrographic studies (AWI)

The project aims to generate a large scale long, term data set of the polar oceans which will serve for investigations of climate variability and as ground truth for remote sensing measurements. The measured quantities comprise temperature and salinity of the oceanic surface mixed layer and vertical profiles of temperature, salinity, dissolved oxygen and currents. The data will be recorded on board and afterwards serve to complete the Southern Ocean data bank.

The Antarctic Circumpolar Current is subject to intensive mesoscale fluctuations. Those fluctuations are essential for dynamics of the Antarctic Circumpolar Current, because they contribute to the meridional transport of heat and the vertical transport of momentum. To estimate the intensity of the fluctuations, moorings are maintained in the framework of the eddy statistics measurements during the World Ocean Circulation Experiment (WOCE).

The measurements in the oceanic surface mixed layer will be carried out with a thermosalinograph quasi-continuously. Additionally XBT-sondes (Expendable Bathythermograph) will be dropped to measure temperature profiles and an ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) will be used to measure current profiles both from the moving ship. On stations, a CTD-sonde (conductivity, temperature, depth) with a rosette water sampler will be used to obtain vertical profiles of temperature, salinity and dissolved oxygen. The distance between the hydrological stations should be reduced in frontal areas.

To assess the variability in time scales shorter than the periods between two consequent cruises and to separate between the effects of temporal and spatial variability three arrays with moored current meters and CTDs are maintained in the Antarctic Circumpolar Current and the northern boundary of the Weddell Gyre.

2.3 Biological studies

2.3.1 Measurements of phytoplankton and chlorophyll concentrations (FBB)

see section 2.2.1

2.3.2 Impact of UV-B radiation on Antarctic phytoplankton (BIF)

More recently, the UV effects on phytoplankton from different habitats have been investigated by several groups. In clear ocean waters UV can damage the aquatic ecosystem. The topic of our study will be the influence of ambient solar UV radiation and artificial UV irradiance on cell components and nitrogen metabolism of Antarctic phytoplankton. The effect of UV-B on pigmentation and protein content as well as on uptake of inorganic nitrogen compounds and ^{15}N -incorporation into free amino acids of phytoplankton populations from several stations will be estimated. Pool sizes of free amino acids are analyzed by HPLC (High Performance Liquid Chromatography) and the nitrogen metabolism by ^{15}N analysis with an emission spectrometer (Jasco, Model 150).

A possible adaptation to the environmental light conditions can be via UV protecting pigments (like mycosporine amino acids) or synthesis of UV stress proteins. This will be studied under controlled laboratory conditions with isolated species in Frankfurt. The expected results might lead to informations on the effect of UV-B radiation on nutrient quality and quantity for primary consumers, too.

2.3.4 Deep sea microbiology (AWI)

To evaluate the microbial processes in the deep sea knowledge of the structure of the bacterial community and their adaptation to the specific conditions of the habitat are necessary besides biomass and activity data. In the planned studies special attention will be given to the ecofactors hydrostatic pressure, temperature and nutrient concentration. The bacterial standing stock of sediment and water samples from different depths will be determined and the bacterial assemblages will be qualitatively differentiated by using divers incubation conditions. Further, a differentiation of the various bacterial components will be aimed without enrichment cultures by determination of biomarkers.

In order to contribute to the knowledge of the decomposition of organic matter in the deep sea, activity measurements with dissolved organic substances will be conducted with bacterial assemblages from different depth under simulated in situ conditions. Furthermore, various particulate substrates have been exposed in the water column over a long-time period. These substrates will be retrieved, the remaining amounts will be determined and the enriched bacteria recovered. The culturable proportions of the bacterial flora will be isolated and characterized as well as tested for their depth adaptation.

2.3.5 Life maintenance of invertebrates (AWI)

On cruise ANT-XI/4 Antarctic invertebrates of different taxa should be kept alive in aquariums on "RV Polarstern". The animals will be caught on ANT-XI/3 in the Bellingshausen-Sea and set into aquariums for later transport to the AWI. Investigations concerning cellphysiology, biochemistry and reproduction will be done there on organisms which represent the Antarctic benthos. Besides this the larval development especially of members of the Antarctic Decapod fauna will be investigated. Larvae will be obtained from ovigerous females and reared from hatching to metamorphosis to first juvenile under different food conditions in the laboratory. Storage metabolism of these larvae will be investigated.

Life maintenance needs intensive care to keep animals alive. This task involves daily standard controls e.g. of mortality and moults, regular exchange of water as well as feeding. Animals will be kept in 2 laboratory containers at a water temperature of -1° to 0°C . Water in aquariums will be regularly changed by using an automatic exchange system which is connected with the seawater main of "RV Polarstern". Being north of the Antarctic Convergence it is absolutely necessary to cool the water down to 0°C before exchange can be done. Considering different feeding demands of single species, different food will be fed several times the week.

Behaviour of ovigerous femals of Antarctic Shrimps will be observed continously and for additional results recorded to videotapes. The embryonic developmental stages of these animals will be determined by selecting and fixing regularly eggs for later microscopic investigations. Daily counts of lost eggs should help estimating the value of natural eggloss during development.

2.4 Remote sensing measurements (AWI, IfMK)

AVHRR optical and infrared images will be obtained with the aid of the shipborne HRPT receiving station to study ice formation processes under cloudfree conditions. These data will be combined with the low resolution passive microwave data obtained from the SSM/I to validate the SSM/I signatures of autumn ice conditions. Areas of special interest are the Gunnerus Ridge and the areas along the continent where ice production is expected in connection with offshore polynyas.

Within the framework of the Programme for International Polar Oceans Research (PIPOR) the remote sensing datasets will be used for the validation of ERS-1 SAR data. The satellite observations are planned in close contact with the Earthnet ERS-1 Central Facility (EECF) at Frascati, Italy and with the ERS-1 receiving station at Syowa. Concurrently the shipborne AVHRR HRPT receiving station will be used for operational support of navigation.

For the determination of the oceanic frontal system between South Africa and the Antarctic Continent time series of thermal infrared images will be acquired. The horizontal extension of the frontal systems will be used for the interpretation of the ADCP derived velocities and of the geostrophic currents computed from the hydrographic measurements.

A number of Argos tracked drifting buoys from the Institute for Marine Research, Kiel, will be deployed in the Argulhas current both east and west of Cape Agulhas. In addition two Argos tracked buoys will be deployed on the ice near the continent within the continental boundary current. The HRPT receiving station will be used to check the data transmission before and after deployment of the buoys.