



FS "POLARSTERN"

Expeditionsprogramm Nr. 30



ANTARKTIS XI/2

1993/94

Z 432

**30
1993**



ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
BREMERHAVEN, NOVEMBER 1993

Expeditionsprogramm Nr. 30

FS "Polarstern"

ANTARKTIS XI/2

1993/94

Koordinator: D. K. Fütterer

Fahrtleiter: R. Gersonde

Alfred-Wegener-Institut
für Polar- und Meeresforschung
Bremerhaven

November 1993

Deutscher Text
Seite 3 bis 14

English Text
Page 18 to 28

Fahrtabschnitt Kapstadt - Punta Arenas (ANT-XI/2)

x

1 Zusammenfassung

Während des Fahrtabschnittes ANT-XI/2, der am 12. Dezember in Kapstadt beginnen und am 12. Januar 1994 in Punta Arenas enden soll, sind schwerpunktmäßig marin-geologische Untersuchungen im atlantischen Sektor des Südpolarmeeres geplant (Abb. 1). Mikropaläontologische, sedimentologische, isotopengeologische und geochemische Untersuchungsprogramme sollen in Kombination mit sedimentochographischen (PARASOUND) und bathymetrischen (HYDROSWEEP) Meßprogrammen dazu beitragen, die quartäre und pliozäne (ca. letzte 3 Mio. J.) paläozeanographische und -klimatische Entwicklung in der antarktischen Kaltwasserzone und dem angrenzenden subantarktische/ subtropischen Warmwassergebiet zu rekonstruieren. Diese Untersuchungen sind Teil der Arbeiten, die im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 261 ("Der Südatlantik im Spätquartär: Rekonstruktion von Stoffhaushalt und Stromsystemen") durchgeführt werden. Ein weiteres Ziel der Auswertungen ist die Verbesserung von zeitlich hochauflösenden Sedimentdatierungsmethoden für das Quartär südlicher hoher Breiten. Daneben stehen Programme, die sich mit dem biogeochemischen Stoffkreislauf von Barium beschäftigen.

Die marin-geologischen Programme werden von umfangreichen Untersuchungen in der Atmosphäre, an der Grenzschicht Atmosphäre/Ozean, in der Wassersäule und an der Grenzfläche Meer/Meeresboden begleitet. Die Konzentrationen flüchtige Schwefelverbindungen (DMS) sollen in der Atmosphäre und im Meerwasser gemessen, und der Austausch von CO₂ zwischen Antarktischem Ozean und Atmosphäre sowie seine räumlichen und zeitlichen Veränderungen quantifiziert werden. Im Rahmen eines hydrographischen Programms sollen CTD- und XBT-Profile über die Strombänder des Antarktischen Zirkumpolarstromes (ACC) hinweg durchgeführt werden. Daneben werden Wasserproben zur Untersuchung von stabilen Isotopen, Nährstoff- und Chlorophyllgehalten, sowie verschiedener anderer Stoffe (u. a. Barium, neutrale und ionische Methylschwermetallverbindungen) mit Hilfe von Wasserschöpfern entnommen.

Im Rahmen von aktuopaläontologischen Untersuchungen sollen Verbreitungsmuster planktischer und benthischer Mikroorganismen, deren kalkige oder kieselige Hartteile als Umweltsignale im Sediment überliefert werden, mit den gewonnenen hydrographischen Daten (Nährstoffangebot, Wassertemperatur, Salzgehalt) in Verbindung gesetzt werden. Dazu werden neben Plankton- und Vertikalnetzen auch Bodengreifer zum Einsatz kommen. Zusätzliche Netzfänge sollen einen Beitrag zur zoogeographischen Verbreitung von Copepoden und zur Erfassung ihres physiologischen Zustandes und Lebenszyklus sowie ihrer Freßgewohnheiten geben. Während ANT-XI/2 sollen auch Messungen der UV-Strahlung und deren Wirkung auf das Phytoplankton durchgeführt werden. Mikrobiologische Untersuchungen werden sich mit der Anpassung heterotropher Bakterien an Bedingungen mit niedrigen Temperaturen und niedrigem Nahrungsangebot in südlichen hohen Breiten beschäftigen.

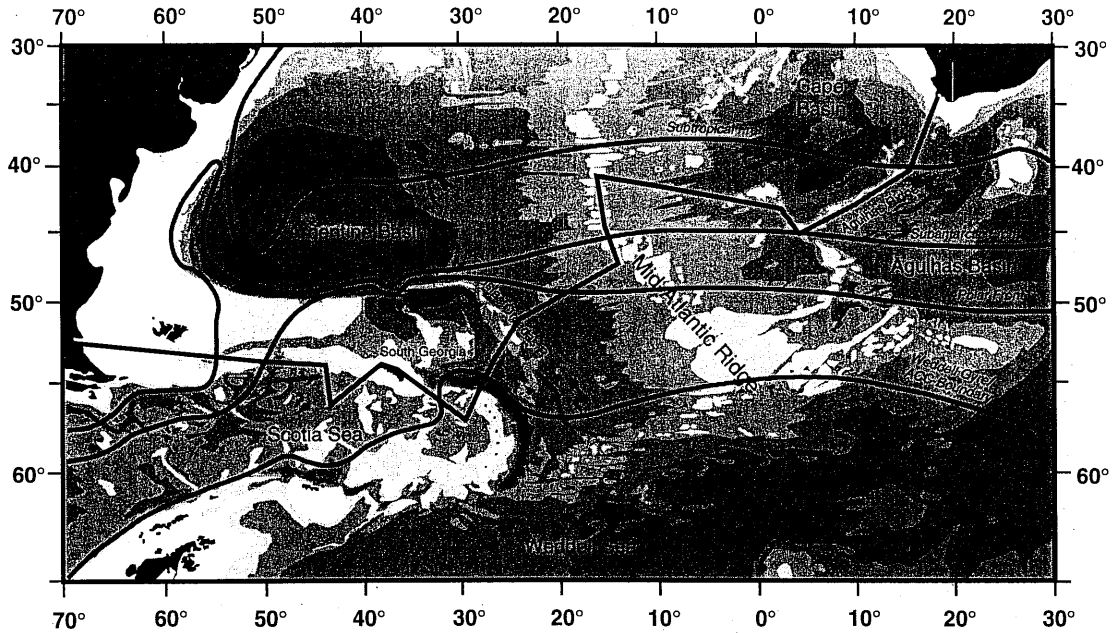


Abb. 1: Geplante Fahrtroute während ANT-XI/2. Lage der ozeanographischen Fronten nach Peterson & Stramma (1991, Progr. Oceanogr. 26:1-73)

2 Wissenschaftliche Untersuchungsprogramme (ANT-XI/2 "Transatlantik")

2.1 Marine Geologie

Die marin-geologische Probennahme wird auf Schnitten über die Frontensysteme des Antarktischen Zirkumpolarstroms (ACC) sowie in Ausstromregionen des Antarktischen Bodenwassers (AABW) durchgeführt (Abb. 1). Dabei können je nach Sedimenttyp mit dem Schwerelot (SL) oder Kolbenlot (KOL) Sedimentkerne bis zu einer Länge von ca. 18 - 20 m gewonnen werden. Zur Entnahme von ungestörten Oberflächensedimentproben werden wahlweise Großkastengreifer (GKG) oder Multicorer (MUC) eingesetzt. Zusätzlich werden mit einem Minicorer (MIC), der unterhalb der CTD installiert ist, auch an allen hydrographischen Stationen Oberflächensedimente gewonnen. Damit können Lücken in dem Probennetz, das insbesondere während der Expeditionen ANT-VIII/3, ANT-IX/4 und ANT-X/5 bereits im atlantischen Sektor des Südpolarmeeres aufgebaut worden ist, geschlossen werden.

Die Auswahl der Probennahmestationen wird sich auf sedimentechographische (PARASOUND, s. 2.1.2) und bathymetrische Kartierungen mit HYDROSWEEP (s. 2.1.3) während der Fahrt sowie auf Informationen und Sedimentkernbefunden, die während der Expeditionen ANT-VIII/3, ANT-IX/4, ANT-X/2 und ANT-X/5 gewonnen worden sind, stützen. Darüber hinaus fließen auch Ergebnisse von früheren marin-geologischen Expeditionen mit ARA "Islas Orcadas" ein.

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. Darüber hinaus wird die Elementverteilung (Elemente mit höherer Ordnungszahl als Kalium) in den Sedimentkernen mit einem XRF-Scanner (CORTEX) qualitativ bestimmt. Dieser Scanner, der im NIOZ entwickelt und gebaut worden ist, wurde freundlicherweise von Stichting Onderzoek der Zee (SOZ) in S'Gravenhage (Niederlande) für den Zeitraum der Expedition ANT-XI/2 dem AWI zur Verfügung gestellt. Es ist geplant, möglichst viele der gewonnenen Sedimentkerne während der Expedition zu öffnen, sie standardmäßig zu dokumentieren und erste Probensätze für stratigraphische, mikropaläontologische und geochemische Untersuchungen zu sammeln.

2.1.1 Paläozeanographische Untersuchungen zur Geschichte des Südpolarmeeres (AWI, FGB, GEOMAR)

Im Zentrum der paläozeanographischen Untersuchungen, die sich auf den Zeitraum der quartären Warm- und Kaltzeiten und des oberen Pliozäns konzentrieren, stehen folgende Fragestellungen:

- Paläotemperatur und Lageveränderungen des Antarktischen Zirkumpolarstromes (ACC),
- Verbreitung der nördlichen Meereisgrenze,
- Veränderung der Paläoproduktivitätsraten und der Zone mit hoher Paläoproduktivität im Bereich des ACC's,
- Veränderung der Paläotemperatur und Zirkulation von Boden- und Tiefenwasser, Bildungszeiträume und Mächtigkeit von Antarktischem Bodenwasser.

Ein generelles Ziel dieser paläozeanographischen Untersuchungen ist es, Erkenntnisse zur Entwicklung ozeanographischer Parameter zu gewinnen, die großräumig ozeanische Zirkulation und Wärmetransport, den CO₂-Haushalt sowie die atmosphärische Zirkulation beeinflussen und somit in enger Wechselwirkung mit klimatischen Veränderungen stehen. Damit soll zum Verständnis der paläozeanographischen Ereignisse beigetragen werden, die durch Rückkopplungsvorgänge die zum Teil rasch ablaufenden klimatischen Wechsel zwischen jungpleistozänen Warm- und Kaltzeiten steuern. Ein weiteres Ziel ist die Rekonstruktion des Klimageschehens auf der Südhalbkugel während des Beginns stärkerer Vereisungen auf der Nordhalbkugel im Laufe des oberen Pliozäns.

Oberflächenwassertemperaturen und Meereisverbreitung sollen mit Hilfe von im Sediment überlieferten Vergesellschaftungen kalkiger (Foraminiferen) und kieselig (Diatomeen, Radiolarien) planktischer Mikrofossilien abgeschätzt werden (Transfer-Funktionsmethode). 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 (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 marin-geologischen Arbeiten sollen schwerpunktmäßig in sechs Gebieten durchgeführt werden (Abb. 2, Bereiche A, B, C, D, G, H). Nach Auslaufen in Kapstadt sollen am südafrikanischen Kontinentalfuß Sedimente mit dem Ziel beprobt werden, Signale über den Austausch von Wasser zwischen Indik und Südatlantik zu erhalten (Abb. 2, Gebiet A). Ein Sedimentkernprofil auf dem Agulhas Rücken (Abb. 2, Gebiet B) soll Sedimente aus der Subantarktischen Zone des ACC's erbringen, die oberhalb der CCD abgelagert worden sind. Es wird erwartet, daß dabei Probenmaterial gewonnen werden kann, in dem im Gegensatz zu Sedimentkernen aus dem Agulhas Becken, die während ANT-VIII/3 und ANT-IX/4 gewonnen worden sind, karbonatische Mikrofossilien besser erhalten sind. Tiefenprofile über den Mittelatlantischen Rücken (Abb. 2, Gebiet C) sollen Sedimente aus verschiedenen Wasserstockwerken des Ozeans erbringen und eine bislang noch bestehende Lücke im Oberflächensediment- und Sedimentkern-Stationsnetz im

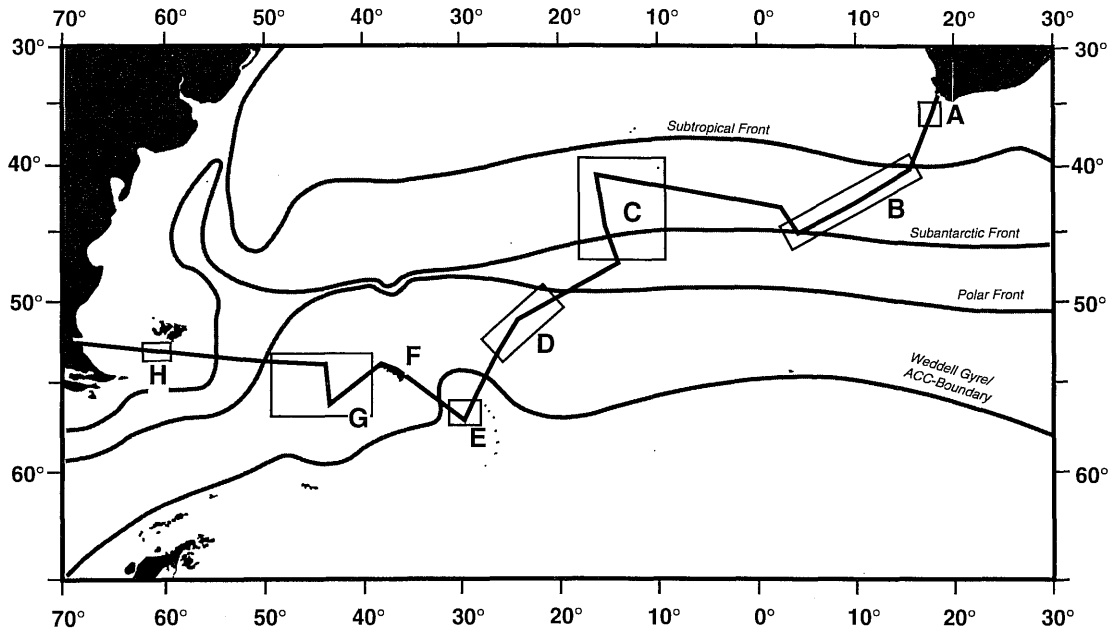


Abb. 2: Schwerpunktgebiete der während ANT-XI/2 geplanten marin-geologischen, bathymetrischen und geodätischen Untersuchungen.

zentralen subantarktischen Sektor schließen. In Gebiet D sollen ein Profil über den Islas Orcadas Rücken gelegt werden, an dessen Flanken Antarktisches Bodenwasser nach Norden strömt. Eine weitere Probenlücke soll im zentralen Scotia Meer geschlossen werden (Abb. 2, Gebiet G). Dabei wird auch erwartet, daß Sedimentkerne mit biogen-karbonatischen Anteilen für Isotopenuntersuchungen gewonnen werden können. Südlich der Falkland Inseln soll in einem eng begrenzten Sedimentbecken Probenmaterial gewonnen werden, in dem möglicherweise die Entwicklungsgeschichte des Falkland Stromes gespeichert ist.

2.1.2 Sedimentechographische (PARASOUND) und sedimentphysikalische Untersuchungen (AWI)

Mit dem PARASOUND-System besteht auf FS "Polarstern" die Voraussetzung zur digitalen Registrierung von Sedimentecholotprofilen. Die so registrierten hochauflösenden Seismogramme der oberflächennahen Sedimente können mit den Methoden der Reflexionsseismik prozessiert werden. Ein Vergleich der Seismogramme mit den direkt an den Sedimentkernen gemessenen sedimentologischen und physikalischen Daten ist möglich. Diese Informationen helfen mit, Sedimenttypen zu charakterisieren, zyklische Sedimentabfolgen zu identifizieren und Verteilungskarten der Sediment-Echotypen anzufertigen. PARASOUND-Frequenz-Tests sind an den Positionen, wo auch Sedimentkerne entnommen wurden, geplant. Mit der Registrierung von Signalen unterschiedlicher Frequenz und Pulslänge werden ein verbessertes Erkennen und Interpretieren der akustischen Reflektoren ermöglicht.

Nach der Entnahme von Sedimentkernen sollen an Bord die physikalischen Parameter magnetische Volumenssuszeptibilität, Schallwellen-Geschwindigkeit (p -Wellen) und Feuchtraumdichte mit einer Multi-Sensor-Meßbank bestimmt werden. Diese kontinuierlichen Messungen an den Sedimentkernen liefern vorläufige Informationen über die Sedimentzusammensetzung. Reflektionskoeffizienten können aus den Werten der Feuchtraumdichte und der Schallgeschwindigkeit ermittelt, synthetische Seismogramme errechnet und mit den von der PARASOUND-Anlage aufgezeichneten Seismogrammen verglichen werden.

Hohe Werte der magnetischen Suszeptibilität können oft ein Hinweis auf einen stärkeren Eintrag von terrigenem oder vulkanischem Material sein, während niedrigere Werte mit einem erhöhten Anteil biogener Komponenten zusammenhängen. Deshalb kann der Verlauf der Suszeptibilitätskurve durch paläozeanographische und paläoklimatische Veränderungen hervorgerufen worden sein. Diese Veränderungen können als Hilfsmittel für eine erste Altersabschätzung in quartären Sedimentkernen dienen.

2.1.3 Bathymetrische Messungen mit HYDROSWEEP (AWI)

In Ergänzung zu den flächendeckenden Vermessungen in ausgewählten Untersuchungsgebieten sollen bathymetrische Geländeaufnahmen mit Hydrosweep kontinuierlich als begleitende Untersuchungen auf dem gesamten Fahrabschnitt durchgeführt werden. Dazu wird das Fächersonarsystem im Wachbetrieb "rund um die Uhr" betrieben. Alle relevanten Meßgrößen werden dabei ständig erfaßt, aufgezeichnet und soweit wie möglich an Bord verarbeitet. Hierzu ist eine Überprüfung und Filterung der Navigationsdaten mit anschließender Neuberechnung der Posi-

tionen der Fächersonardaten notwendig. Zusätzlich erfolgt im Rahmen der Bearbeitung an Bord die Überprüfung der angebrachten Wasserschallkorrekturen. Die bereits während der Fahrt erstellten Tiefenlinienkarten dienen im wesentlichen als Arbeitskarten bei der Auswahl und Festlegung geologischer Probenstationen. Die digitalen bathymetrischen Daten sollen nach endgültiger Bearbeitung zur Ergänzung und Verbesserung der vorhandenen bathymetrischen Kartenwerke, wie z.B. GEBCO, verwendet werden.

Die vorgesehene Fahrtroute führt durchweg in Gebiete, in denen bereits Tiefeninformationen vorliegen. Es ist geplant, in wissenschaftlich interessanten Bereichen die Kenntnisse der Meeresbodentopographie durch eine Verdichtung der vorhandenen Hydrosweep-Profilraster zu verfeinern. Hierzu zählen besonders die Gebiete, die bereits auf den Expeditionen ANT-VIII/3, ANT-IX/4, ANT-X/2 und ANT-X/5 mit Hydrosweep aufgenommen wurden.

Während der "Polarstern"- Fahrt ANT- ANT-X/2 wurden einzelne Bereiche des Agulhas Ridge mit Hydrosweep vermessen. Auf Grundlage dieser Daten soll im Verlaufe dieser Expedition mit zusätzlichen Messungen im Bereich des Agulhas Ridge eine mögliche ODP Lokation erkundet werden.

Im Bereich der South Sandwich Spreizungszone, bei 58°S und 29°W, wurden erste flächenhafte Vermessungen während der Reise ANT-X/5 durchgeführt. In diesem Gebiet soll das Hydrosweep-Profilraster nach Norden hin ausgedehnt werden (Abb. 2, Gebiet E).

Für die gesamte Reise ist es vorgesehen, die Fahrtprofile parallel zu vorhandenen Schiffskursen anzulegen, um in diesem Gebiet langfristig die Tiefeninformationen zu erweitern und zu vervollständigen.

2.1.4 Autökologische Mikroplankton-Untersuchungen (AWI)

Mit Hilfe von Netzfängen und Wasserpumpenproben sollen vertikale und horizontale Verteilungsmuster von Diatomeen, Silikoflagellaten, Radiolarien und planktischen Foraminiferen in der Wassersäule auf einem Schnitt von der südlichen subtropischen Zone über die Frontensysteme des ACC's hinweg bis an die nördliche Grenze des Weddellwirbels (Abb. 2) erfaßt werden. Während sich die Probenahme der an die durchlichtete (euphotische) Zone gebundenen Mikroorganismen wie Diatomeen und Silikoflagellaten auf Planktonnetzfänge und Wasserpumpenproben aus dem Oberflächenwasser konzentriert, werden Radiolarien und Foraminiferen mit Hilfe eines Vertikal-Schließnetzes in verschiedenen Tiefenstufen auch in den oberen 1000 m der Wassersäule gefangen. Parallel gefahrene Temperatur-, Salzgehalts- und Nährstoffprofile (s. 2.2.3) sollen Zusammenhänge zwischen der Hydrographie, der Nährstoffsituation und den Häufigkeitsverteilungen der Mikroorganismen aufzeigen und damit Hinweise zur Autökologie von Arten geben, deren Hartteile als Umwelt-Indikatoren im Sediment überliefert werden. Die gleichzeitige Beprobung des Wassers für Messungen der stabilen Sauerstoff- und Kohlenstoff-Isotope (s. 2.1.5) wird die Interpretation der Isotopenverhältnisse der Foraminiferenschalen aus den Netzfängen erleichtern. Damit werden Daten erstellt, die für die mikropaläontologische und isotopengeologische Auswertung von Mikrofossilgesellschaftungen zur paläozeanographischen Rekonstruktion (s. 2.1.1) von entscheidender Bedeutung sind.

2.1.5 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 Schwefelkomponenten in der marinen Grenzschicht (IBG)

Während der Überfahrt von Kapstadt nach Punta Arenas werden Luftproben in der marinen atmosphärischen Grenzschicht gesammelt, um sie an Bord mit einem Gaschromatographen auf gasförmige und im Heimatlabor auf partikelgebundene Schwefelkomponenten zu untersuchen. Die Schwefelkomponenten haben ihre Hauptquelle im Ozean, so daß auch die im Oberflächenwasser gelösten Schwefelkomponenten bestimmt werden. Die im Südpolarmeer gebildeten schwefelhaltigen Partikel wirken als Kondensationskerne für Wolkentropfen. Der Zusammenhang zwischen Konzentrationen dieser Kondensationskerne und den Eigenschaften der atmosphärischen Grenzschicht über dem Ozean wird während ANT-XI/2 experimentell untersucht. Der Einfluß des Ozeans auf den atmosphärischen Schwefelkreislauf und auf die Wolkenbildung in der marinen Grenzschicht wird durch Messungen während der Überfahrt deutlicher und quantifizierbarer.

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

Etwa 5,2 Gigatonnen Kohlenstoff ($5,2 \times 10^{15}$ 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 Teilberei-

che 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 CO₂-untersättigtes Oberflächenwasser in größere Tiefen absinkt, werden als Senke sowohl für den natürlichen, als auch für den anthropogenen CO₂-Anteil in Erwägung gezogen.

Ziel des Projektes ist es, zum Verständnis und zur Quantifizierung des CO₂-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-CO₂ und TCO₂-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 CO₂ 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 CO₂ im Weltozean.

Die Untersuchung des CO₂-Systems während der Expedition werden mit Coulometern sowie Infrarot- und Alkalinitätsmeßgeräten durchgeführt.

2.2.3 Physikalische Ozeanographie (AWI)

Zweck des Vorhabens ist die Erstellung eines großskaligen Datensatzes in polaren Gebieten, der zu klimatologischen Untersuchungen verwendet werden kann und zur Verifizierung von Satellitendaten 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.

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 eingesetzt. Auf Stationen wird eine CTD-Sonde (conductivity, temperature, depth) mit Kranzwasserschöpfer zur Temperatur-, Salzgehalts- und Sauerstoffmessung eingesetzt. Der Stationsabstand sollte in Bereichen größerer Variabilität, den ozeanischen Fronten, verdichtet werden.

2.2.4 Biogene Produktion neutraler und ionischer Methylschwermetallspecies in polaren Gewässern (ACR)

Während in anthropogen beeinflussten Breiten eine Zuordnung von schwermetallorganischen Verbindungen in der Umwelt zu bestimmten Primärquellen nur schwer möglich ist, besteht im antarktischen Reinraumgebiet grundsätzlich die Chance, die mögliche biogene Produktion solcher Verbindungen nachzuweisen und damit diesen Beitrag zu der wichtigen globalen biogeochemischen Stoffkreislauf der Schwermetalle zu bestimmen.

Die biogene Produktion solcher flüchtiger Methylschwermetallspecies im polaren Meer erscheint durchaus wahrscheinlich, da bereits die biogene Methylierung von Elementen wie Iod, Schwefel und Selen bekannt ist. Hohe Anreicherungsfaktoren, vor allem von Cadmium und Blei in antarktischen Schneeproben, deuten auf die Emission flüchtiger, metallorganischer Verbindungen aus dem polaren Meer hin. Wegen der vermuteten biologischen Genese dieser Verbindungen wird bei den Untersuchungen auch eine Korrelation zu biogener Aktivität angestrebt.

Für die Bestimmung und Spezifikation von neutralen und ionischen Methylschwermetallverbindungen kommen die Elemente Hg, Pb, Cd und Tl in Frage. Quecksilberspecies werden hierbei mit CVAFS (Cold Vapour Atomic Fluorescence Spectrometry) bestimmt. Mit Hilfe der DPASV (Differential Pulse Anodic Stripping Voltammetry) sollen Blei- und Cadmium-Species untersucht werden. Diese beiden Methoden werden direkt auf der "Polarstern" angewendet. Der Nachweis entsprechender Thalliumspecies soll mit MS-IVA (massenspektrometrische Isotopenverdünnungsanalyse) im Heimatlabor erfolgen.

2.3 Biologische Untersuchungen

2.3.1 Phytoplankton und Chlorophyllmessungen (AWI)

Die planktologischen Arbeiten während ANT XI/2 haben zum Ziel, die Verteilung und Änderung der Phytoplanktonbiomasse nördlich, in und südlich der Polarfrontzone im südlichen Atlantik aufzunehmen. Diese Studien sind die Weiterführung langjähriger Planktonuntersuchungen in den Frontensystemen des Südpolarmees im Rahmen von Southern Ocean JGOFS. Untersuchungen der Planktondynamik im Verhältnis zur Dynamik der Wassermassen in diesem Frontenbereich stehen dabei im Vordergrund. Dazu sollen auf Profilschnitten im Durchfluß die Oberflächenkonzentrationen (8 m Wassertiefe) des Chlorophyll a - dem wichtigsten Algenpigment - kontinuierlich (10 Minuten Mittelwerte) gemessen werden. An hydrographischen Stationen sollen diese Messungen durch Vertikalprofile bis in mehrere 100 m - 1000 m Wassertiefe ergänzt werden, an denen in diskreten Tiefen Messungen der Chl. a Konzentrationen, des biogenen Silikates und des organischen Kohlen- und Stickstoffes durchgeführt werden (ca. 10 Tiefenstufen á 6 - 8 l pro Station). Die Phytoplanktonarten, die für die verschiedenen Planktonsysteme charakteristisch sind, werden im AWI anhand von (Utermöhl-)Proben bestimmt, die aus den gleichen Wassertiefen genommen werden.

2.3.2 Wirkung der UV-B-Strahlung auf die Zellinhaltsstoffe und die Stickstoffassimilation des antarktischen Phytoplanktons (BIF)

Als Folge des Ozonabbaues muß mit einer weiteren Zunahme der UV-B-Strahlung ("Ozonloch") gerechnet werden. Die Auswirkung des UV-Anteils der Sonnenstrahlung und der UV-B-Strahlung auf das Phytoplankton verschiedener Regionen wurde von mehreren Arbeitsgruppen unter kontrollierten Laborbedingungen untersucht. Im Vordergrund unseres 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 werden einerseits der Sonnenstrahlung und andererseits einer künstlichen UV-Quelle im Labor ausgesetzt. Die zu erwartenden Ergebnisse sollen Hinweise auf den Angriffspunkt des UV-B und die Konsequenzen der UV-B-Schäden liefern. Das bekannte art- und stadienspezifische Verhalten der Mikroalgen wird zu Veränderungen im aquatischen Ökosystem führen. 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.

Nach Abschluß der Antarktisexpedition wird der Einfluß von UV-Strahlung verschiedener Wellenlängenbereiche auf den Kohlenstoff- und Stickstoffmetabolismus sowie auf das Wachstumsverhalten 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 Informationen über die Quantität und Qualität der Nahrung für die Primärkonsumenten führen.

2.3.3 Experimente zur Ernährung und Reproduktion dominanter Zooplanktonarten (AWI)

Lebende Tiere aus Nansennetzfängen von unterschiedlichen Tiefenholts werden im kühlbaren Laborkontainer gehältert. Zur Untersuchung ihrer Ernährungsweise werden ihnen in Versuchen verschiedene Nahrungstypen (bewegliche und unbewegliche Phytoplankter, sowie Zooplankter und Detritus) und natürliches Plankton in verschiedenen Konzentrationen angeboten. In Versuchen mit verschiedenen Entwicklungsstadien soll dokumentiert werden, ob eine Änderung der Ernährungsweise im Laufe der Ontogenese auftritt. An Weibchen kann der Einfluß der Nahrung auf die Reproduktion untersucht werden. Die Stadienverweildauer der so erzeugten Nachkommen wird während der Aufzucht bestimmt.

Die Versuche während ANT-XI/2 dienen als Pilotstudie zu intensiven Versuchsreihen während Fahrtabschnitt ANT-XI/3.

2.3.4 Mikrobiologie (AWI)

Im Mittelpunkt der geplanten Untersuchungen stehen die Anpassungen heterotropher Bakterien an die polaren Standortbedingungen, wie niedrige Temperatur und

niedrige Nährstoffkonzentrationen, und die Weiterentwicklung der für diese Arbeiten zur Verfügung stehenden Methoden.

Heterotrophe Bakteriengemeinschaften decken ihren Energiebedarf aus dem Abbau organischer Substanzen und setzen sich zusammen aus copiotrophen und oligotrophen Bakterien, d.h. an hohe bzw. niedrige Nährstoffkonzentrationen angepasste Organismen. Die Anteile dieser beiden Bakteriengruppen an den Gesamtpopulationen sollen mit einem Verdünnungsverfahren (Most-Probable-Number-Methode) in copiotrophen und oligotrophen Nährlösungen ermittelt werden. Die Auswertungen erfolgen durch Trübungs- bzw. radioaktive Messungen. Zwischen der Konzentration der gelösten organischen Substanz (DOC) und dem Verhältnis copiotropher/oligotropher Bakterien besteht wahrscheinlich ein direkter Zusammenhang. Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen mithelfen, diese Annahme zu überprüfen.

Für weitergehende physiologische und taxonomische Untersuchungen sollen oligotrophe Bakterien durch Abfiltrieren aus Seewasser und anschließende Kultivierung in Dialysekammern mit natürlichem Seewasser als Substrat und in Selektivmedien angereichert und isoliert werden. Die Isolierung copiotropher Bakterien erfolgt dagegen in Nährmedien mit höherem Nährstoffgehalt. Die Struktur von natürlichen Bakteriengemeinschaften soll anhand ihrer Stoffwechselleistungen und durch Vergleich ihrer RNS (5S rRNS und tRNS) mit der RNS bereits identifizierter Bakterien ermittelt werden. An ausgewählten Stationen ist für spätere Untersuchungen zur Kälteanpassung die Isolierung extrem psychrophiler Bakterien vorgesehen, die vorwiegend im Sediment vorkommen und sich nur bei Temperaturen unterhalb 10°C vermehren.

2.4 Erkundung eines Vermessungspunktes auf Südgeorgien (AWI)

Im Rahmen eines BMFT-geförderten Forschungsprojektes für geotektonische Untersuchungen im Bereich der Antarktischen Halbinsel soll eine GPS-Meßstation auf Südgeorgien eingerichtet werden. Nach dem heutigen Planungsstand ist die Einrichtung eines Punktes in Grytviken vorgesehen (Abb. 2, F). Vor der Installation eines geodätischen Punktes muß eine Erkundung vor Ort erfolgen, die im wesentlichen die meßtechnischen und logistischen Aspekte enthält. Die meßtechnischen Gesichtspunkte umfassen die Überprüfung der Meß- und Beobachtungsbedingungen. Hierzu zählen unter anderem Berechnungen der Satellitensichtbarkeit und mögliche Verdeckungen durch nahe Berge, Störungen durch lokale Sender und Antennen.

Zu den logistischen Aspekten zählen Stromversorgung, Unterbringung von Personal und Gerät, sowie Transport- und Reisemöglichkeiten. Des weiteren sind eventuell vorhandene geodätische Meßpunkte zu erkunden und hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit zu prüfen. Von der Erkundung muß ein umfangreiches Protokoll incl. Skizzen und Photographien angefertigt werden. Die Erkundung erfolgt mit Unterstützung durch den British Antarctic Survey.

Beteiligte Institute / Participating Institutions

Address/Adresse

Participants / Teilnehmerzahl

Chile

| | | |
|-----|--|---|
| DPC | Dep. de Física de Atmósfera y el Océano Universidad de Concepción Concepción | 1 |
|-----|--|---|

Deutschland

| | | |
|-------------|--|----|
| ACR | Institut für Anorganische Chemie Universität Regensburg Universitätsstraße 31 D-93053 Regensburg | 1 |
| AWI | Alfred-Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße D-27568 Bremerhaven | 24 |
| AWI/Potsdam | AWI Forschungsstelle Potsdam Auf dem Telegrafenberg D-14473 Potsdam | 2 |
| BIF | Fachbereich Biologie Johann-Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt Siesmayerstr. 70 D-60054 Frankfurt am Main | 1 |
| FGB | Fachbereich 5 Geowissenschaften Universität Bremen Klagenfurter Str. D-28359 Bremen | 1 |
| Geomar | Geomar Forschungszentrum für marine Geowissenschaften Wischhofenstr. 1 - 3, Geb. 4 D-24148 Kiel | 1 |
| IBG | Institut für Bioklimatologie Büsgenweg 1 D-37077 Göttingen | 2 |
| SWA | Deutscher Wetterdienst - Seewetteramt - Bernhard-Nocht-Straße 76 D-20359 Hamburg | 2 |

Niederlande

NIOZ Netherlands Institute for 1
Sea Research
NL-1790 AB Den Burg
Texel

Fahrtteilnehmer/Participants

| Name | | Institut/Institute |
|-------------|----------------------|--------------------|
| Bock, | Ute | AWI |
| Boehme, | Tobias | AWI |
| Bohrmann, | Gerhard | Geomar |
| Didié, | Claudia | AWI |
| Fellert, | Dietmar | IBG |
| Fischer, | Gerhard | FBG |
| Gebauer, | Manfred | SWA |
| Gersonde, | Rainer (Fahrtleiter) | AWI |
| Groenhout, | Bas | AWI/NIOZ |
| Hansen, | Hans Peter | BIF |
| Harloff, | Joachim | AWI |
| Hennies, | Heike | IBG |
| Hermanns, | Reginald | AWI |
| Hirsch, | Stefanie | AWI |
| Hofmann, | Annette | AWI |
| Hoppmann, | Bernd | AWI |
| Koning, | Fredericia | AWI/NIOZ |
| Köhler, | Herbert | SWA |
| Kuhn, | Gerhard | AWI |
| Lensch, | Norbert | AWI |
| Majoor, | Bram | AWI/NIOZ |
| Metz, | Cornelia | AWI |
| Meyer, | Angelika | AWI |
| Monk. | Jürgen | AWI |
| Pongratz, | Richard | ACR |
| Rinke, | Annette | AWI/Potsdam |
| Rüger, | Hans-Jürgen | AWI |
| Schäfer, | Hinrich | AWI |
| Scheele, | Norbert | AWI |
| Soto, | Luis | DPC |
| Springer, | Karin | AWI |
| Tan, | Tihing- Lok | AWI |
| Vaars, | Adrianus Johannes | NIOZ/AWI |
| Wadel, | Oliver | AWI/Potsdam |
| Weihmüller, | Ute Susan | AWI |
| Wisotzki, | Andreas | AWI |

Schiffspersonal/Ships Crew

| | |
|----------------------|-----------------------------|
| Greve, E.P. | Kapitän |
| Varding, I. | 1. Offizier |
| Schwarze, S. | Naut. Offizier |
| Bürger, M. | Naut Offizier |
| Braun, A. | Arzt |
| Knoop, D. | Ltd. Ingenieur |
| Delff, W. | 1. Ingenieur |
| Simon, W. | 2. Ingenieur |
| Folta, H. | 2. Ingenieur |
| Hoops, K.-J. | Elektroniker |
| Rabenhorst, R. | Elektroniker |
| Piskorzynski, A. | Elektroniker |
| Fröb, M. | Elektroniker |
| Erdmann, R. | Elektriker |
| Müller, E. | Funkoffizier |
| Butz, J. | Funkoffizier |
| Jordan, G. | Maschinenwart |
| Buchas, F. | Maschinenwart |
| Reimann, S. | Maschinenwart |
| Fritz, G. | Maschinenwart |
| Padur, A. | Maschinenwart |
| Kassubeck, P. | Zimmermann |
| Barth, B. | Lagerhalter |
| Hopp, W. | Bootsmann |
| Bloedorn, H. | Matrose |
| Novo Lovcira, J. | Matrose |
| Thiele, H. | Matrose |
| Suarez Paisal, A. | Matrose |
| Mendez-Fernandez, T. | Matrose |
| NN. | Matrose |
| NN. | Matrose |
| NN. | Matrose |
| Köwing, W. H. K. | Matrose |
| Roggatz, F. | Koch |
| Kästner, M. | Kochsmaat |
| Peschke, D. | Kochsmaat |
| Daute, V. | 1. Steward |
| Hopp, A. | Krankenschwester/Stewardess |
| Hildebrandt, B. | Stewardess |
| Neves, A. | Steward(ess) |
| Yu, K. Y. | 2. Steward |
| Yu, C.-L. | 2. Steward |
| Yang, C. | 2. Steward |

Cruise Capetown - Punta Arenas (ANT-XI/2)

1 Summary

The main goal of expedition ANT-XI/2, which is scheduled to start at Capetown on December 12, 1993 and to end at Punta Arenas on January 12, 1994, is a marine geological program in the Atlantic sector of the Southern Ocean (Fig. 1). Micropaleontological, sedimentological, isotope, and geochemical investigations of sediment cores, which will be sampled with gravity and piston corers, in combination with sediment-echosounding (PARASOUND) and bathymetric mapping (HYDROSWEEP) are planned to 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/Subtropic 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 the investigation is the improvement of high resolution dating methods for the Pleistocene and Pliocene of the southern high-latitudes. Additionally, the biogeochemical cycle of barium will be studied.

The marine geological survey will be accompanied by multiple investigations in the atmosphere, at the atmosphere/ocean boundary, in water column and at the sediment/water interface. Volatile sulphur compounds will be measured in the air and the seawater, and the carbon dioxide exchange between the Southern Ocean and the atmosphere, its 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). Besides, water samples will be collected for investigation of stable isotopes, nutrients and other compounds (barium), using Niskin bottles. Water samples will also be investigated to determine the biogenic production of neutral anionic methyl heavy metals in the Southern Ocean.

The distribution pattern 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 related to the hydrographic data set (nutrients, water temperature and salinity), in order to gather autecological data of these microorganisms. Samples will be taken with multicorer (MUC) or box corer (GKG) in order to gather undisturbed surface sediment. Plankton samples will be collected with a Nansen and/or a vertical net. Additionally, net hauls are planned for monitoring the horizontal and vertical distribution of copepods and their physiological conditions and to study their life cycles and feeding behaviour. During ANT-XI/2 measurements of solar ultraviolet radiation and its effect on plankton production will also be conducted. Microbiological studies focus on the adaptation of heterotrophic bacteria to low-temperature and low-nutrient conditions in polar oceans.

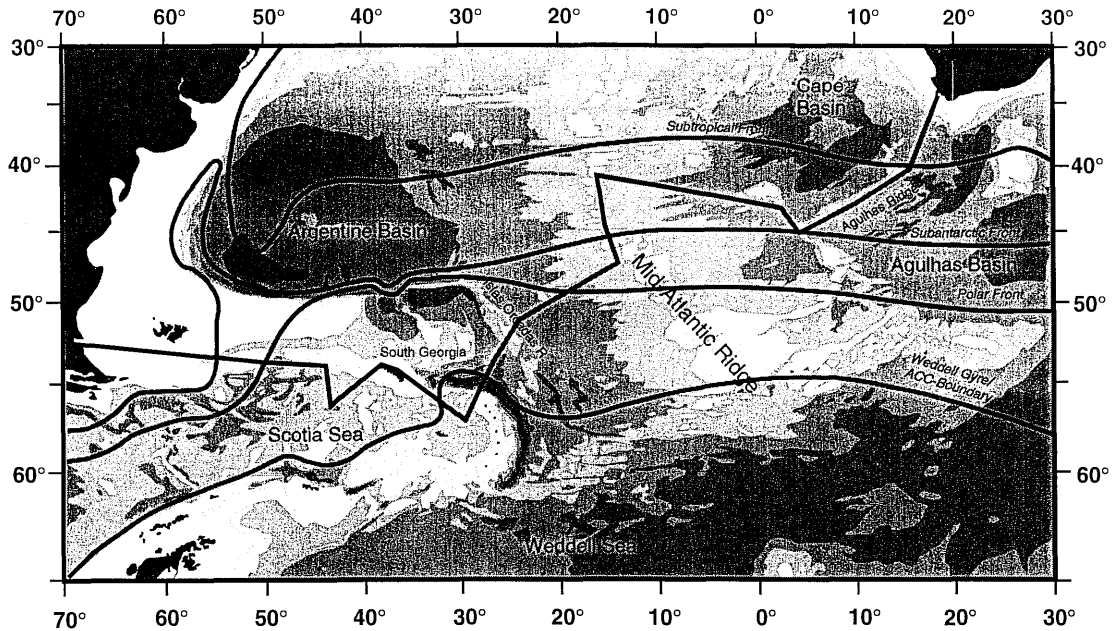


Fig. 1: Planned ship track of ANT-XI/2. The location of oceanic fronts is according to Peterson & Stramma (1991, Progr. Oceanogr. 26:1-73)

2 Research Programs (ANT-XI/2 "Transatlantic")

2.1 Marine geology

The geological materials for the paleoenvironmental reconstructions will be recovered with gravity corer (SL) or piston corer (KOL) on transects across the frontal systems of the Antarctic Circumpolar Current (ACC) and outflow regions of Antarctic Bottom Water (AABW). Undisturbed surface sediments will be sampled with 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 complete the collection of core materials during the previous expeditions ANT-VIII/3, ANT-IX/4 and ANT-X/2 in the Atlantic sector of the Southern Ocean.

The selection of coring sites will be based on sediment-echosounding surveys (PARASOUND, see 2.1.2) and bathymetric mapping with HYDROSWEEP (see 2.1.3) during the cruise, and available information obtained during previous expeditions with RV "Polarstern" (ANT-VIII/3, ANT-IX/4, ANT-X/2 and ANT-X/5) and ARA "Islas Orcadas".

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. Additionally the cores will be treated with a XRF-scanner (CORTEX) for qualitative measurements of transition metals with higher atomic number than potassium. This instrument, which was designed and built at NIOZ, was made available for the expedition ANT-XI/2 by Stichting Onderzoek der Zee (SOZ) at s'Gravenhage (Netherlands). It is planned to open all recovered cores during the cruise and to document and sample them for stratigraphical, micropaleontological, sedimentological and geochemical studies.

2.1.1 Studies on the Southern Ocean paleoceanographic history (AWI, FBG, GEOMAR)

The paleoceanographic program is focused on the reconstruction of paleoenvironmental conditions during Quaternary and late Pliocene climatic changes, such as:

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

The general aim of the paleoceanographic studies in the Southern Ocean is to decipher the evolution of oceanographic parameters that control large-scale oceanographic circulation and heat transport, the CO₂ budget, and the atmospheric circulation, in combination with the results obtained in the Atlantic sector. Such results should contribute to the understanding of paleoceanographic events that trigger the major short-term climatic changes between glacial and interglacial time

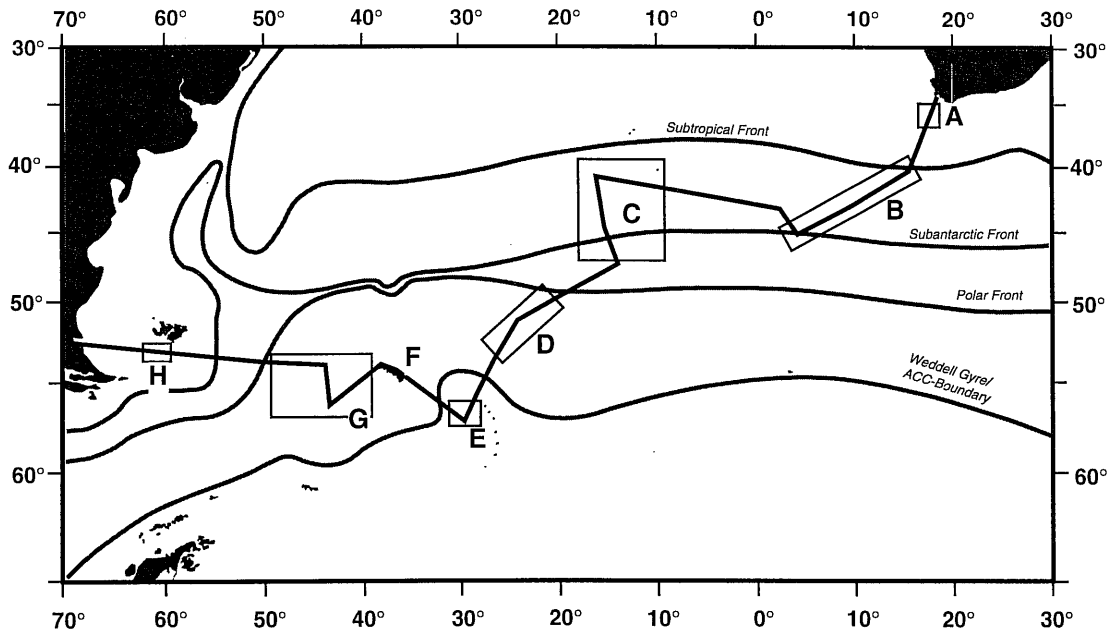


Fig. 2: Main target areas of marine geological sampling, and bathymetric and geodetic surveys during ANT-XI/2.

periods, and the mechanisms which control the glacial/interglacial atmospheric CO₂ changes. Other interests are in the reconstruction of the southern hemisphere climate during the major glaciation event that affected the northern hemisphere in the late Pliocene.

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 six areas (Fig. 2, boxes A, B, C, D, G, H). It is planned to sample sediments on the South-African continental slope that might provide information on past exchange of waters between the Indian and South Atlantic Ocean (Fig. 2, box A). On a transect along the Agulhas Ridge (Fig. 2, box B) sediment cores will be recovered in the Subantarctic Zone at depths above the CCD to gather materials containing well preserved calcareous microfossil assemblages. Depths transects across the Mid-Atlantic Ridge (Fig. 2, box C) will allow sampling of sediments from different water masses and will also cover a gap in the present net of surface sediment samples and sediment cores in the central part of the Atlantic Subantarctic Zone. In the area of box D it is planned to conduct a transect across the Islas Orcadas Ridge, which separates prominent outflow areas of AABW. Another gap in the sample net will be covered in the central Scotia Sea (Fig. 2, box G), where it is expected to gather sediments containing biogenic calcareous components for isotopic measurements. In a small sediment basin south of Falkland Islands cores will be recovered for the reconstruction of the evolution of the Falkland Current system and the related exchange of waters between the Pacific and South Atlantic Ocean (Fig. 2, box H).

2.1.2 Sediment echo-sounding (PARASOUND) and physical properties measurements (AWI)

The PARASOUND-system of RV "Polarstern" allows the digital acquisition of sediment echo-soundings which will be analysed by reflection seismic methods. The high resolution seismograms can be compared with physical properties and sedimentological parameters measured on sediment cores. This information helps to characterize and discriminate sediment types, as well as to identify cyclic layering within the sediment column and to compile maps of sediment echo-types. PARA-

SOUND frequency-tests are planned at the sediment sampling sites. A better identification and interpretation of acoustic reflectors will be possible by acquisition of echo-sounding signals of different frequency and pulse length.

Physical property data of the sediment cores will be taken after core recovery with a multi-sensor-core-logger. Magnetic volume susceptibility, p-wave velocity, and wet bulk density will be measured continuously and provide preliminary information on the sediment composition. Reflection coefficients could be calculated from the wet bulk density and p-wave velocity data and synthetic seismograms compared with seismograms collected by the PARASOUND-system.

High values of magnetic susceptibility are often indicative for higher input of terrestrial and volcanic sediment components while lower values are correlated with more biogenic components. Therefore, the signature of susceptibility curves may be caused by paleoceanographic and paleoclimatic variations. This variations can be used with certain limitations as a tool for preliminary age determination in Quaternary sediment cores.

2.1.3 Bathymetric survey with HYDROSWEEP (AWI)

Bathymetric surveying of the seafloor will be carried out continuously during leg ANT XI/2 with the multibeam sonar Hydrosweep. All relevant measurements will be recorded on data storage units for future processing and investigations. However, a major part of the postprocessing will be done already on board. During operation of Hydrosweep, the contour lines of the measured depths are plotted in near realtime. These swath plots will be used for data validation and documentation as well as for the selection of geological sample stations. Processed digital bathymetric data will be used for the completion and the improvement of existing bathymetric charts, e.g. GEBCO.

In the scheduled areas of investigations, little bathymetric information is available based on few RV "Polarstern" profiles. Therefore, Hydrosweep profiles are planned in regions of significant geomorphological features. Supplementary Hydrosweep surveys are also planned in areas in which surveys were already performed during the Antarctic Expeditions ANT-VIII/3, ANT-IX/4, ANT-X/2 and ANT-X/5.

At the Agulhas Ridge one profile was measured during RV "Polarstern" Leg ANT-X/2. During this cruise additional multibeam profiles will be surveyed in order to exploit a possible ODP location.

A multibeam boxed survey at the South Sandwich spreading center was carried out during the expedition ANT-X/5. This survey area, at 58°S, 29° W, will be extended in a northerly direction (Fig. 2, Box E).

In general, Hydrosweep profiles and transit cruises will be projected covering unsurveyed areas, in order to improve the coverage of profiles and the knowledge of the sea bottom topography.

2.1.4 Autecological microplankton studies (AWI)

The vertical and horizontal distribution of diatoms, silicoflagellates, radiolarians and planktic foraminifera 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 plankton tows and the ship's water pumping system. Sampling of diatoms and silicoflagellates that dwell in the euphotic zone will be done in the surface water layer. Radiolarians and foraminifera will also be sampled at selected depth intervals in the uppermost 500 - 1000 m of the water column using vertical plankton tows. Vertical CTD profiles and water samples for analysing nutrient contents at selected depth levels (see 2.2.3) will shed light on the relationships between hydrography and nutrient availability, and the species distribution and abundance of the microorganisms. The isotopic composition of foraminiferal tests collected by tows will be better understood in combination with the measurements of the isotopic composition of the sea water and dissolved CO₂ (see 2.1.5). The aim of these studies is to gather basic data for the micropaleontological and isotopic studies concerning the reconstruction of paleoenvironmental conditions (see 2.1.1)

2.1.5 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 sea water. These isotopes provide information on the provenance and history of water masses and reflect the biological productivity in surface waters. Apart from a few GEOSECS stations, data sets of the isotopic composition of the water column of the southern Atlantic ocean could be obtained at several transects, one from Capetown to Cape Norvegia, another from Cape Norvegia to the southern end of South America and a third one from South America to the South Sandwich Island Arc (ANT-VIII/2+3, ANT-IX/4, ANT-X/5).

Besides the sampling of the water column which will be carried out at the oceanographic stations with the help of a water rosette, a second topic of the isotope program consists of sampling 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 through the analysis of carbon isotopes of fossil benthic foraminifera should be possible.

2.2 Chemical and hydrographic studies in atmosphere and water column

2.2.1 Sulphur containing compounds in the marine boundary layer (IBG)

During the transect from Capetown to Punta Arenas (ANT-XI/2) air samples of the atmospheric marine boundary layer will be collected in order to analyse them for sulphure containing gases by gaschromatography on board and for sulfure containing particles in the home laboratory. The sulfure compounds have their main source in the ocean surface layer so that the dissolved sulfure components in the ocean will also be analysed. The sulfure containing particles being formed in the atmosphere from gaseous precursors act as condensation nuclei for marine clouds. The interaction of the concentration of condensation nuclei and the physicochemical conditions in the marine boundary layers will be investigated experimentally on

board. The influence of the ocean on the atmospheric sulfure cycle and on the cloud formation over the ocean will be elaborated.

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

Mankind has brought extra CO₂ into the atmosphere by combustion of fossil fuels, currently at a rate of about 5.2×10^{15} 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 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. At 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.

2.2.4 Biogenic production of neutral and ionic methyl heavy metal species in polar waters (ACR)

While in anthropogenic influenced latitudes a correlation of heavy metal organic compounds in the environment to definite primary sources is solely difficult to carry out, it is principally possible to proof the feasible biogenic production of such compounds in the antarctic clean room compartment. By this means, it is also possible to determine the contribution of these compounds to the important global biogeochemical cycles of the heavy metals.

The biogenic production of volatile methyl heavy metal species in the polar sea seems quite likely, since the biogenic methylation is already known for the elements Iodine, Sulphur and Selenium. High enrichment factors for especially cadmium and lead in antarctic snow samples signify an emission of volatile heavy metal organic compounds from the polar sea. A correlation and determination of biogenic activity is aspired because of the presumed biological production of these compounds. For the determination and specification of neutral and ionic methylated heavy metal compounds, the elements mercury, lead, cadmium and thallium are in consideration. Mercury species will be determined by CVAFS (Cold Vapour Atomic Fluorescence Spectrometry). With the help of DPASV (Differential Pulse Anodic Stripping Voltammetry) lead and cadmium species should be examined. Both methods should be applied on board of the "Polarstern". The evidence of corresponding thallium species should be carried out with IDMS (Isotope Dilution Mass Spectrometry) in the home laboratory.

2.3 Biological studies

2.3.1 Measurements of phytoplankton and chlorophyll concentrations (AWI)

Plankton investigations during ANT XI/2 are carried out to determine distributions and changes of plankton biomass and species compositions at the Polar Frontal Zone in the southern Atlantic Ocean. The investigations are part of the international long-term program Southern Ocean JGOFS. To investigate phytoplankton distribution an species composition in relation to different water masses in the Southern Ocean, surface values (8 m water depth) of chlorophyll a will be continuously registered along the east-west transect together with water temperature and salinity. In addition, water samples from discrete depths down to several 1000 m water depth will be taken out of a CTD probe to which water bottles are attached. From those

water samples (6 to 8 litre per depth) sub-samples for the determination of chlorophyll a, particulate organic carbon and nitrogen and species composition will be taken and analysed at the AWI later.

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 ¹⁵N-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 ¹⁵N 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.

2.3.3 Experiments on feeding and reproduction of dominant zooplankton species (AWI)

Life animals from Nansennet hauls from different depths will be reared in a cool container. For the investigation of their feeding habits different types of food (motile and non-motile phytoplankton as well as zooplankton and detritus) and natural plankton in different concentrations will be offered. In experiments with different life stages we will demonstrate whether the feeding habits of dominant species change during their ontogeny or not. Concurrently experiments with females show the influence of food on the reproduction. The mean stage duration will be determined during the rearing of the offspring.

The experiments during ANT-XI/2 will serve as pilot-study for intense series of experiments during leg ANT-XI/3.

2.3.4 Microbiology (AWI)

Planned investigations are focused on adaptations of heterotrophic bacteria to environmental polar conditions like low-temperature and low-nutrient concentrations and on the improvement of the available methods to be used on board.

Heterotrophic bacterial communities, obtaining their energy from the degradation of organic substances, comprise copiotrophic and oligotrophic bacteria, i. e. organisms adapted to high or low substrate concentrations. The proportions of these two groups of bacteria to the whole population will be determined by means of a dilution method (Most Probable Number) in copiotrophic and oligotrophic nutrient broths and evaluated by turbidity or radioactive measurements, respectively. A relationship

between the concentration of dissolved organic carbon (DOC) and the ratio copiotrophic to oligotrophic bacteria possibly exists. The results gained here can help to prove this assumption.

For further physiological and taxonomical investigations, oligotrophic bacteria will be isolated from enrichment cultures held in natural seawater in dialysis chambers and in selective nutrient media. In contrast, isolations of copiotrophic bacteria will be carried out from media with higher nutrient concentrations. The structure of natural bacterial communities will be determined by means of their metabolic activities and by comparing their 5S rRNAs and tRNAs with the RNAs of isolated and identified bacteria. Extremely psychrophilic bacteria, occurring mostly in the sediments and multiplying only at temperatures below 10° C, will be isolated from sediment samples at selected stations for subsequent studies of their low-temperature adaptations.

2.4 Reconnaissance of a geodetic survey point on South Georgia (AWI)

During the austral summer 1994/94 several German university institutes and research institutions plan to establish a GPS reference network in the Atlantic sector of Antarctica. The title of this research programme, funded by the German Ministry for Research and Technology is: "Establishment of a geodetic reference network in the Atlantic sector of Antarctica for geodynamic investigations". Scientific aspects of this programme are the determination of horizontal and vertical movement of the micro plates at the Antarctic Peninsula and monitoring of sea level changes due to tides and plate tectonics.

One geodetic point shall be established on South Georgia, possibly in Grytviken. A reconnaissance must be performed beforehand. During ANT-XI/2, it is planned to visit South Georgia in order to explore the possibility for the installation of a geodetic marker (Fig. 2, F). The reconnaissance must also include technical and logistical aspects. Technical aspects are the study of the satellite visibility, possible local electronic interferences and obstructions due to antenna installations at the station, and the construction of a solid marker. Logistic requirements cover transportation, local support, power supply, and lodging at the station.

A complete report including protocol, drawings and photographs must be prepared. The reconnaissance is supported by the British Antarctic Survey.