

*Dr. Kolman*



**FS „POLARSTERN“**  
Expeditionsprogramm Nr. 35

---



**ANTARKTIS XII/1-2**  
**1994**

---

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG  
BREMERHAVEN, OKTOBER 1994

Expeditionsprogramm Nr. 35

FS „POLARSTERN“  
ANTARKTIS XII/1-2  
1994

Koordinator:  
D.K. Fütterer

Fahrtleiter:  
G. Kattner, ANT-XII/1  
D.K. Fütterer, ANT-XII/2

Alfred-Wegener-Institut  
für Polar- und Meeresforschung  
Bremerhaven

Oktober 1994

Deutscher Text  
Seite 1 bis 29

English Text  
Page 36 to 60

## 1 Zusammenfassung

Der erste Fahrtabschnitt der 12. Antarktisreise von FS *Polarstern* (ANT XII/1) beginnt am 18. Oktober 1994 in Bremerhaven. Etwa 30 Wissenschaftler werden an dieser Reise teilnehmen. Im ersten Teil werden Geräte getestet, so daß auf den Azoren einige Fahrtteilnehmer aussteigen werden, die diese Arbeiten durchgeführt haben. Danach wird die Fahrt entlang 28° W Richtung Äquator fortgesetzt. Während der gesamten Reise werden kontinuierlich Wasser und Luft angesaugt und schwerpunktmäßig auf meeres-, luft- und umweltchemische Komponenten untersucht. Im Bereich der innertropischen Konvergenzzone (ITCZ) sollen Regengebiete aufgesucht werden, um Regenwasserproben auf organische Spurenstoffe und Spurenmetalle untersuchen zu können. Im Bereich des Äquators und südlich ist neben den chemischen Untersuchungen ein intensives ozeanographisches Programm geplant, das einen Teil des World Ocean Circulation Experiments (WOCE) bildet. Auf dem Weg vom Äquator bis Punta Arenas werden ca. 120 Floats und Drifter ausgesetzt, die in einer bestimmten Wassertiefe driften und somit erlauben, die genauen Strömungsverhältnisse festzustellen. Der Fahrtabschnitt endet am 21. November in Südamerika in Punta Arenas, Chile.

Der zweite Fahrtabschnitt dieser Reise (ANT-XII/2) beginnt am 23. November 1994 in Punta Arenas. Im Rahmen der Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR) werden Untersuchungen am antarktischen Krill und Zooplankton an der Spitze der Antarktischen Halbinsel und bei Elephant Island durchgeführt. Diese Arbeiten werden durch biologische Untersuchungen am Benthos und Phytoplankton ergänzt. Im weiteren Verlauf dieses Abschnittes stehen logistische Aufgaben im Vordergrund. Die neue Überwinterungsmannschaft und das Sommerpersonal werden zur Neumayer-Station gebracht und die Station versorgt. Die 19 Teilnehmer an der geowissenschaftlichen European Shackleton Expedition (EUROSHACK) werden mit ihrem Expeditionsmaterial zur britischen Station Halley gebracht. Ozeanographische Messungen und Verankerungsarbeiten werden auf dem Rückweg nach Kapstadt durchgeführt, wo *Polarstern* am 3. Januar 1995 eintreffen wird.

## **2      Wissenschaftliches Programm     Fahrabschnitt Bremerhaven - Punta Arenas (ANT XII/1)**

### **2.1   Einführung**

Die wissenschaftlichen Arbeiten während der ANT XII/1-Expedition gliedern sich in physikalische und chemische Untersuchungen. Kontinuierliche Messungen in der Luft und im Oberflächenwasser werden ergänzt durch einige Stationen, an denen Proben bis zum Meeresboden genommen werden. Im Gebiet des Äquators und entlang der Fahrtroute bis in das argentinische Becken werden eine Vielzahl von Floats ausgebracht, die in einer Tiefe von ca. 800 m driften und Daten über Position, Druck und Temperatur bestimmen. Zusätzlich werden Oberflächendrifter ausgesetzt. Diese Untersuchungen sind Teil von WOCE, einem Programm zum grundlegenden Verständnis der ozeanographischen Zirkulation. Die meereschemischen Untersuchungen beinhalten die Messung sowohl von natürlichen als auch von anthropogenen Spurenstoffen. Untersuchungen über die gelösten organischen Substanzen sollen dazu beitragen, die bisherigen Kenntnisse über weite geographische Bereiche zu erweitern und möglicherweise zu generalisieren. Ähnliches gilt für die Bestimmung der halogenierten und nichthalogenierten Kohlenwasserstoffe sowie  $N_2O$ , die sowohl im Wasser als auch in der Luft bestimmt werden sollen. Insbesondere soll der Beitrag der Ozeane zum atmosphärischen Haushalt von Methylbromid bestimmt werden. Während der gesamten Reise werden Spurenmetalle im Wasser und im Aerosol untersucht. Der Eintrag von Spurenmetallen aus der Atmosphäre in das Oberflächenwasser soll während Niederschlagsereignissen in Bereich der ITCZ verfolgt werden.

In der Atmosphäre wird der Quecksilbergehalt in der Luft gemessen. Diese Untersuchungen stellen die Fortsetzung von früheren Untersuchungen dar und sollen eine Abschätzung globaler Trends ermöglichen. Die Bestimmung von Wasserstoffperoxid und Formaldehyd sowie Kohlenmonoxid und Ozon sollen weitere Aufschlüsse über die Chemie der Atmosphäre bringen, da diese Substanzen in vielfältige luftchemische Reaktionen eingebunden sind. Die Untersuchung der Verteilung von Aerosolpartikeln soll Informationen über deren Entstehung, Größen- und Konzentrationverteilung erbringen. Daten über Nukleationereignisse und über den relativen Anteil von anthropogenen und biogenen Emissionen werden gewonnen, um z.B. Modellierungen zu unterstützen.

Der überwiegende Teil der geplanten Forschungsaktivitäten ist in Programme eingebunden, die langfristige Daten liefern und somit zur Abschätzung von globalen Prozessen und Trends beitragen werden. Der voraussichtliche Fahrtverlauf ist in Abb. 1 dargestellt.

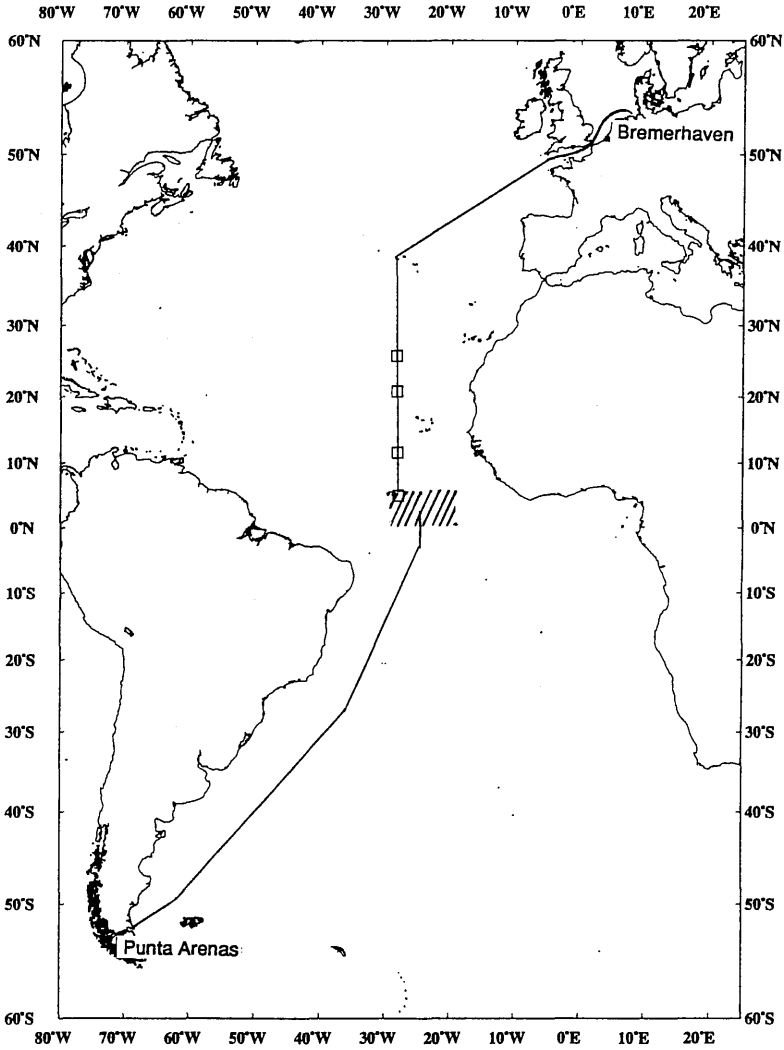


Abb. 1. Voraussichtlicher Fahrtverlauf der ANT XII/1-Reise. □ CTD-Stationen; Stationen südlich des Äquators siehe Abb. 2

## 2.2 Meeresphysikalische Untersuchungen

### 2.2.1 RAFOS-Floats im Südatlantik (IFM K)

Im Projekt "RAFOS-Floats" des IfM Kiel soll mit Hilfe von Lagrangeschen Schwebekörpern (Floats) ein Beitrag zur Erfassung der großräumigen Tiefenzirkulation des Südatlantiks geleistet werden. Ziel ist es, die Ausbreitung des Antarktischen Zwischenwassers, dessen Kernschicht sich breitenabhängig in etwa 700 bis 900 m Tiefe befindet, zu erfassen. Diese Wassermasse unterscheidet sich deutlich von dem darüber liegenden Südatlantischen Zentralwasser oder dem darunter liegenden Nordatlantischen Tiefenwasser durch ein Salzgehaltsminimum und ein Sauerstoffmaximum. Generell wird das Antarktische Zwischenwasser in den Subtropen und Tropen des Südatlantiks beobachtet. Der Bildungsort wird im Bereich des zirkumantarktischen Wasserrings vermutet.

RAFOS-Floats sind Driftkörper, die einen Mikrocomputer enthalten. Nach dem Aussetzen sinken sie bis auf eine mit Hilfe von Trimmgewichten eingestellte Tiefe. Dort führen sie täglich eine Druck- und Temperaturmessung sowie eine Positionsbestimmung durch und speichern die Daten. Nach einer vorgegebenen Missionsdauer kehren die Floats an die Meeresoberfläche zurück und setzen ihre Daten über das Satellitensystem ARGOS ab. Die Missionen können bis zu zwei Jahre dauern.

Das Kieler Floatexperiment baut auf den vorhergegangenen Expeditionen METEOR 22 (M22) und METEOR 28 (M28) auf. Während dieser Reisen wurde im Rahmen des Deep Basin Experiments, einem Unterprogramm von WOCE, ein aus 5 Schallquellen bestehendes Schallfeld aufgebaut, innerhalb dessen die RAFOS-Floats täglich Positionsbestimmungen durchführen können. Während M22 wurden 23, während M28 weitere 29 Floats ausgesetzt. Für die *Polarstern*-Reise ANT XII/1 ist die Auslegung von 45 Floats geplant. Die Auslegung einer sechsten Schallquelle im westlichen Argentinischen Becken soll das existierende Schallfeld nach Süden erweitern. Als Ergänzung zu den Kieler Floats werden im südlichen Bereich des Argentinischen Beckens, in dem keine Schallabdeckung mehr existiert, ALACE Drifter eingesetzt, die ebenfalls in etwa 800 m Tiefe frei treiben. Diese Instrumente, die freundlicherweise von Ray Peterson (Scipps Institution of Oceanography) bereitgestellt werden, tauchen alle 2 Wochen auf und werden über Satellit geortet. Die so gewonnenen Daten ergeben ein großskaliges Bild der Tiefenzirkulation. Abb. 2 zeigt Trajektorien von 15 RAFOS-Floats, den Kurs der im Mai/April durchgeführten Reise M28 mit den Aussetzpunkten von Floats, sowie die für ANT XII/1 vorgeschlagenen Aussetzpunkte der Floats, Drifter und ALACE-Floats sowie der MARVOR Floats von M. Ollitraul, IFREMER.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen eine dominierende zonale Drift des Zwischenwassers im Bereich von 25° bis 32°S mit mittleren westwärtigen Geschwindigkeiten von ca. 5 cm/s. Die von R. Davis bisher ausgelegten ALACES hingegen, lassen einen starken ostwärtigen Strom im Bereich südlich der Subtropenfront erkennen. Somit ist als Arbeitshypothese die Annahme einer bei 36°S zentrierten Rezirkulationszelle des Antarktischen Zwischenwassers naheliegend. Abgerundet werden diese Untersuchungen durch den Einsatz von etwa 45 Oberflächendriftern, die freundlicherweise von W. Krauss (Theoretische Ozeanographie, IfM Kiel) zur Verfügung gestellt werden. Die Position, der mit

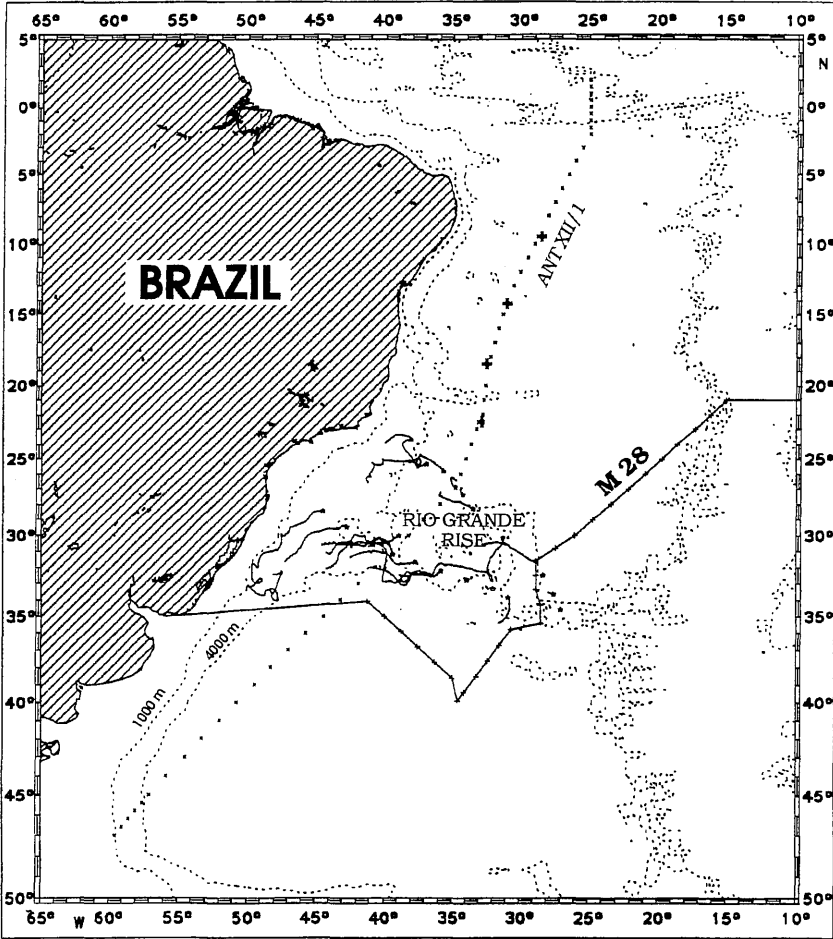


Abb. 2. Die Karte zeigt den westlichen Südatlantik mit Tiefenlinien bei 1000 und 4000 m (gestrichelte Linien). Die durchgezogenen Kurven in der Umgebung des Rio Grande Rückens beschreiben die Trajektorien der während M22 (Dez. 1992) ausgesetzten Floats. Die ostwestlich verlaufende durchgezogene Linie ist der Kurs der M28 Reise (Mai 1994), die Kreuze markieren die Aussetzpositionen von Floats. Die nordsüdlich verlaufende Folge von Kreuzen stellt die vorgeschlagenen Aussetzposition von Floats und Driftern während ANT XII/1 dar.



einem "Segel" in 100 m Tiefe ausgestatteten Drifter, kann mehrmals täglich mit Hilfe des ARGOS-Systems bestimmt werden. Bisher wurden auf verschiedensten Reisen etwa 150 Drifter im Südatlantik ausgelegt. Während dieser Reise sollen die Drifter zur Abdeckung kritischer Datenlücken eingesetzt werden.

### 2.2.2 Das SAMBA Experiment (LPO)

Die relativ neue Erkenntnis, daß ozeanische Strömungen ebenso viel Wärme von den äquatorialen Regionen in höhere Breiten transportieren wie die Atmosphäre, wodurch sie einen großen Beitrag zum klimatologischen Gleichgewicht der Erdoberfläche leisten, führte zu der Planung und schließlich zur Realisierung des World Ocean Circulation Experiments (WOCE).

Die Ziele von WOCE sind, die möglichst vollständige Beschreibung und das grundlegende Verständnis der dreidimensionalen Zirkulation des Weltozeans in einer relativ kurzen Periode (etwa 5 Jahre) mit einer zweckmäßigen, horizontalen Auflösung zu erhalten. Die Ergebnisse werden später verwendet um klimaorientierte, gekoppelte Ozean-Atmosphäre-Modelle zu entwickeln, zu verbessern und zu initialisieren. Alle im Rahmen von WOCE durchgeführten Messungen (hydrographische und geochemische Schnitte, eulersche und lagrangesche Strömungsmessungen, Gezeitenpegel und Satellitenaltimetrie) werden unterschiedliche räumliche und zeitliche Skalen erfassen und für die Untersuchung aller ozeanischen Prozesse wertvoll sein.

Während WOCE werden ca. 1000 Floats eingesetzt, um die absolute Zirkulation in verschiedenen Tiefen zu messen (die Floats des RAFOS-Typs geben die Mesoskala, ALACE's geben nur die großen Skalen). Die absolute mittlere Zirkulation in diesen Tiefen wird als Referenzgeschwindigkeit für die Invertierung hydrographischer Daten verwendet, wodurch die absolute dreidimensionale Strömung ermittelt werden kann.

SAMBA (SubAntarctic Motions in the Brazil BASin) - ein Teil des WOCE Float Programms - hat zum Ziel, die absolute Strömung des Antarktischen Zwischenwassers (AAIW) und seine nordwärtige Ausbreitung im Brasilianischen Becken zu beschreiben.

Beim SAMBA Experiment werden vor 1996 insgesamt 100 MARVOR Floats in  $800 \pm 30$  dbar Tiefe im Brasilianischen Becken mit 5-jährigen Missionen eingesetzt. Für die akustische Ortsbestimmung werden 12 Schallquellen genutzt, die schon vorhanden sind und das ganze Becken abdecken. Die Schallquellen senden entweder täglich (vom IfM Kiel, Deutschland ausgelegt) oder alle zwei Tage (von WHOI, USA ausgelegt). Es besteht die Hoffnung, daß mit den Float-Daten über 5 Jahre die absolute mittlere Zirkulation des AAIW auf räumlichen Skalen von einigen hundert Kilometern mit einigen mm/s Genauigkeit bestimmt werden kann. Die ersten 20 MARVOR Floats wurden während der SAMBA1 Forschungsfahrt mit R/V Le Suroît in der Zeit vom 18. bis 24. Februar 1994 an fünf Stellen ausgelegt. An den vier ersten Stellen im Inneren des Beckens wurden je 5 Floats ausgelegt, um mesoskalige Dispersion zu untersuchen. Am vierten Ort wurden nur vier Floats ausgelegt. Das letzte Float wurde in der Nähe der Brasilianischen Küste ausgelegt, da dort ein westlicher Randstrom vermutet wird.

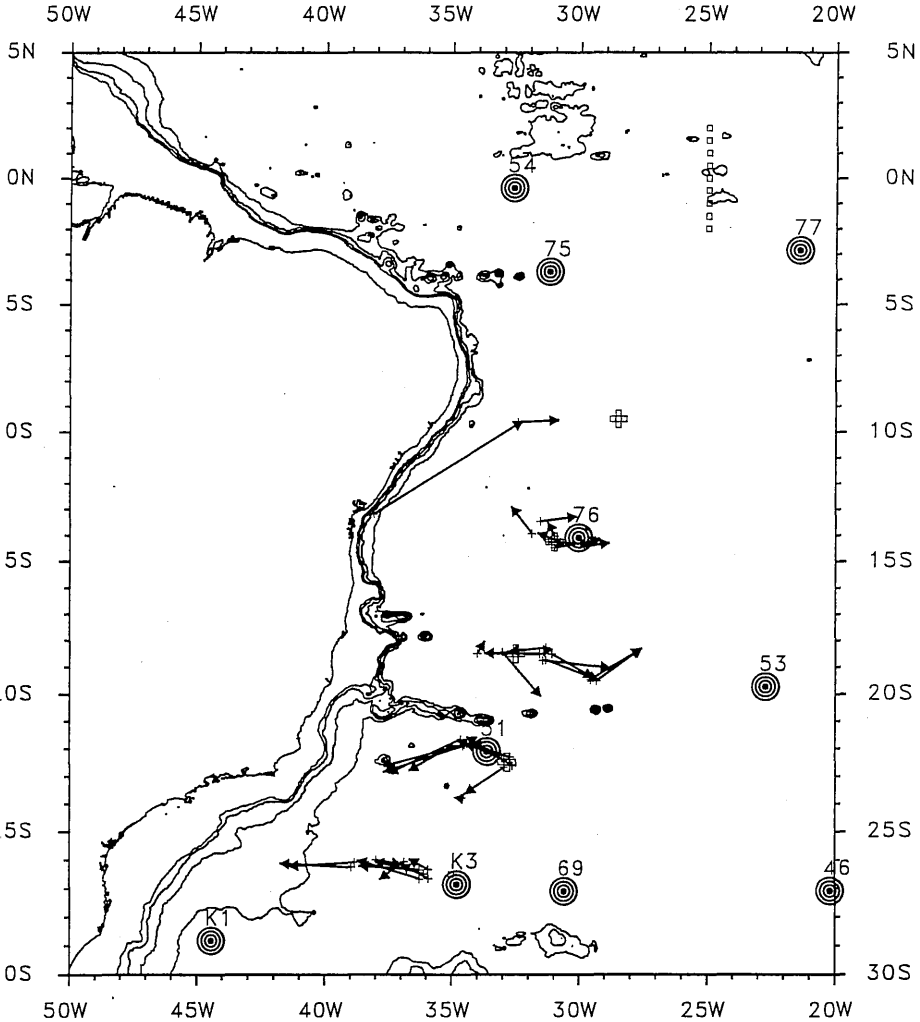


Abb. 3. Drift der MARVOR-Floats während der ersten zwei 60-Tage-Zyklen in 800 dbar Tiefe. K1 und K3 sind Schallquellen, die jeden Tag Signale senden, 46, 51, 53, 54, 69, 75, 76, und 77 Schallquellen, die jeden zweiten Tag senden. Die Quadrate zeigen die vorgeschlagenen Positionen für das Aussetzen der Floats während ANT XII/1.

Auf der Forschungsreise ANT XII/1 werden 30 weitere MARVOR Floats ausgelegt. Abb. 3 zeigt die Verlagerung der ersten zwei 60-Tage-Zyklen von den im Februar ausgelegten 20 MARVOR Floats und die geplanten Auslegepositionen für die nächsten 30 MARVOR Floats. Neun Floats sollen bei 25°W in der Nähe des Äquators ausgelegt werden, die anderen 20 Floats sollen möglichst wieder an denselben Stellen wie bei SAMBA1 ausgesetzt werden. Diese Strategie hat zum Ziel, die absolute und relative Dispersion zu untersuchen und die Stationarität zu testen.

## **2.3 Meereschemische Untersuchungen**

### **2.3.1 Die Rolle von Huminstoffen im Kreislauf gelöster mariner organischer Substanzen (AWI)**

Während der *Polarstern*-Expeditionen ARK VIII/1 und ANT X/1b wurde die Rolle, die Huminstoffe im Kreislauf der marinen gelösten organischen Materie (DOM) einnehmen, untersucht. Von besonderem Interesse dabei war der Beitrag, den die Huminstoffe zum gelösten organischen Stickstoff-Pool leisten und die Beziehung der Aminosäuren-Dynamik zu Humifizierungsprozessen. Die Ergebnisse zeigten in beiden Expeditionsgebieten die Existenz eines Pools von Huminstoffen mit relativ konstanter Zusammensetzung. Dies stimmt mit der hypothetischen Existenz eines sehr "alten" DOM-Pools überein, der einer vielschichtigen, langsamen Umwandlung im Ozean unterliegt.

Die Untersuchungen sollen auf verschiedene Regionen des Ozeans, wie oligotrophe Gebiete und Tiefseebecken während der Expedition ANT XII/1 ausgedehnt werden. Hierbei soll insbesondere der Vergleich der Zusammensetzung des partikulären und gelösten organischen Materials im Vordergrund stehen. Zudem soll der Anteil vom DOM im offenen Ozean sowie in Tiefseebecken untersucht werden, der auf terrigenes Material zurückzuführen ist. Neuere Untersuchungen, in unserem Arbeitskreis lassen vermuten, daß die Menge an Ligninderivaten höher einzustufen ist, als es gewöhnlich angenommen wird.

Während dieser Forschungsreise ist die Probennahme mit dem CTD-Wasserschöpfer-System für vier Tiefen (zwei aus der euphotischen Zone; eine bei ca. 300 m; eine Nahe dem Meeresboden; jeweils 3L/Tiefe) zur Untersuchung von Huminstoffen geplant. Die filtrierten Seewasserproben werden für die Messungen (an Land) von DOC, DON und Aminosäuren in gelöstem und partikulärem Material sowie Nährsalzen und Ligninderivaten tiefgefroren (-30°C).

Die Ultrafiltrationsmethode wird für die Bestimmung der Molekulargewichtsverteilung im DOM verwendet. Die verschiedenen Fraktionen werden an Land zusätzlich auf Aminosäuren, DOC und DON untersucht. Speziell bei den tiefen Stationen (>3000 m) werden große Probenvolumina (40 L /Tiefe; Oberfläche und Grund) mit verschiedenen XAD- Harz-Typen, für die Extraktion von Huminstoffen und DOM, benötigt. Die weitere Charakterisierung erfolgt dann später im Institut. Weiterhin wird eine kontinuierliche Extraktion von DOM aus dem Oberflächenwasser mit dem Seastar-System durchgeführt, wobei gleichzeitig partikuläres Material gesammelt wird.

Die Anzahl der Probennahmen wird von der Aufarbeitungszeit an Bord abhängig sein. Es ist geplant, ein Minimum von fünf und ein Maximum von zehn Tiefenstationen zubegeben

## **2.4 Luft- und meereschemische Untersuchungen**

### **2.4.1 Spurenmetallverteilungen in der Atmosphäre und im Wasser (AWI)**

Zur Untersuchung der Bedeutung atmosphärischer Spurenmetalleinträge in den Atlantik sollen während der Reise kontinuierlich Aerosol- und Depositionsproben genommen werden. Aufgrund der großen Bedeutung der nassen Deposition für den Spurenmetalleintrag in den Wasserkörper ist eine intensive Beprobung von Niederschlagsereignissen in der tropischen Konvergenzzone (ITCZ) vorgesehen. Durch die anschließende Analytik der Proben soll unter Berücksichtigung von Tracerelementen der Beitrag anthropogener, mariner und terrigener Quellen abgeschätzt werden. Parallel dazu sollen Oberflächenwasserproben vom Bugausleger aus gewonnen werden.

Durch die parallele Beprobung der Atmosphäre und des Wasserkörpers kann untersucht werden, ob die atmosphärischen Signale im Wasserkörper wiedergefunden werden können. Aufgrund der intensiven Niederschlagsereignisse innerhalb der ITCZ sollen dort zeitlich hochaufgelöste Beprobungen stattfinden. So sind Beprobungen des Oberflächenwassers vor und nach Niederschlagsereignissen vorgesehen. Neben der Untersuchung des Oberflächenwassers werden an einigen ausgewählten Stationen Tiefenprofile genommen, um den Verbleib der Spurenmetalle in der Wassersäule verfolgen zu können.

Zur Beprobung des Aerosols soll auf dem Peildeck ein Aerosolsammler installiert werden, der über eine Windsteuerung nur Proben gewinnt, wenn kein Einfluß durch Schiffsabgase vorhanden ist. Ebenfalls auf dem Peildeck sowie im Krähennest soll jeweils ein Totaldepositionssammler installiert werden. Diese werden ergänzt durch zwei Naßdepositionssammler zur Erfassung der nassen Spurenmetalldeposition.

Für die Probennahme von Meerwasser ist der Einsatz von Go-Flo-Schöpfern (Close-Open-Close-Schöpfer) zur Erstellung von Tiefenprofilen und der Einsatz eines Mercos-Schöpfers am Bugausleger für die Oberflächenwasserbeprobung vorgesehen.

Die auf der Reise gewonnen Proben werden im Reinraumcontainer in einem ersten Schritt für die nachfolgende Analyse mittels atomspektrometrischer Methoden im Heimatlabor aufgearbeitet. Unter diesen Reinraumbedingungen erfolgt ebenfalls die Vorbereitung der Probennahmegeräte, um schiffsbedingte Kontaminationen zu vermeiden.

#### 2.4.2 Untersuchung von halogenierten Spurenstoffen im Wasser und in der Atmosphäre (NOAA)

Die NOAA/CMDL N<sub>2</sub>O and Halocarbons Division erhielt finanzielle Förderung für eine Studie zur Ermittlung des Beitrags der Ozeane zum atmosphärischen Haushalt von Methylbromid (CH<sub>3</sub>Br). Unsere Hauptziele sind:

- die Sättigungsanomalie von Methylbromid in verschiedenen marinen Gebieten in situ zu messen, unter anderem in zentralen Ozeangebieten, Küstengewässern, und Strömungsdivergenzen, aber auch über einen größeren geographischen Breitenbereich.

- Tiefenwasserprofile von Methylbromid in und unterhalb der Mischungsschicht zu erhalten, bevorzugt bis zu einer Tiefe von mindestens 1000 m.

Weitere Ziele sind:

- Sättigungsanomalien für Methylchlorid und -jodid zu erhalten, zwei halogenierte Methane, die mit der Chemie des Methylbromids verbunden sind,
- die Untersättigung von CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub> und CCl<sub>4</sub> zu bestätigen,
- die Messung von Tiefenwasserprofilen von N<sub>2</sub>O bis zu einer Tiefe von 1000 oder 1500 m, und
- die Messung der Sättigungsanomalien anderer halogenerter und nichthalogenerter Kohlenwasserstoffe im Oberflächenwasser.

Es sind Tiefenwasserprofile von CH<sub>3</sub>Br und N<sub>2</sub>O in Intervallen von ungefähr 5 bis 10 Grad geographischer Breite vorgesehen. Oberflächenwasserproben und Luftproben werden kontinuierlich genommen. ANT XII/1 ist ideal für unsere Zwecke nicht nur durch die Abdeckung eines großen, geographischen Bereichs sondern auch durch die zeitliche Abstimmung: für die Revision des Protokolls von Montreal wird dringend eine Studie benötigt, die den marinen Beitrag zum Methylbromidhaushalt beschreibt.

CH<sub>3</sub>Br, CH<sub>3</sub>Cl, CH<sub>3</sub>I und andere halogenierte Spurengase werden mit einem Gaschromatographen/Massenspektrometer-System (GC/MS) analysiert. Darüberhinaus werden die FCKWs CFC-12, CFC-11, CFC-113, CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub>, CCl<sub>4</sub>, sowie N<sub>2</sub>O und SF<sub>6</sub> mit einem dreikanaligen gaschromatographischen ECD System (GC/ECD) kontinuierlich gemessen. Tiefenwasserprofile für N<sub>2</sub>O werden mit einem automatisierten Headspace-Sammler bestimmt, und Tiefenwasserprofile von CH<sub>3</sub>Br und CH<sub>3</sub>Cl werden mit einem einkanaligen GC/ECD System erhalten. Die N<sub>2</sub>O-Bestimmungen werden nicht mehr als je 200 ml Tiefenwasser benötigen, die Bestimmung von CH<sub>3</sub>Br/CH<sub>3</sub>Cl nicht mehr als 500 ml pro Probe, was jeweils die Spülung der Probenbehälter beinhaltet. Die Messung der FCKWs und N<sub>2</sub>O ist nunmehr Routine für unser Labor. Die Sättigungsanomalien der reaktionsarmen FCKW werden benutzt, um für physikalische Effekte wie Erwärmung oder Mischung von Wassermassen zu korrigieren, die bei reaktionsfreudigen Substanzen wie CH<sub>3</sub>Br, CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub> oder CCl<sub>4</sub> zusätzlich zu nicht physikalischen Effekten auftreten. Mit diesem Ansatz gewinnen wir außerdem Informationen über die geographische Verteilung der Substanzen in der Atmosphäre, die sehr hilfreich bei der Ermittlung von Quellstärken und Lebenszeiten sind. Tiefenwasserprofile von N<sub>2</sub>O werden gewonnen, um unsere schon existierende Datenbasis zu ergänzen, die bisher große Teile des Pazifiks und Teile des Indischen Ozeans abdeckt.

Einer der Hauptvorteile dieser Schiffsreise wird der zweite intensive Feldtest für die Benutzung eines GC/MS Systems für die Bestimmung von halogenierten Kohlenwasserstoffen auf See sein. Der Vorzug eines GC/MS Systems ist die selektive Bestimmung von Komponenten durch Messung substanzspezifischer Ionen, was störende Substanzen ausschließt, die in einer GC/ECD Messung nicht abgetrennt werden können. Mit der Verfügbarkeit von empfindlicheren und kleineren Massenspektrometern hat NOAA/CMDL dieses Instrument erfolgreich für die Bestimmung von FCKWs und anderer wenig konzentrierter und wenig elektrophiler Spurenstoffe angewandt. Das Potential für die Anwendung dieses Instruments auf die Bestimmung alter und neuer, ozeanographischer Indikatoren ist sehr vielversprechend. Wir werden die Leistung des Instruments im Hinblick auf seine Verwendung für Luft/Wasseraustausch- und ozeanographische Messungen von halogenierten Substanzen beurteilen.

Wir erwarten, daß unsere Analysen während des Transitsegments die Arbeit anderer Wissenschaftler an Bord ergänzen und umgekehrt. Das GC/MS System wird Daten für DMS und anderer Kohlenwasserstoffe aufnehmen, die von Interesse für andere Arbeiten sein können. Die Messung von schwarzem Kohlenstoff durch andere Teilnehmer wird für uns von Interesse sein, besonders im Hinblick auf Emissionen aus Biomassenverbrennung entlang der Küste von Afrika. Als Beitrag zur Nachbereitung der Reise können wir zwei Windtrajektorien pro Tag für die Schiffsreise zur Verfügung stellen und können möglicherweise Windmassenvorhersagen während der Expedition durchführen, sofern Kontakt nach Boulder möglich ist.

## **2.5 Luftchemische und -physikalische Untersuchungen**

### **2.5.1 Nord-Süd-Verteilung von Spurengasen über dem Atlantischen Ozean: Hg, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>CO, CO, O<sub>3</sub>**

Trend der globalen Quecksilberkonzentration in der Atmosphäre:

Messungen des Quecksilbergehalts in der Luft über dem Atlantik wurden von F. Slemr auf verschiedenen Forschungsschiffen durchgeführt (1977 und 1978: "*Walter Herwig*", 1979 und 1980: "*Meteor*", 1990: "*Polarstern*"). In gold- und silberbeschichteten Quarzwolle-Sammelröhrchen wurde das Quecksilber abgeschieden und anschließend mit Hilfe eines Atomabsorptions- oder Fluoreszenz-Spektrometers quantitativ nachgewiesen. Während der letzten Fahrt ergaben sich dabei mittlere Konzentrationen von  $2.25 \pm 0.41$  ng Hg m<sup>-3</sup> für den nördlichen, und  $1.50 \pm 0.30$  ng Hg m<sup>-3</sup> für den südlichen Atlantik. Das Auftreten von niedrigen CO-Konzentrationen galt dabei als Beleg, daß Messungen der Hintergrundkonzentration durchgeführt wurden. Eine statistische Auswertung der Mittelwerte aller Meßfahrten ergibt bei einem 95%igen Signifikanzniveau einen ansteigenden Trend für beide Hemisphären, jedoch mit unterschiedlichen Anstiegsraten:  $1.46 \pm 0.17\%$  /Jahr für den Nord- und  $1.17 \pm 0.16\%$  für den Südatlantik.

Neuere Messungen auf dem Wankgipfel oberhalb von Garmisch-Partenkirchen implizieren einen Rückgang der Quecksilberkonzentrationen für den Zeitraum von 1990 bis 1994, wahrscheinlich aufgrund der reduzierten wirtschaftlichen Aktivitäten in den Ländern des früheren Ostblocks. Das Ziel der geplanten Untersuchungen ist daher, die Quecksilbermessungen mit demselben Meßverfahren auf derselben

Route in der nahezu gleichen Jahreszeit zu wiederholen, um festzustellen, inwieweit die Messungen auf dem Wank für die Nordhemisphäre repräsentativ sind, und um den Trend für die Südhemisphäre zu bestimmen.

Wasserstoffperoxid- und Formaldehyd-Messungen über dem Atlantischen Ozean: Die wichtige Rolle des Wasserstoffperoxids ( $H_2O_2$ ) für die Chemie der Atmosphäre ergibt sich aufgrund seines Oxidationspotentials in der Flüssigphase sowie durch die Tatsache, daß es auch in die gas- und flüssigphasen Radikalchemie eingebunden ist. Je nach Größe der  $NO_2$  Konzentration in der Luft stellt das Wasserstoffperoxid den Hauptabbauweg der  $HO_x$ -Radikale dar. Man nimmt an, daß der Gehalt von Hydroperoxiden in der Luft von den Parametern abhängt, die das Vorhandensein von  $HO_2$  kontrollieren, wie z.B.  $O_3$ ,  $H_2O$ ,  $CO$ ,  $H_2CO$ ,  $NO_x$  und Sonnenstrahlung. Es gibt einige Veröffentlichungen von Wasserstoffperoxidmessungen über dem Atlantischen Ozean; F. Stelmr führte 1990 Messungen an Bord "Polarstern" durch. Diese Messungen mit Hilfe der enzymatischen Methode nach Lazrus et al. unterliegen aber Unsicherheiten beim Vorhandensein von organischen Peroxiden (ROOH). Da die beobachteten Konzentrationen der organischen Peroxide fast so hoch lagen wie die des Wasserstoffperoxids, sind die Unsicherheiten unserer Messungen von 1990 relativ groß. Der Peroxidgehalt zeigte eine Abhängigkeit von der geographischen Breite mit im allgemeinen höheren Mischungsverhältnissen im Bereich des Äquators (ca. 1,5 ppbv) und niedrigeren Werten polwärts (bis zu 0,1 ppbv). Diese Messungen sollen wiederholt werden, wobei sowohl ein verbessertes enzymatisches Meßgerät als auch ein Diodenlaser-Spektrometer eingesetzt werden, um die Unsicherheiten zu reduzieren.

Formaldehyd ( $H_2CO$ ) ist ein weiteres wichtiges photoaktives Spurengas in der Atmosphäre. Die Photolyse von Formaldehyd und anderen Carbonylen führt zu einer Nettoproduktion von  $HO_x$ -Radikalen. Als natürliche Quelle von Formaldehyd gelten dabei in Reinluftgebieten die Kohlenwasserstoffe, die mit OH-Radikalen und Ozon reagieren und dabei Formaldehyd und andere Aldehyde bilden. In der sonnenbeschienenen Atmosphäre ist der  $H_2CO$ -Gehalt durch die Lichtintensität und die  $HO_x$ -Radikal-Konzentration bestimmt. Messungen in sauberen Luftmassen bieten deshalb einen wichtigen Einblick in den Abbauprozess von leichten Kohlenwasserstoffen sowie Informationen über die allgemeine chemische Reaktivität der Atmosphäre. Modellberechnungen, die die photochemische Oxidation von Methan als die einzig mögliche Quelle von  $H_2CO$  berücksichtigen, sagen Mischungsverhältnisse im Bereich von 0,1 bis 0,3 ppbv voraus. Andererseits vermutet man, daß weitere 0,3 ppbv  $H_2CO$  durch Photooxidation von Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen erzeugt werden. Es wurden nur wenige Messungen der Formaldehydkonzentration über den Ozeanen durchgeführt, wobei unterschiedliche Hintergrundkonzentrationen berichtet wurden. Desweiteren wird ein leichter Tagesgang erwartet. Das Ziel der geplanten Messungen ist die Bestimmung der Hintergrundkonzentration und des Tagesgangs von Formaldehyd.  $H_2CO$  dient dabei als Leitsubstanz für andere organische Komponenten.

Es werden kontinuierliche Messungen von Wasserstoffperoxid und Formaldehyd durchgeführt, wobei zwei unterschiedliche fluorometrische Instrumente und ein Absorptionsspektrometer mit abstimmbaren Diodenlasern (TDLAS) eingesetzt werden. Das Fluoreszenzinstrument für  $H_2O_2$  erlaubt zusätzlich eine Abschätzung der Konzentration der organischen Peroxide, indem durch Zugabe von Katalase

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> zerstört wird. Mit der TDLAS-Technik wird die Absorption einer einzelnen isolierten Spektrallinie gemessen. Aufgrund der hohen spektralen Auflösung kann für unterschiedliche Spurengase eine hohe Spezifität erreicht werden. Da diese Methode nahezu frei von Querempfindlichkeiten ist, kann sie als Referenzmethode verwendet werden. Deshalb wird speziell für den ROOH-Nachweis erwartet, daß eventuell auftretende Diskrepanzen mit Hilfe des Diodenlaser-Spektrometers erklärt werden können. Für die Formaldehydmessungen konnten mögliche Querempfindlichkeiten der enzymatisch-fluorometrischen Methode gegenüber höheren Homologen identifiziert werden. Desweiteren bietet die TDLAS-Technik die Möglichkeit, bei in etwa gleicher Empfindlichkeit Messungen mit höherer Zeitauflösung durchzuführen; bei längeren Mittelungszeiten werden bessere Nachweisgrenzen erwartet. Erstmals wird ein Zwei-Komponenten-Diodenlaser-Spektrometer mit Hochfrequenzmodulation eingesetzt, um Spurengase über dem Atlantik zu bestimmen.

Zusätzlich zu Hg, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>CO werden Messungen von Ozon (O<sub>3</sub>) und Kohlenmonoxid (CO) durchgeführt. Für die Interpretation sind zusätzlich meteorologische Parameter notwendig (Temperatur von Luft und Wasser, Luftdruck, relative Feuchte, Windgeschwindigkeit und -richtung), wie sie vom integrierten Datenerfassungssystem der "Polarstern" mit Hilfe von standardmäßigen meteorologischen Instrumenten aufgenommen werden. Die oben angesprochenen Messungen können einen wichtigen Beitrag zur Aufklärung des Oxidationspotentials der Atmosphäre liefern.

## **2.5.2 Untersuchung der Quellen und Entstehungsmechanismen von marinem submicron Aerosolen (EC JRC)**

Aerosolpartikel beeinflussen die Strahlungsbilanz durch Streuung oder Absorption von Licht und dadurch, daß sie als Kondensationskerne für Wolken (CCN) dienen, wobei sie die Strahlungseigenschaften und die Lebensdauer von Wolken beeinflussen. Ob ein Partikel Licht streut oder absorbiert und ob ein Partikel in Wolkentropfen umgewandelt werden kann, hängt von seiner Größe und chemischen Zusammensetzung ab. Globale Modellrechnungen zeigen auch einen Einfluß von anthropogenen Aerosolpartikeln, jedoch enthalten diese Modelle zu viele Unsicherheiten, um den Einfluß relativ zu z.B. den Treibhausgasen berechnen zu können. Einer der wichtigsten Gründe für diese Unsicherheit ist die fehlende Kenntnis wie Aerosolgemeinschaften in dem für das Klima relevanten Bereich von 0,1-1 µm (d.h. im Akkumulationsmode) beeinflußt werden.

Einer der rätselhaften Aspekte bei der Untersuchung von marinem Aerosol ist die Kenntnis, daß das Aerosol sehr stabil in Größen- und Konzentrationsverteilung ist und eine bimodale Größenverteilung mit mittleren Durchmessern von 0,06 (Nukleationsmode) und 0,2 µm (Akkumulationsmode) mit einer Standardabweichung von unter 1,5 besitzt. Das läßt den Schluß zu, daß der kontinuierliche Verlust durch nasse und trockene Deposition durch eine gleich große Quelle ausgeglichen wird.

Mehrere Hypothesen sind in der Literatur angegeben in Bezug auf die Herkunft neuer Aerosolpartikel und CCN. Hegg et al. (1992) betonen die zeitliche und räumliche episodische Natur der Nukleation aufgrund ihrer kritischen Abhängigkeit



von einer Anzahl von Umweltbedingungen wie relative Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Konzentration von kernbildenden Spezies ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) in der Gasphase. Nukleation erscheint abhängig von einer Vielzahl von recht spezifischen Ereignissen wie die Nähe von Wolken, Vermischen mit  $\text{SO}_2$  oder Auswaschen von vorher vorhandenem Aerosol durch Niederschläge. Diese Ereignisse führen zu Ausbrüchen von neuen Partikeln in Konzentrationen bis zu  $1000\text{-}10000\text{ cm}^{-3}$ , die durch horizontale Vermischung eine Hintergrundkonzentration von einigen 100 Aerosolpartikeln pro  $\text{cm}^{-3}$  aufrechterhalten würden.

Im Gegensatz zu der sporadischen Nukleation in der marinen Grenzschicht (MBL) hat Clarke (1992) eine Nukleation beobachtet, die quasi kontinuierlich und in großen räumlichen Skalen in der oberen Troposphäre abläuft. Eigene Modellrechnungen haben gezeigt, daß die obere Troposphäre tatsächlich ein idealer Ort für die Kernbildung ist. Das liegt an der Verfügbarkeit von  $\text{SO}_2$  und DMS, das durch advektive Wolken nach oben gepumpt wird, sowie an der großen photochemischen Aktivität, den niedrigen Temperaturen und dem Entfernen von vorhandenen Aerosolen durch Niederschläge in den konvektiven Wolken (Raes et al., 1993). Weiterhin haben wir die Hypothese entwickelt, daß diese neuen Partikel während ihres langsamen Absinkens aus der oberen Troposphäre in die subtropische (oder polare) Grenzschicht in den Nukleationsmode übergehen können ( $0.01\text{-}0.1\ \mu\text{m}$ ). Einträge von diesen Aerosolen von der freien Troposphäre in die MBL könnten dann ein Mechanismus sein, der die in der MBL beobachteten Mengen an CN und CCN (aktiv in Schichtwolken) erklären würde sowie die geringe Variabilität (Raes, 1994). Dieser Mechanismus erklärt auch die langen Zeiten, die notwendig sind, um CCN aus DMS über den  $\text{SO}_2$ -Weg zu erhalten.

Keine der oben genannten Hypothesen ist ausreichend empirisch bestätigt. Die Einflüsse von Wolken, Niederschlägen und Eintrag, neben anderen Prozessen, auf Partikelproduktion und -wachstum sowie die chemischen Mechanismen der Umwandlung von DMS zu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  benötigen weitere Untersuchungen. Die Nukleation muß in Feldmessungen untersucht werden, und das Wachstum und die Verdünnung der Aerosole kann am besten in der Lagrangeschen Betrachtungsweise verfolgt werden, beide innerhalb und außerhalb der Grenzschicht.

Die Ziele dieser Untersuchungen sind:

- Sammeln eines ersten ausführlichen Datensatzes über Nukleationsereignisse (und der dazugehörigen meteorologischen Bedingungen) über dem Atlantischen Ozean,
- Untersuchungen über den relativen Anteil von anthropogene und biogenen Emissionen auf die physiko-chemischen Eigenschaften (besonders bei den CCN-Konzentrationen),
- Testen der Hypothese zur Partikelbildung in der oberen Troposphäre, wenn das Schiff in die absinkenden Luftmassen zwischen der ITCZ und den Subtropen kommt,
- Messung der DMS-Konzentrationen, seiner Vorläufer im Wasser und seiner Oxidationsprodukte in der Gas- und Aerosolphase,
- Messung und Verfolgen der Ruß-Konzentrationen von industriellen Emissionen und Biomasseverbrennungen, um unsere MOGUNTIA-CARBON-Modellierungen zu unterstützen,

- Untersuchung der chemischen Wege zur Bildung von Sulphaten aus DMS, insbesondere in Hinblick auf die Bildung ohne SO<sub>2</sub>-Zwischenschritt (Bandy et al., 1992).

Meßprogramm:

- Aerosolgrößenverteilung im Bereich von 3 nm - 1 µm
- Gesamtaerosol-Konzentration > 15 nm
- Aerosol-Filterproben für Gesamtaerosol (Messung mit IC)
- Aerosol-Filterproben für PIXE-Elementanalysen
- SO<sub>2</sub> (6-12 Std. Zeitauflösung) mit imprägnierten Filtern
- Ruß als Tracer für kontinentale Luftmassen
- Kontinuierliche NO<sub>x</sub>-Messung (?)
- Probennahme für organische Säuren
- DMS in Wasser (und Luft ?)

### **3. Wissenschaftliches Programm Fahrtabschnitt Punta Arenas - Kapstadt (ANT-XII/2)**

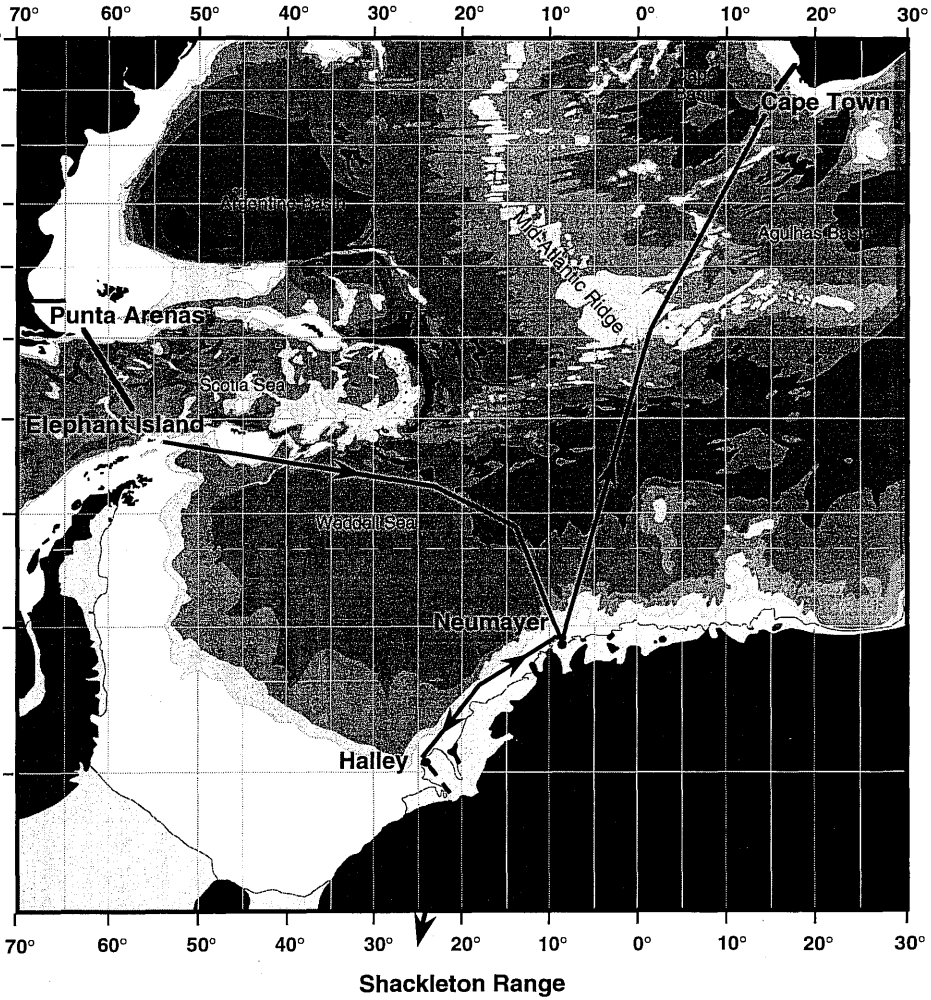
#### **3.1 Einführung**

Im Vordergrund des Fahrtabschnittes ANT-XII/2, der am 23. November 1994 in Punta Arenas, Chile beginnt, stehen - neben dem wissenschaftlichen Programm auf See - logistische Arbeiten bei der Neumayer-Station und der britischen Station Halley. Zunächst werden über ca. 8-10 Tage bei Elephant Island (Abb. 4) und King George Island Untersuchungen zum Krillbestand und Zooplankton im Rahmen der "Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources" (CCAMLR) durchgeführt werden. Die biologischen Arbeiten werden ergänzt durch ökologische und taxonomische Untersuchungen am Crustaceen-Benthos, zur Taxonomie der Meeres-Ciliaten und der Auswirkung der UV-Strahlung auf das antarktische Phytoplankton. Von Elephant Island führt die Fahrtroute am Eisrand entlang direkt zur Neumayer-Station. Hier werden die neue Überwinterungsmannschaft und die Sommergäste abgesetzt sowie die Versorgung der Station durchgeführt. Im Zentrum der Sommerarbeiten an der Neumayer-Station steht die Errichtung des neuen Labors für luftchemische Dauerbeobachtungen. Anschließend wird die britische Station Halley angelaufen, um die Teilnehmer der "European Expedition to the Shackleton Range" (EUROSHACK) mit ihrer Ausrüstung an Land zu setzen. FS *Polarstern* wird von hier nach Neumayer zurücklaufen, die Station entsorgen und noch vor Weihnachten mit Kurs auf Kapstadt ablaufen. Während der gesamten Transitfahrten werden kontinuierlich Messungen zur physikalischen Ozeanographie durchgeführt werden. Auf dem Rückweg nach Kapstadt, wo FS *Polarstern* am 3. Januar 1995 zurückerwartet wird, werden am nördlichen Rand des Weddellwibels Verankerungsarbeiten durchgeführt werden.

#### **3.2 Biologische Untersuchungen**

##### **3.2.1 Variabilität der Krill- und Zooplanktonbestände im Gebiet der Antarktischen Halbinsel (BFA)**

Seit 1977 werden im Gebiet der Süd-Shetland-Inseln im internationalen Rahmen regelmäßige Untersuchungen über den Krillbestand durchgeführt. Dieses Gebiet hat nicht nur für die biologischen Untersuchungen eine historische Bedeutung, sondern spielt auch wegen der hohen Krillkonzentrationen für die kommerzielle Krillfischerei eine große Rolle. In den Sommermonaten findet die Fischerei überwiegend in diesem relativ eng begrenzten Areal statt. Gleichzeitig leben besonders in diesem Seegebiet große Mengen an marinen Säugern und Pinguinen, die auf den Krill als Nahrungsgrundlage angewiesen sind. Somit tritt die kommerzielle Fischerei als potentieller Konkurrent um die Krillressourcen auf. Im Rahmen von CCAMLR (Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources) beschäftigen sich verschiedene Arbeitsgruppen einerseits mit landgestützten Untersuchungen der Robben- und Pinguinkolonien, andererseits werden durch Forschungsaktivitäten auf See die Krillbestände in ihrer Zusammensetzung untersucht. Die Ergebnisse beider Forschungsvorhaben sollen es ermöglichen, Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Gliedern der Nahrungskette zu beschreiben und auftretende Fluktuationen der Bestände aufzuzeigen sowie deren Ursachen zu



**Abb. 4:** Geplante Fahrtroute und Arbeitsgebiete - Elephant Island - Neumayer - Halley - Shackleton Range - während der *Polarstern*-Reise ANT-XII/2.

erklären. Diese Erkenntnisse sind notwendig für eine Beurteilung der natürlichen und fischereibedingten Einflüsse auf die Entwicklung der Bestände und einem daraus resultierenden Management der Fischerei.

Während der *Polarstern* Reise ANT-XII/2 plant das Institut für Seefischerei Untersuchungen am antarktischen Krill und Zooplankton. Das Stationsnetz um Elephant Island ist seit vielen Jahren etabliert und besteht aus maximal 91 Standardstationen (Abb. 5). Diese werden mit dem großflächigen RMT-Planktonnetz routinemäßig abgearbeitet, wobei die Fangtiefe sich auf den Tiefenbereich 0 bis 200 m beschränkt. Dieses entspricht der zu erwartenden vertikalen Verbreitung des Krill.

Die Untersuchungen beinhalten die Analyse der Krill Bestandszusammensetzung, Abschätzung der Häufigkeit, Zustand der Reifeentwicklung, Überlebensrate der heranwachsenden Altersgruppen und der Langzeitvergleich der Bestandsentwicklung mit Daten früherer Jahre. Hierfür sind sowohl Untersuchungen der konservierten Planktonproben als auch Lebenduntersuchungen durch Laborhaltung not-

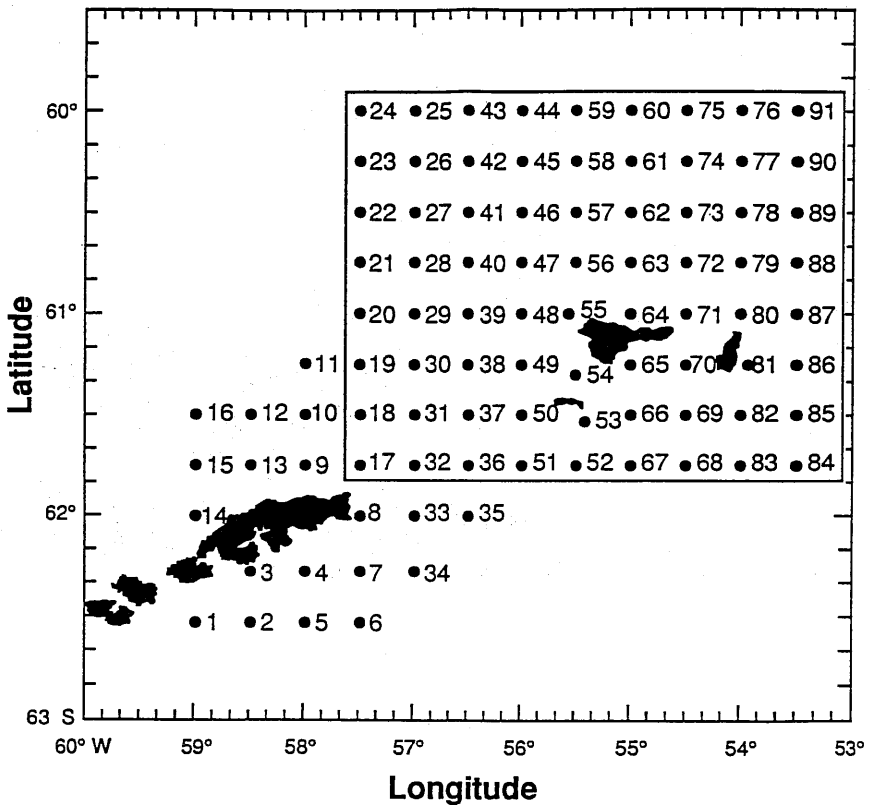


Abb. 5: Geplantes Stationsnetz für Krill- und Planktonuntersuchungen, ANT-XII/2

wendig. Die Ergebnisse dieser Reise werden zusammen mit japanischen, koreanischen und US-amerikanischen Daten ausgewertet werden, die im Anschluß an die *Polarstern*-Aktivitäten im selben Gebiet zwischen Dezember 1994 und März 1995 gesammelt werden.

Weitere Analysen beschäftigen sich mit der Entwicklung der Salpenkonzentrationen im Seegebiet, die eventuell als Nahrungskonkurrenten des Krill auftreten. Hierzu sind Abschätzungen der Salpen-Biomasse und die Messung ihrer Wachstums- und Vermehrungsrate notwendig. Schließlich sollen die Planktonproben bis auf das Artniveau bestimmt werden, um Informationen über die Diversität der Gemeinschaften zu erhalten sowie über eventuelle Fluktuationen über die Jahre. Die Variabilität von Umweltparametern und ihr Einfluß auf die Biologie der Zooplanktongemeinschaften wird dabei in die Analyse einbezogen.

### **3.2.2 Taxonomie, Ökologie und Biologie von Cumacea (Crustacea) und Pantopoda (ZIH).**

Die beiden Krebsgruppen Cumacea und Mysidacea sind auf Grund der teilweise hyperbenthischen Lebensweise ihrer Vertreter und der damit verbundenen Probleme bei der Probennahme in antarktischen Gewässern bisher nur unzureichend untersucht. Einführende Untersuchungen der beiden Gruppen haben gezeigt, daß neben der Taxonomie und Zoogeographie, die Entwicklungs-, Reifungs- und Verbreitungsbiologie kaum bekannt sind.

Im Bereich von Elephant Island, dem nördlichen Teil der Bransfield-Straße und vor den Stationen Neumayer und Halley Bay sollen ausgewählte Arten der Cumacea und Mysidacea von Hart- und Weichböden gesammelt werden. Auf Weichböden soll vor allem nach Jungstadien dieser Krebsgruppen gesucht werden. Dazu werden die Proben über feineren Sieben (0,3 mm Maschenweite) als bisher üblich angereichert. Ziel ist die Beschreibung der einzelnen Entwicklungsstadien der Arten und die sichere taxonomische Eingliederung der Jugendstadien. Die Beprobung von Hartsubstraten wird mittels Epibenthos-Fangmethoden erfolgen. Bisher selten angetroffene Arten werden auf diesem Untergrund erwartet, so daß bei ausreichendem Material weitergehende Aussagen zur Biologie dieser Arten erarbeitet werden können. Alle gefundenen Erkenntnisse sollen in einer Monographie über die Krebsgruppe der Cumacea Niederschlag finden.

Pantopoden sind in der Antarktis weitverbreitete Benthosbewohner, deren wissenschaftliche Bearbeitung bisher hauptsächlich in taxonomischer und systematischer Hinsicht erfolgte. Lebendbeobachtungen, verhaltensbiologische Versuche und Untersuchungen zur Ökologie sollen daher im Mittelpunkt des Arbeitsprogrammes an Bord FS *Polarstern* stehen. Dabei werden das Sediment in Verbindung mit weiteren abiotischen Faktoren untersucht und die Pantopoden in den Tiergemeinschaften des Benthos näher betrachtet. Zur Zeit wird eine Monographie der Familie *Colossendeidae* angefertigt. In diesem Zusammenhang soll weiteres Sammlungsmaterial gewonnen und die Tatsache näher betrachtet werden, aus welchen Gründen noch nie Larvenstadien oder eiertragende Individuen der Gattung *Colossendeis* gefunden wurden.

### **3.2.3 Antarktische Ciliaten (Protozoa) im Meerwasser und Meereis (ZIB).**

Meereis gefriert als System salzlaugengefüllter Kapillaren, in denen eine Biozönose aus Bakterien, Protozoen, Algen und Metazoen lebt. Im Verlauf der *Polarstern*-Reise ANT-X/3 ("Frühling im Eis", 1992) wurde eine ökologische und taxonomische Bestandsaufnahme der Meereisciliaten zu Beginn des antarktischen Winters in neu entstandenem Eis und in der freien Wassersäule durchgeführt. Hierbei zeigte sich, daß unter den Protozoen im Eis die Ciliaten nach Art- und Individuenzahl dominieren. Im freien Wasser waren Ciliaten hingegen nur ausnahmsweise vertreten. Es ist zu erwarten, daß zum Ende des antarktischen Winters die Besiedlung des Eises ihren Höhepunkt erreicht.

Während der *Polarstern*-Reise ANT-XII/2 soll daher zu diesem Zeitpunkt eine Bestandsaufnahme der Ciliaten-Zönose erfolgen. Parallel dazu wird auch die freie Wassersäule beprobt.

Das Hauptziel der Untersuchungen wird eine taxonomische Bearbeitung der Ciliaten sein. Dazu sind detaillierte Lebendbeobachtungen notwendig. Diese *in vivo* Untersuchungen werden durch verschiedene Versilberungsverfahren zur Darstellung der Infraciliatur und des Silberliniensystems ergänzt. Soweit möglich, sollen auch autökologische Daten (z.B. Nahrungsspektrum, Vertikalverteilung, Biomasse) der einzelnen Arten erfaßt werden. Zur Klärung spezieller morphogenetischer, cytologischer und physiologischer Fragestellungen, sollen einzelne Arten in Kultur genommen werden.

### **3.2.4 Wirkung der UV-A- und UV-B-Strahlung auf die Pigmente und den <sup>15</sup>N-Einbau in die Aminosäuren von antarktischem Phytoplankton (BIF)**

Das Auftreten des "Ozonlochs" über der Antarktis und der in neuerer Zeit beobachtete Ozonabbau über der Nordhalbkugel haben dazu geführt, daß die Untersuchungen der Wirkung von UV-Strahlung auf das aquatische Ökosystem im Vordergrund stehen. So wurde der Einfluß des UV-Anteils der Sonnenstrahlung unter Freilandbedingungen und die UV-B-Strahlung mit künstlichen Lichtquellen im Labor auf das marine Phytoplankton der Antarktis und gemäßigten Zone von einigen Arbeitsgruppen untersucht. Im Rahmen unseres Forschungsprogrammes ist der Einfluß der UV-Strahlung verschiedener Wellenlängenbereiche unter Verwendung von Kantenfiltern auf die Aufnahmeraten <sup>15</sup>N-markierter anorganischer Stickstoffverbindungen und teilweise der <sup>15</sup>N-Einbau in die Aminosäuren antarktischer Phytoplanktonpopulationen während vorausgegangener vier *Polarstern*-Fahrten erfaßt worden. Nunmehr ist vorgesehen, die Wirkung von UV-A und UV-B auf die Pigmente und das Aminosäuremuster des antarktischen Phytoplanktons verschiedener Stationen zu untersuchen. Dazu werden spezielle UV-Lampen der Fa. Philips eingesetzt. Außerdem sollen die Phytoplanktonproben der natürlichen Sonnenstrahlung an Deck des Schiffes ausgesetzt werden. Ziel der Untersuchungen ist es, Informationen über das Ausmaß der Schäden durch UV-A und UV-B zu erhalten, um genauere Aussagen über die Auswirkungen auf das aquatische Ökosystem machen zu können.

Im Anschluß an die *Polarstern*-Fahrt ist geplant, die Wirkung der UV-A- und UV-B-Strahlung, getrennt und in Kombination, auf die einzelnen Pigmente und die Assimilation von  $^{15}\text{N}$ -Ammonium und  $^{15}\text{N}$ -Nitrat weiterhin im Frankfurter Labor zu bearbeiten. Dabei sollen natürliche Phytoplanktonproben und die aus diesen Proben isolierten Unialgalkulturen eingesetzt werden. Für die Trennung und Analyse der Pigmente und Aminosäuren wird die HPLC-Technik benutzt. Das Vorhandensein von UV-schützenden Systemen, z.B. mycosporin-ähnlichen Aminosäuren, die bei antarktischen Phytoplanktonarten eine Schutzfunktion ausüben können, wird ebenfalls geprüft. Das art- und stadienspezifische Verhalten mehrerer antarktischer Phytoplanktonarten gegenüber der UV-Strahlung verschiedener Wellenlängenbereiche ist Gegenstand einer weiteren detaillierten Untersuchung. Die UV-Effekte sollen auch nach längeren Bestrahlungsperioden auf das Wachstum, die Zellinhaltsstoffe und den Stickstoffmetabolismus bestimmt werden.

### **3.3 Physikalische Ozeanographie**

#### **3.3.1 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 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.

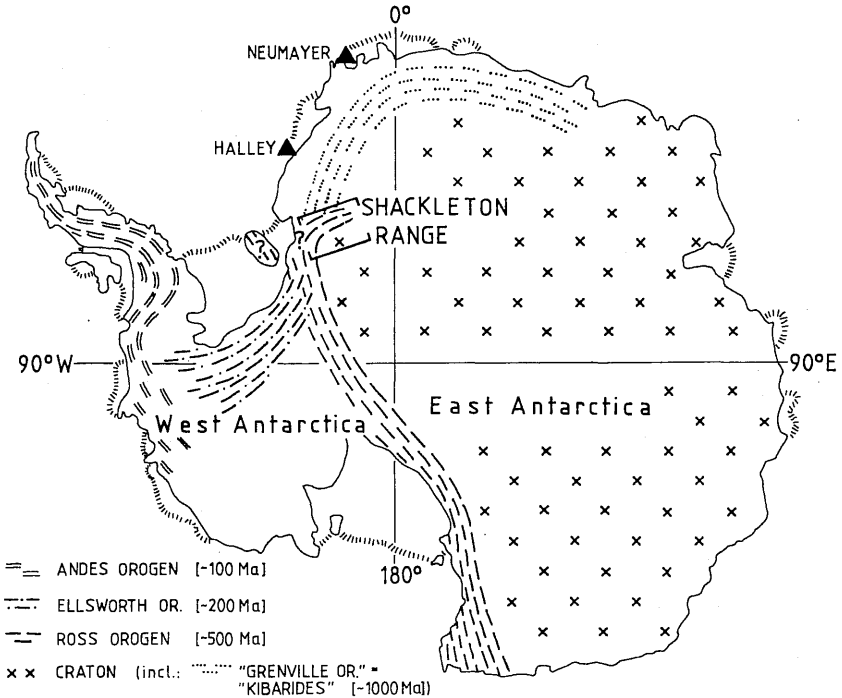
Die Messungen in der Deckschicht sollen vom fahrenden Schiff aus mit einem Thermo-salinographen erfolgen. Zusätzlich werden XBT-Sonden (Expendable Bathythermograph) zur Messung von Temperaturprofilen und ein ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) zur Messung von Strömungsprofilen vom fahrenden Schiff aus verwendet. Auf Stationen wird eine CTD-Sonde (conductivity, temperature, depth) mit Kranzwasserschöpfer zur Temperatur- und Salzgehaltsmessung eingesetzt 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.



### 3.4 EUROSHACK - European Expedition to the Shackleton Range

Das Gebirge der Shackleton-Range nimmt eine besondere geologische Schlüsselposition in der Antarktis ein. Die strukturelle Orientierung des Gebirges, rechtwinklig zum Transantarktischen Gebirge, hat die Geologen seit seiner Entdeckung beschäftigt.



**Abb. 6:** Die Schlüsselstellung der Shackleton Range in der Geologie der Antarktis.

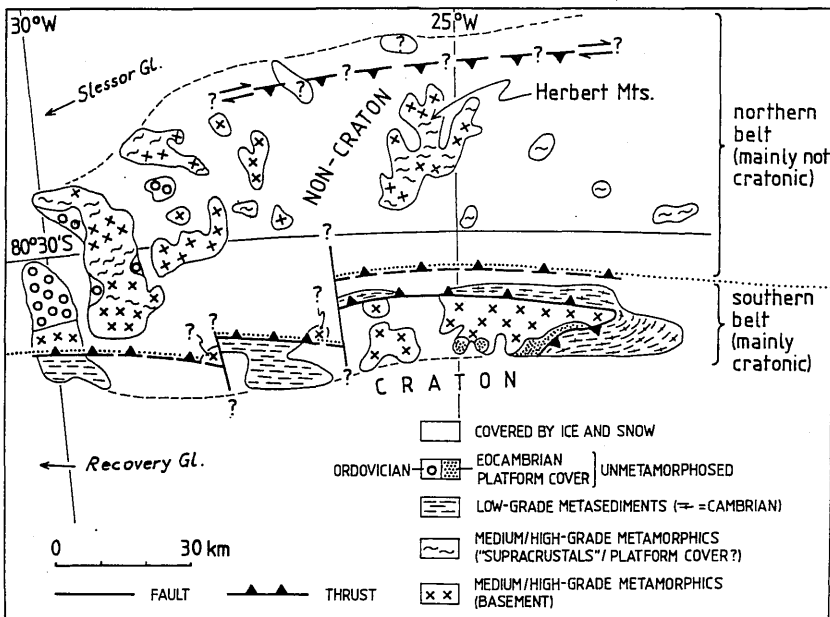
Die Lage der Shackleton Range (Abb. 6) am Rande des ostantarktischen Kratons zwischen der Mobilzone des Transantarktischen Gebirges und der stabilen Plattform des Königin-Maud-Landes und ihr geologischer Aufbau kann Beiträge leisten

- für das Verständnis des pazifischen Randes des antarktischen Kratons im Paläozoikum,
- für die Unterscheidung zwischen Kollisions- und Subduktions-Tektonik an einem alten Kontinentalrand,
- für die Diskussion der Beziehung zwischen West- und Ostantarktis,
- für die Stützung oder Ablehnung der SWEAT-Hypothese, die davon ausgeht, daß in der geologischen Vergangenheit eine direkte Verbindung zwischen Nordamerika und der Antarktis bestanden hat;

- für die Frage nach der "Geburt" von Gondwana durch die Gewinnung von Daten zum kritischen "1000 Ma"-Ereignis;
- für die Untersuchung der blocktektonischen Bewegungen in Zusammenhang mit der Öffnung des Weddellmeeres mittels regionaler Geologie und Aeromagnetik.

Die wissenschaftlichen Ziele der Expedition wurden während eines Arbeitstreffens 1990 in Hannover erarbeitet, als sich 29 Wissenschaftler aus Deutschland, England und Russland zu einer Diskussion der Geologie der Shackleton Range trafen. Es wurde dabei beschlossen, eine europäische Expedition durchzuführen, die eine Klärung der unterschiedlichen geologischen Interpretationen und einiger weiterer, während des Arbeitstreffens angesprochener Probleme zum Ziel haben sollte.

Die sogenannte SWEAT-Hypothese (Southwest US-East Antarctica Connection) besagt, daß die Shackleton Range einen der Angelpunkte in der frühen geologischen Rekonstruktion der Kontinente bildet und eine mögliche Verlängerung des nordamerikanischen Grenville Orogens darstellen könnte. Die Diskussion der SWEAT-Hypothese hat deutlich gemacht, daß nach drei Jahrzehnten Arbeit an der



**Abb. 7:** Geologische Kartenskizze der Shackleton Range mit dem Hauptarbeitsgebiet in den Herbert-Mountains - wo das Basislager eingerichtet werden wird - des nicht-kratonischen "Northern Belt". Angedeutet sind die Hauptfragen von EUROSHACK: nordgerichtete Überschiebung? oder Linksseitenverschiebung?; Verhältnis des "Basement" zum sogenannten "Supracrustal"?

Rekonstruktion des Superkontinentes Gondwana und seines zunehmenden Zerfalles fast nichts darüber bekannt ist, wie der Kontinent denn entstanden ist! Um die hochgradig metamorphen Grenville-Gürtel in ihrer genauen Lage innerhalb Gondwanas einordnen zu können, sind kinematische Analysen in den fraglichen Gebieten, besonders in der Shackleton Range, notwendig und eine Voraussetzung für jede zusammenfassende Interpretation.

Die Ergebnisse der GEISHA-Expedition 1987/88 haben gezeigt, daß der südliche Teil der Shackleton Range, die Read Mountains, während der paläozoischen Ross-Orogenese (vor 500 Ma) deformiert wurden, obwohl er Schiefer aus älteren Gesteinen enthält und teilweise auf älterer präkambrischer Unterlage ruht.

Die tektonische Situation des nördlichen Teiles der Shackleton Range ist jedoch in weiten Teilen unklar. Er enthält eine Abfolge von supra- und infrakrustalen Gesteinen mit unterschiedlicher P-T-Geschichte und Deformation, die vielleicht einen wesentlichen Beitrag zu den offenen Fragen leisten können, z.B. zur Frage des Überganges in den alten Kraton, zum Vorhandensein des "1000-Ma"-Ereignisses und eventuell zur älteren Geschichte Gondwanas und der Gondwana-Grenville Zerfallsgeschichte.

Dieses Gebiet ist daher eines der Hauptarbeitsziele der Expedition. Es ist geplant, daß die komplexen Fragen durch gemeinschaftliche, multi-disziplinäre Untersuchungen (strukturell-petrologisch-geochemisch-geochronologisch) auf ausgewählten Profilschnitten durchgeführt werden sollen. Nachdem die wesentlichen Gesteinseinheiten schon früher erfaßt worden sind, liegt der Schwerpunkt dieser Expedition auf detaillierteren Untersuchungen. Die verschiedenen Beiträge zu den wesentlichen Fragen sind nachfolgend ausgeführt, ebenso wie die Untersuchungen an den weniger deformierten Sedimenten, die die jüngere geologischen Geschichte beschreiben.

#### **3.4.1 Fossilführung und Biostratigraphie jungproterozoischer und altpaläozoischer Sedimente und Metasedimente der Shackleton Range (UNP).**

Die Erfassung und biostratigraphische Bewertung von fossilem Plankton (insbesondere von Acritarchen) ist zu einer wichtigen Methode bei der Untersuchung präkambrischer und altpaläozoischer Sedimente geworden. Die Auffindung von biostratigraphisch nutzbaren Acritarchen-Gesellschaften in den sonst oft fossilereichen Sedimentfolgen des Präkambriums kann unter geeigneten Bedingungen physikalische Altersdaten wirkungsvoll ergänzen. Es ist daher vorgesehen, mikropaläontologische Fragestellungen und Methoden in die komplexen Untersuchungen zur Klärung der geologischen Geschichte der Shackleton Range während des jüngeren Proterozoikums und des unteren Paläozoikums einzubeziehen.

Den wissenschaftlichen Hintergrund der geplanten Feldarbeiten bilden verschiedentlich publizierte Befunde zur Existenz jungproterozoischer und altpaläozoischer Mikro- und/oder Makrofossilgesellschaften in Sedimentfolgen der Shackleton Range, sowie umfangreiche palynologische Voruntersuchungen an noch vorhandenem Probenmaterial früherer Expeditionen aus diesem Gebiet. Dabei konnte insbesondere der Nachweis jung-proterozoischer Mikrofossilgesellschaften in

verschiedenen Feinsedimenten, besonders in Siltsteinen, aus der Shackleton Range erbracht werden. Ziel dieser Vorarbeiten war die Suche nach biostratigraphisch verwertbaren Acritarchenformen, die zur Aufhellung des geologischen Geschehens während des jüngeren Proterozoikums in dieser Region beitragen können. Das dazu untersuchte Probenmaterial bestand jedoch wesentlich aus Restproben (Sammlung der BGR Hannover und der Universität Erlangen), die weder nach Umfang des Materials noch in Hinblick auf die erforderliche Vollständigkeit der fraglichen Profile zu einer abschließenden Bewertung der biostratigraphischen Gegebenheiten in der Region ausreichend waren.

Hauptziel der bevorstehenden Feldsaison 1994/95 in der Shackleton Range wird daher neben dem Studium der spezifischen Aufschlußverhältnisse die Bergung möglichst vollständiger Probenserien aus den bereits untersuchten Profilen (insbesondere der Aufschlüsse Nicol Crags, Mount Wegener und Mount Greenfield) sowie die Suche nach möglicherweise noch nicht bekannten Aufschlüssen von Sedimentfolgen mit eventuell besserem Erhaltungszustand der enthaltenen Mikrofossilien sein.

Zusätzlich ist die Beprobung der altpaläozoischen Sedimentfolgen im Westteil der Shackleton Range (Kambrium bis Ordovizium) für palynologische Untersuchungen vorgesehen. Die zu erwartenden biostratigraphischen Daten aus Acritarchenfunden sollen zu einem verbesserten Verständnis der altpaläozoischen Ereignisse in dieser Schlüsselregion Gondwanas beitragen.

### **3.4.2 Untersuchungen an klastischen Meta-Sedimenten (BGR)**

Die für die EUROSHACK-Expedition geplanten Forschungsschwerpunkte knüpfen an zur Zeit laufende Arbeiten über niedriggradige Turbiditserien aus Nord-Viktoria-Land (NVL), Antarktis an. Durch geochemische und isotopechemische Untersuchungen an grobklastischen Sedimentserien aus verschiedenen Gebieten der Shackleton Range sollen Kriterien erarbeitet werden, die eine stoffliche Charakterisierung der Liefergebiete der Sedimente sowie eine geotektonische Ansprache der Ablagerungsräume der klastischen Serien erlauben. Weiterhin sollen aus geeigneten (d.h. nicht-metamorphen bis sehr niedriggradig metamorphen) Gesteinsserien detritische Minerale wie Muskovit und Zirkon datiert werden. Diese geochronologischen Daten sind erforderlich, um die Altersstruktur der Liefergebiete zu entschlüsseln.

Die mit diesen Untersuchungsmethoden an (Meta-) Sedimentserien aus unterschiedlichen Vorkommen und mit z.T. unterschiedlicher stratigraphischer Einstufung zu gewinnenden Daten können wichtige Informationen liefern über die geotektonische Entwicklung des Basementkristallin und seiner (meta)sedimentären Hüllserien für den Zeitraum vom späten Proterozoikum bis zum frühen Paläozoikum. Ziel der geplanten Untersuchungen ist es, aus den zu erarbeitenden geochemischen, isotopechemischen und geochronologischen Daten der klastischen Sedimentserien Rahmenbedingungen für plattentektonische Modelle abzuleiten, die einem besseren geologischen Verständnis der Shackleton Range am atlantischen Ende des Transantarktischen Gebirges dienen.

Die Untersuchungen sollen - methodisch bedingt - schwerpunktmäßig an nicht-metamorphen bis sehr niedriggradig metamorphen klastischen Sedimentserien durchgeführt werden. Für derartige Untersuchungen bieten sich in der Shackleton Range (SR) drei Gebiete an:

(1) Die Vorkommen der sehr niedrig- bis niedriggradig metamorphen Mount-Wegener-, Stephenson-Bastion- und Wyeth-Heights-Formationen. Diese drei Gesteinseinheiten, die als Decke(n) mit tektonischem Kontakt dem proterozoischen Basementkristallin der Read Gruppe in der südöstlichen Shackleton Range auflagern, waren - wegen ihres vergleichbaren lithologischen Stoffbestands und der engen räumlichen Vergesellschaftung - ehemals in der "Turnpike Gruppe" zusammengefaßt worden. Neuere radiometrische Altersbestimmungen an Gesteinen der drei Einheiten belegen aber, daß die stratigrafische Einstufung ins untere Kambrium, die für die Mount-Wegener-Formation vorgenommen werden konnte, nicht auf die beiden anderen Formationen übertragen werden darf. So sprechen die radiometrischen Alterswerte für die Stephenson-Bastion-Formation mit max. ca. 1250 Ma für ein mittelproterozoisches Edukaltar, während die Altersdaten für die Mount-Wegener-Formation mit 561 Ma (Rb-Sr) bis 490 Ma (K-Ar) im Einklang stehen mit der o.g. stratigrafischen Einstufung. Neben den oben beschriebenen Forschungsziele könnten mit den geplanten Arbeiten auch die Beziehungen der drei Formationen zueinander (z.B. zeitliche Abfolge, ursprüngliche räumliche Beziehungen) untersucht werden.

(2) Bei der unmetamorphen Einheit der Watts-Needle-Formation handelt es sich um eine Serie von grobklastischen, karbonatischen und feinklastischen Sedimenten, die mit ungestörtem sedimentärem Kontakt dem Basementkristallin der Read-Gruppe auflagern. Allgemein werden die klastischen Anteile dieser Formation als Abtragungsschutt (Molasse) der Read-Gruppe erachtet. Stratigrafisch werden die Serien ins späte Präkambrium gestellt; die an Gesamtgesteinen ermittelten radiometrischen Daten fallen überwiegend in den Bereich von ca. 800 bis 500 Ma. Mit den beschriebenen Untersuchungsmethoden könnte hier getestet werden, ob die geochemischen und isopenchemischen Signaturen der klastischen Sedimente und der an ihren detritischen Mineralen ermittelte Altersbereich sich direkt mit den entsprechenden Daten für die Basementgesteine korrelieren lassen. Damit bieten sich wichtige Interpretationshilfen für die geochemischen, isopenchemischen und radiometrischen Daten z. B. der drei Formationen, deren Liefergebiet nicht bekannt ist.

(3) Bei der Blaiklock-Glacier-Gruppe handelt es sich, ähnlich wie bei der Watts-Needle-Formation um nichtmetamorphe Molassesedimente, die dem Basementkristallin der nördlichen Shackleton Range auflagern. Stratigrafisch werden die Sedimente ins Kambrium bis untere Devon gestellt. Die Fragestellungen für die geplanten Untersuchungen sind weitgehend identisch mit denen, die für die Watts-Needle-Formation formuliert worden sind. In den Untersuchungsergebnissen werden aber signifikante Unterschiede zwischen diesen beiden Einheiten erwartet. Während die geologische Entwicklung des Basementkristallins der Read-Gruppe nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand im mittleren Proterozoikum abgeschlossen war, zeichnet sich das Kristallin der nördlichen Shackleton Range durch eine komplexe und z. Z. im Detail noch nicht bekannte Einförmigkeit im späten Proterozoikum / frühen Paläozoikum aus. Weiterhin können in dem Basement der nördlichen Shackleton Range zwei Gesteinsassoziationen mit unterschiedlichem lithologi-

schen Inhalt und unterschiedlicher geologischer Entwicklung (Stratton-Gruppe und Pioneers-Gruppe) ausgehalten werden, von denen nur eine (Stratton-Gruppe) mit der Read-Gruppe der südlichen Shackleton Range korreliert werden kann.

### **3.4.3 Tektonische und geochronologische Untersuchungen im Basement und im Supracrustal Complex der Shackleton-Metamorphite (Shackleton Range, Antarktika) - Grundlagen für tektonische Modellierung (GBF).**

Im Rahmen von EUROSHACK, das die Erforschung der jungproterozoisch / frühpaläozoischen orogenen Entwicklung am pazifischen Randbereich des Ostantarktischen Kratons zum Ziel hat, sollen strukturgeologische Untersuchungen durchgeführt werden. Da die Strukturentwicklung hauptsächlich innerhalb der hochmetamorphen Einheiten betrachtet wird, erfolgen die Arbeiten in enger Kooperation mit den petrologischen Arbeiten.

Als Hauptprobleme werden betrachtet:

- Die strukturellen Beziehungen zwischen dem Basement Complex und dem Supracrustal Complex und eine damit verbundene Überprägung des Basement Complexes.
- Die Kinematik und die zeitliche Stellung der Exhumierung des Basement-Complexes.
- Die zeitliche und genetische Stellung des (granitoiden) orogenen Magmatismus im Shackleton Metamorphic Complex.
- Verbreitung und Wirkung panafrikanischer, tektono-magmatischer Prozesse.

Ein wesentliches Merkmal des Shackleton Range Metamorphic Complex ist das heutige Nebeneinander von Gesteinskomplexen mit unterschiedlichen Metamorphosegraden sowie verschiedenen präkambrischen Prägungsaltern. So kommen LP-Granulite innerhalb amphibolitfaziieller Gesteine, Relikte von HP-Granuliten und druckbetont metamorphisierte Paraserien vor. Die tektonischen Kontakte sind teilweise durch Migmatite gekennzeichnet. Es sollten also in den jeweiligen Einheiten Verformungsinkremente, gekoppelt an Mineralparagenesen, existieren, welche verschiedene Krustenzustände dieser polyphasen Entwicklung widerspiegeln. Außerdem ist zu erwarten, daß die älteren Einheiten zumindest partiell durch die jüngeren Ereignisse überprägt werden. Das führt zu äußerst komplexen p/T/t Deformationspfaden. Das Hauptziel besteht folglich darin, die verschiedenen Gefügeprägungen zu erfassen und miteinander zu verknüpfen. Gekoppelt mit petrologischen und geochronologischen Untersuchungen sollen erste Genesepfade entwickelt werden. Diese Arbeiten verstehen sich als Beitrag zum besseren Verständnis der prä- und frühkratonalen Prozesse des Basements der Shackleton Range und damit eines Teils Gondwanas.

### **3.4.4 Kompressions- und Extensionsstrukturen der Ross-Orogenese in der Shackleton Range (GIF).**

Während der Expedition GEISHA (1987/88) in die Shackleton Range war die strukturgeologische Arbeitsgruppe der Universität Frankfurt an der Entdeckung und Untersuchung eines kratonwärtigen, d.h. südgerichteten Überschiebungssystems

im Südteil der Shackleton Range (Read Mountains) beteiligt. Das Alter dieser Überschiebungstektonik stellte sich als etwa jungkambrisch (ca. 500 Ma) heraus. Gleichalt ist das Ross-Orogen im Verlauf des Transantarktischen Gebirges mit Victorialand. Von dort ist nicht nur ein kratonwärtiges, sondern auch ein entgegengesetztes Überschiebungssystem, das vom Kraton weggerichtet ist, bekannt. Dementsprechend wird am Nordrand der Shackleton Range (z.B. am Nordrand der Herbert Mountains) ein nordgerichtetes Überschiebungssystem vermutet. Dieses gilt es nachzuweisen und zu analysieren.

Außer diesen kompressiven Strukturen sollten als Folge der Krustenverdickung im Ausklang der Ross-Orogenese (wie in Victorialand) Kollapsgefüge gebildet worden sein. Kleinformen derartiger gravitativer Kollapsgefüge können z.B. flache Abschiebungen oder abschiebende Knickbänder sein, wie sie auch aus anderen Orogenen, z.B. den Alpen oder dem Variskischen Gebirge, bekannt sind. Auch diese Strukturen sollen gesucht und untersucht werden.

Die Untersuchungen und die zu erwartenden Ergebnisse sind für eine Interpretation des plattentektonischen Geschehens am paläopazifischen Rande des antarktischen Kratons von Bedeutung.

#### **3.4.5 Stratigraphie und Paläomagnetik der Shackleton Range (GIE).**

Während der GEISHA-Expedition 1987/88 konnten wir in der südlichen Shackleton Range einen großzügigen Deckenbau belegen. Zwar weist der tektonische Bau auf eine einheitliche Deformation während der Ross Orogenese hin, biostratigraphische und radiometrische Datierungen ergaben aber eher ein verwirrendes Bild. Die ehemals als zusammengehörige präkambrische "Turnpike Bluff Group" angesehene Einheit enthält offensichtlich sowohl präkambrische (um 1,2 Ga) und unterkambrische Anteile. Sedimente eines östlichen Auslegers der Shackleton Range lieferten sogar K/Ar Daten um 185 Ma. Auch das Alter der Molassesedimente in der westlichen Shackleton Range (Blaiklock Glacier Group) ist noch nicht befriedigend geklärt. Umstritten ist ferner die Lagerung der gut datierten mittelkambrischen Trilobitenschifer am Mount Provender. Hier soll versucht werden, mit Hilfe von Biostratigraphie, Radiometrie, Magnetostratigraphie, Fazies und Diagenese/Metamorphose-Untersuchungen verlässliche Daten zu gewinnen. Ziel wird es sein, den Bau an diesem Ende des Ross Orogens und seine mögliche Fortsetzung besser zu verstehen.

#### **3.4.6 Mineralogisch-petrologische Untersuchungen (MIW).**

Im tiefkrustalen, proterozoischen metamorphen Basement der südlichen Shackleton Range sind granulitfazielle, reliktsche Anteile erhalten. Die erste Prägung schaffte Granulite vom Niedrig-Drucktyp, welche durch einen isobaren Abkühlungspfad (isobaric cooling path) gekennzeichnet sind.

Im Gegensatz dazu zeigen die reliktschen Hochdruck-Granulite des nördlichen, suprakrustalen, jüngeren Basements der Shackleton Range einen isothermalen Dekompressionspfad (isothermal decompression path).

Die skizzierte, unterschiedliche petrologische Entwicklung muß zunächst durch mehr Datenmaterial abgesichert werden, hier soll besonders im verzahnten Grenzbereich beider Einheiten gearbeitet werden. Die Herausarbeitung deutlich verschiedener P-T-t -Pfade für den Norden und für den Süden soll die petrologische Basis geben, um die frühen Prozesse der Krustenbildung zu entschlüsseln.

Vergleiche mit ebenfalls reliktitisch erhaltenen Granuliten aus dem Kratonbereich der Ostantarktis (Manefalknausane, Schirmacher Oase, Enderby Land) und aus dem Transantarktischen Gebirge (Nord Victorialand) sollen die Krustenentwicklung in einen überregionalen Rahmen setzen, um einen Beitrag zu einem Modell der früh-proterozoische Gondwana-Entwicklung zu liefern.

### **3.4.7 Untersuchungen zur Klima- und Glazialgeschichte der Shackleton Range und Theron Mountains seit dem späten Pleistozän (AWI-P).**

Die vorgesehenen Untersuchungen reihen sich ein in Bemühungen um die Entschlüsselung der spätquartären Umweltentwicklung im atlantischen Randgebiet Ostantarktikas, hier speziell von einer Region, in der große Eisströme (Slessor-Gletscher, Recovery-Gletscher) in einen der größten antarktischen Schelfgletscher (Filchner-Schelfeis) münden.

Dazu sollen verschiedene Arten von natürlichen Datenarchiven untersucht und beprobt werden, die spätpleistozäne und/oder holozäne Umweltinformationen enthalten, wie fossiles Gletschereis in Moränenstapfen, Sedimente in rezenten und fossilen Eisrandseen und organische Ablagerungen in Sturmvogel-Brutkolonien. Vorgesehen sind Grabungen/Flachbohrungen in den Gebieten Mount Skidmore, Mount Provender, Mount Gass, Stephenson Bastion, Read Mountains (Shackleton Range), am Mount Faraway (Theron Mountains) sowie hydrologische Untersuchungen und die Entnahme von Wasserproben für isotopehydrochemische Analysen aus den großen, permanent eisbedeckten Schmelzwasserseen Folkerts-, Notoc- und Lundström-See.

Zur Ermittlung der Isotopen-Signatur ( $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ) der rezenten regionalen Gletscherdecke soll die Entnahme von oberflächennahen Eisproben aus Blankeisgebieten dienen sowie die Gewinnung von 10 m langen Firnkernen aus regionalen Akkumulationsgebieten, insbesondere des Fuchs-Domes.



## Expeditions-Teilnehmer / Cruise Participants

### ANT XII/1

<u>Name / Name</u>		<u>Institut / Institution</u>
Auffret	Ives	LPO
Boebel	Olaf	IFM K
Braun	Michael (till Azores)	ATLAS
Butler	James H.	NOAA
Cortès	Norbert	LPO
Feldmann	Ulrich (till Azores)	ATLAS
Freking	Benno (till Azores)	ATLAS
Geller	Laurie	NOAA
Gerchow	Peter (till Azores)	AWI
Hagen	Rick (till Azores)	AWI
Junkermann	Wolfgang	FhG IFU
Kattner	Gerhard (Chief Scientist)	AWI
Kirchhoff	Berit	AWI
Kriews	Michael	AWI
Lara	Rubén	AWI
Lobert	Jürgen M.	NOAA
Lüttecke	Ulrich (till Azores)	ATLAS
Mangoni	Monica	EC JRC
Makedanz	Siegfried (till Azores)	AWI
Marcks	Beate	AWI
Masopust	Norbert (till Azores)	ATLAS
Maurer	Karl	FhG IFU
Menzel	Martin	IFM K
Mücke	Robert	FhG IFU
Niederjasper	Fred (till Azores)	AWI
Ollitrault	Michel	LPO
Pinck	Andreas	IFM K
Rannou	Jean-Philippe	LPO
Schenke	Werner H. (till Azores)	AWI
Schmid	Claudia	IFM K
Stölting	Ilsetraut	AWI
Van Dingenen	Rita	EC JRC
Yvon	Shari	NOAA
N.N.		SWA
N.N.		SWA

### ANT XII/2

<u>Name / Name</u>		<u>Institut / Institution</u>
Brommer	Axel	GIF
Buggisch	Werner	GIE
Döhler	Gerd	BIF
El Naggar	Saad	AWI

Name / Name		Institut / Institution
Eckstaller	Alfons	AWI
Elvin	Tim	BAS
Fritsch	Lutz	AWI
Fütterer	Dieter K. (Chief Scientist)	AWI
Gollasch	Stephan	BFA
Günter	Sven	AWI-Üwi
Harm	Urte	BFA
Henjes-Kunst	Friedhelm	BGR
Hermichen	Wolf-Dieter	AWI-P
Hofinger	Stephan	AWI-Üwi
Hofmann	Jörg	AWI
Junghans	Hans-Georg	IUH
Kerr	Andrew	BAS
Kleinschmidt	Georg	GIF
Krawiketz	Rüdiger	HLT&S-Üwi
Kroner	Uwe	GBF
Lauer	Britta	AWI
Löwenstein	Johannes	AWI-Üwi
Miller	Ian	BAS
Minikin	Andreas	AWI
Mühlenhardt-Siegel	Ute	ZIH
Newham	Brian	BAS
Rogenhagen	Johannes	AWI-Üwi
Ronski	Stephanie	AWI
Rühlemann	Stefan	HLT&S-Üwi
Schmidt	Torsten	AWI-Üwi
Seidel	Carsten	AED
Sergeyev	Mikhail	VNIIO
Sering	Mathias	ZIB
Siegel	Volker	BFA
Stiboy-Risch	Christine	ZIH
Tanger	Joachim	HLT&S-Üwi
Talarico	Franco	DTS
Tessensohn	Franz	BGR
Thomson	Mike C.A.	BAS
Wachs	Peter	AED
Weber	Bernd	UNP
Wicht	Manfred	HLT&S-Üwi
Wilbert	Norbert	ZIB
Wisotzki	Andreas	AWI
Zeh	Armin	MIW
NN		AWI-Üwi
NN		AWI
NN		SWA
NN		SWA
NN		BGR, Heli pilot
NN		BGR, Heli pilot
NN		BGR, Heli techn.

**RV Polarstern - Beteiligte Institutionen / Participating Institutions**

Adresse /Address		Participants / Teilnehmerzahl	
<u>Bundesrepublik / Federal Republic</u>		ANT-XII/1	ANT-XII/2
AED	Aerodata Flugmeßtechnik GmbH Forststraße 33 38108 Braunschweig	-	2
ATLAS	STN ATLAS, Elektronik GmbH Sebaldsbrücker Heerstr. 235 D-28305 Bremen	5	-
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung 27515 Bremerhaven	11	16
AWI-P	AIWI-Forschungsstelle Potsdam Postfach 60 01 49 14401 Potsdam	-	1
BFA	Bundesforschungsanstalt für Fischerei Institut für Seefischerei Palmaille 9 22767 Hamburg	-	3
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Stilleweg 3 30655 Hannover	-	5
BIF	Fachbereich Biologie Universität Frankfurt Siesmayerstraße 70 60054 Frankfurt am Main	-	1
FhG IFU	Fraunhofer Institut für Atmosphärische Umweltforschung Kreuzeckbahnstr. 19 82467 Garmisch-Partenkirchen	3	-
GBF	Geologisches Institut Bergakademie Freiberg Bernhard von Cotta Straße 2 09596 Freiberg	-	1

GIE	Geologisches Institut Universität Erlangen Schlossgarten 5 91054 Erlangen	-	1
GIF	Geologisch-Paläontologisches Institut Universität Frankfurt Postfach 11 19 32 60054 Frankfurt am Main	-	2
HLT&S	Hapag-Lloyd Transport und Service Geo Plate 27568 Bremerhaven	-	5
IFM K	Institut für Meereskunde an der Universität Kiel Abteilung Meeresphysik Düsternbrooker Weg 20 D-24105 Kiel	4	-
MIW	Mineralogisches Institut Universität Würzburg Am Hubland 97074 Würzburg	-	1
SWA	Seewetteramt Hamburg Deutscher Wetterdienst Bernhard-Nocht-Straße 76 20359 Hamburg	2	2
UNP	Projektgruppe Naturstoffe Universität Potsdam Stahnsdorfer Damm 81 14532 Klainmachnow	-	1
ZIB	Zoologisches Institut Universität Bonn Poppelsdorfer Schloß 53115 Bonn	-	2
ZIH	Zoologisches Institut und Museum Universität Hamburg Martin-Luther-King-Platz 3 20146 Hamburg	-	2

Frankreich / France

LPO	Laboratoire de Physique des Océans (CNRS-IFREMER-Universität) Centre de Brest B.P. 70 - 29280 Plouzané	4	-
-----	--	---	---

Großbritannien / United Kingdom

BAS	British Antarctic Survey High Cross Madingley Road Cambridge CB3 0ET	-	5
-----	--	---	---

Italien / Italy

DTS	Dipartimento Sci. della Terra Univ. di Siena Via delle Cerchia 3 53100 Siena	-	1
-----	---	---	---

EC JRC	European Commission, Joint Research Centre Environment Institute I-21020 Ispra (VA)	2	-
--------	---	---	---

Rußland / Russia

VNIIO	All-Russian Research Institute for Geology and Mineral Resources of the World Ocean VNIIOkeanologia 1 Maklina prospekt St. Petersburg 190121	-	1
-------	--	---	---

Vereinigte Staaten von Amerika / U.S.A.

NOAA/CMDL	National Oceanic and Atmospheric Administration Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory R/E/CG1, 325 Broadway, Boulder, CO 80303	4	-
-----------	---	---	---

## Schiffsbesatzung / Ship's Crew

	<u>ANT-XII/1</u>	<u>ANT-XII/2</u>
Kapitän	C. Allers	C. Allers
1. Offizier	M. Müller	M. Müller
Naut. Offizier	U. Grundmann	U. Grundmann
Naut. Offizier	M. Rodewald	M. Rodewald
Arzt	Dr. B. Schuster	Dr. B. Schuster
Ltd. Ingenieur	V. Schulz	V. Schulz
1. Ingenieur	G. Erreth	G. Erreth
2. Ingenieur	R. Fengler	R. Fengler
2. Ingenieur	O. Ziemann	O. Ziemann
Elektriker	G. Schuster	G. Schuster
Elektroniker	U. Lembke	U. Lembke
Elektroniker	H. Muhle	H. Muhle
Elektroniker	A. Roschinsky	A. Roschinsky
Elektroniker	A. Greitemann-Hackl	A. Greitemann-Hackl
Funkoffizier	L. Pietsch	L. Pietsch
Funkoffizier	D. von Steglitz	D. von Steglitz
Bootsmann	R. Zulauf	R. Zulauf
Matrose	B. Iglesias Bermudez	B. Iglesias Bermudez
Matrose	J. Soage Curra	J. Soage Curra
Matrose	M. Winkler	M. Winkler
Matrose	J. Pousada Martinez	J. Pousada Martinez
Matrose	K. Bindernagel	K. Bindernagel
Matrose	S. Moster	S. Moster
Maschinenwart	E. Arias Iglesias	E. Arias Iglesias
Maschinenwart	B. Brockmann	B. Brockmann
Maschinenwart	U. Husung	U. Husung
Maschinenwart	E. Heurich	E. Heurich
Maschinenwart	G. Dufner	G. Dufner
Zimmermann	A. Brunotte	A. Brunotte
Lagerhalter	K. Müller	K. Müller
Koch	H. Schäfer	H. Schäfer
Kochsmaat	H. Hüneke	H. Hüneke
Kochsmaat	H. Wübber	H. Wübber
1. Steward	H. Vollmeyer	H. Vollmeyer
Stewardess/Krankenschw.	S. Hoffmann	S. Hoffmann
Steward/ess	E. Ridwan	E. Ridwan
Steward/ess	A. Sukarno	A. Sukarno
Steward/ess	C. Pötschke	C. Pötschke
2. Steward	K. Yu	K. Yu
2. Steward	Ch. Wu	Ch. Wu
Wäscher	Ch. Yang	Ch. Yang

## 1 Summary

The first leg of the 12<sup>th</sup> cruise of RV *Polarstern* to the Antarctic (ANT-XII/1) starts with about 30 scientists in Bremerhaven on 18 October 1994. For testing of instruments several scientists and engineers join this leg and will disembark on the Azores. Then the leg will continue along 28° W towards the Equator. Atmospheric, environmental and chemical components will be investigated along the entire cruise track by collecting continuously water and air samples. In the Inner-Tropical Convergence Zone (ITCZ) it is planned to look for rain events in order to analyze organic trace substances and trace metals. Around the Equator and along the southern cruise track an intensive programme of physical oceanography will be carried out which is part of the World Ocean Circulation Experiment (WOCE). On the way from the Equator to Punta Arenas approx. 120 floats and surface drifters will be launched to drift in a predetermined depth to resolve the general circulation of the water masses. RV *Polarstern* will arrive on 21 November 1994 in Punta Arenas.

The second leg of this cruise (ANT-XII/2) will start on 23 November 1994 from Punta Arenas, Chile. As part of the Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR) investigations on the distribution of krill and zooplankton will be carried out in the area of Elephant Island. Additionally, sampling for benthos and phytoplankton research will take place. Logistic activities will occupy an important part of this cruise. The new wintering team and the summer personnel will be brought to Neumayer Station and the station will be supplied. The participants of the geoscientific European Expedition to the Shackleton Range (EUROSHACK) and their expedition equipment will be transported to the British Halley Base. Oceanographic measurements en route and mooring activities will be carried out on the way back to Cape Town where RV *Polarstern* is scheduled to arrive on 3 January 1995.

## **2 Scientific Programme Leg Bremerhaven - Punta Arenas (ANT XII/1)**

### **2.1 Introduction**

The main objectives of the research programme are in the field of physical and chemical investigations. Continuous underway measurements in air and surface water will be completed by station work where water sampling is performed down to the bottom. In the equatorial region and along the route to the Argentine Basin floats will be launched which are drifting in a depth of about 800 m. They collect data on position, pressure and temperature. These studies are part of WOCE, a programme to obtain the most comprehensive description and understanding of the circulation of the world oceans. The chemical investigations focus on trace substances of biogenic and anthropogenic origin. The measurements of dissolved organic substances shall expand and generalize the present knowledge on larger scales. The same holds true for the determination of halogenated hydrocarbons as well as  $N_2O$  which will be analyzed in water and air. Especially the contribution of the ocean to atmospheric methylbromide shall be estimated. During the whole cruise trace metals are determined in the surface water and in the air. The atmospheric heavy metal flux to the Atlantic Ocean will be followed during rain events in the ITCZ.

Atmospheric mercury over the Atlantic Ocean will be investigated. These measurements continue studies some years ago to obtain data for estimations of global trends. The determination of hydrogen peroxide, formaldehyde, carbon monoxide and ozone will provide further information about the chemistry of the atmosphere since these compounds are involved in many chemical reactions in the atmosphere. The distribution of aerosol particles will provide information about nucleation, size and concentration of particles. Data on nucleation events and on the relative contribution of anthropogenic and biogenic emissions will be used e.g. for supporting model calculations.

A considerable number of investigations is connected to long-term research programmes which will contribute to the knowledge of global scale processes and trends. The proposed cruise track is given in Fig.1.



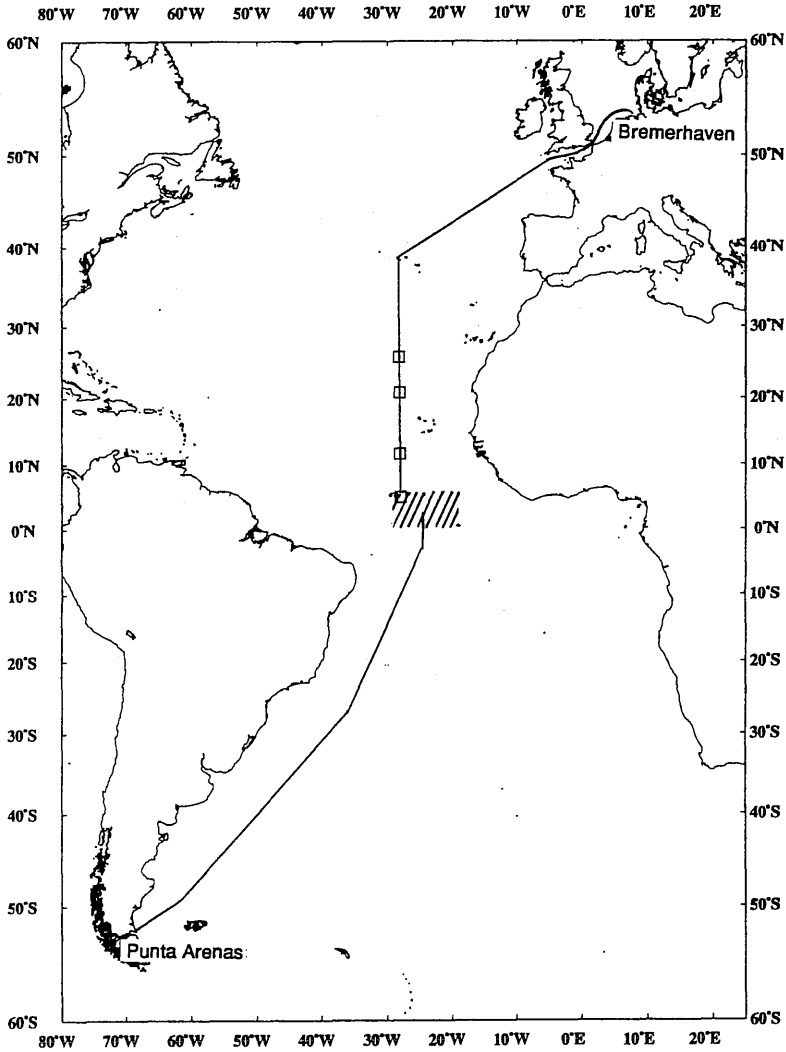


Fig. 1. Planned cruise track of ANT XII/1. □ CTD stations; for stations south of the equator refer to Fig. 2

## 2.2 Physical oceanography

### 2.2.1 RAFOS Floats in the South Atlantic (IFM K)

A contribution to the understanding of the deep circulation of the South Atlantic is one of the goals of the IFM Kiel 'RAFOS float' project. In the South Atlantic, the advection of the Antarctic Intermediate Water (AAIW) shall be explored. This water mass is found beneath the South Atlantic Central Water at latitude dependent core depths ranging from 700 to 900 m. It may be distinguished from the water above and the North Atlantic Deep Water below, by its distinct salinity minimum and oxygen maximum. The AAIW may be observed in the subtropical and tropical regions of the South Atlantic. The site of formation is supposed to be close to the Subpolar Front.

RAFOS floats are well suited to explore this water mass. These drifters float freely at a predetermined depth. They house a microcomputer which determines the float's position through acoustic tracking and measures pressure and temperature once a day. The data are stored and subsequently transmitted to Kiel by ARGOS satellite system, once the float has returned to the sea surface, after finishing its underwater mission which may last for up to two years.

The experiment proposed will be the last of three float seedings performed in the area by IFM Kiel. During the previous expeditions METEOR 22 (M22) and METEOR 28 (M28) 23 and 29 floats were seeded, respectively. During M22, four sound sources were deployed around the Rio Grande Rise in addition to an American sound source array deployed farther north. During M28 two sound sources were deployed. The deployment of a sound source in the western Argentine Basin during *Polarstern* cruise ANT XII/1 will extend the area covered to the south in order to track floats as far as 40°S. During this cruise 45 RAFOS floats shall be launched. In addition to the Kiel floats, ALACE floats (Autonomous Lagrangian Current Explorer) will be used to cover the region south of the sound source area. These instruments are independent of sound coverage and are kindly provided by Ray Peterson (Scripps Institution of Oceanography). Every fortnight, they return from their 800 m drifting depth to the sea surface for a few days and are positioned using ARGOS. The resulting data give a coarse picture of the deep circulation. Fig. 2 shows float trajectories launched during M22, the wake of M28 and the crosses marking the launch positions of floats and drifters during ANT XII/1. A close cooperation with Michel Ollitrault, IFREMER Brest, who will seed some 30 MARVOR floats during the cruise, will broaden the emerging picture concerning diffusivity and advection.

The trajectories obtained so far from 15 floats show a mean flow of 5cm/s in dominantly western directions between 25°S and 32°S. The ALACE data provided by R. Davis, however, depicts a strong eastward flow at 40°S. Thus, for a working hypothesis, the assumption of the center of a recirculation cell of AAIW at 36°S is reasonable and was used for the determination of the desired sound source position and float deployment pattern. The experiment described will be enhanced by the use of approximately 40 surface drifters droughed at 100 m. These drifters are provided by W. Krauss, IFM Kiel, and shall monitor the motion of the surface water. During previous expeditions a total of 150 drifters were deployed in the

South Atlantic. This cruise shall be used to seed drifters at positions uncovered so far by trajectories.

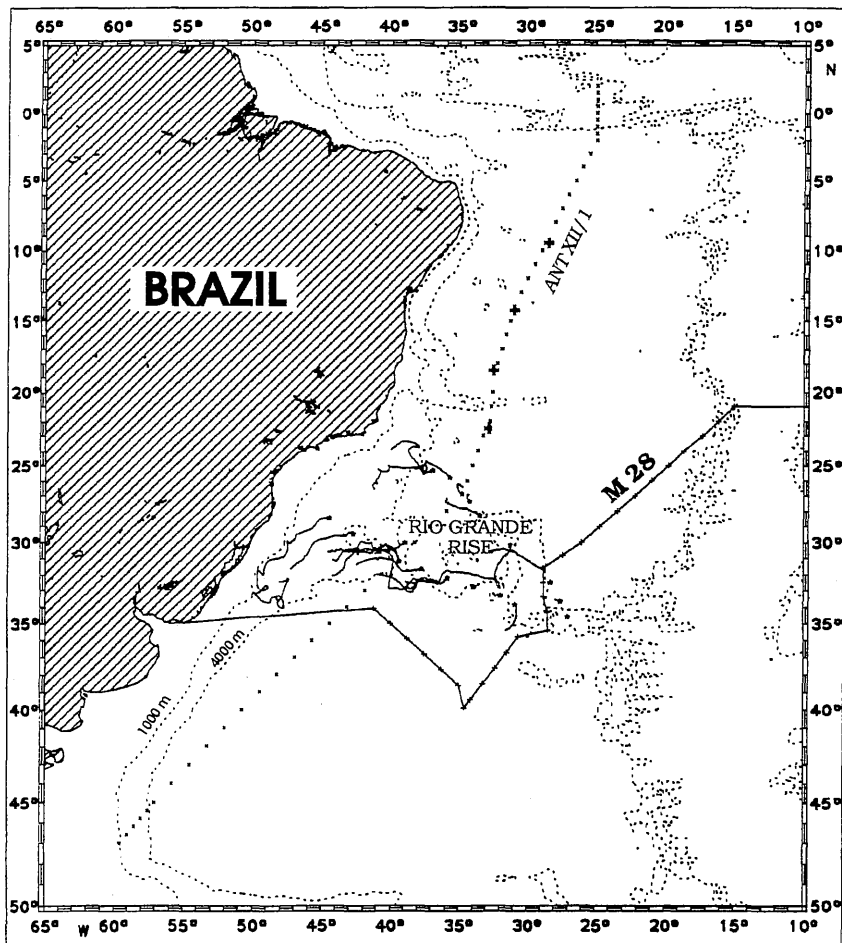


Fig. 2. The map shows the western South Atlantic, with isobaths at 1000 and 4000 m, indicated by dashed lines. Solid curves in the vicinity of the Rio Grande Rise depict float trajectories launched during M22 (Dec. 1992). The eastwest oriented solid line represents the wake of M28 (May 1994), crosses indicating launch positions of floats. The northsouth oriented sequence of crosses mark the launch positions of floats and drifters during ANT XII/1.

### 2.2.2 The SAMBA Experiment (LPO)

The rather recent recognition that oceanic currents transport as much heat as the atmosphere from the equatorial regions towards higher latitudes, thus contributing largely to the climatic balance of the earth fluid envelope, has prompted the planning and eventually the realisation of the World Ocean Circulation Experiment (WOCE).

WOCE objectives are to obtain the most comprehensive description and understanding of the 3D general circulation of the World Ocean over a reasonably short period (of the order of 5 years) and with a sufficient spatial resolution. Results will be used later to design, improve and initialize climate-oriented coupled ocean-atmosphere models. Naturally, all the measurements done during WOCE (hydrographic and geochemical sections, eulerian and lagrangian current measurements, tide gauges and satellite altimetric sea surface heights) will sample various time and space scales and will be valuable in the study of all ocean processes.

An order of 1000 subsurface floats will be deployed during WOCE at various depth to estimate the absolute general circulation (RAFOS type floats will give the meso scales, ALACEs only the large scales). The absolute mean circulation at those depths will be used in turn as velocity reference level for the inversion of the hydrographic data, enabling the absolute 3D deep circulation to be resolved.

SAMBA (SubAntarctic Motions in the Brazil Basin), a component of the WOCE float program, aims at describing the absolute general circulation of the Antarctic Intermediate Water (AAIW) as it spreads northward, near 800 m depth, in the Brazil Basin. For the SAMBA experiment a total of 100 MARVOR floats will be launched before the beginning of 1996 at  $800 \pm 30$  dbar in the Brazil Basin for a 5-year mission. Acoustic tracking is made possible with 12 sound sources already moored at various locations covering the whole basin. These sources emit either daily (those from IFM Kiel, Germany) or every 2 days (those from WHOI, USA). It is hoped that with 5 years of float data in each one of the 100 boxes of  $2^\circ$  lat by  $5^\circ$  long covering the entire Brazil Basin, the absolute mean general circulation of the AAIW will be resolved at least for spatial scales greater than a few hundreds of km with a few  $\text{mm s}^{-1}$  accuracy.

The first 20 MARVOR floats were launched during the SAMBA 1 cruise from R.V. Le Suroît between 18 and 24 February 1994 at 5 main sites. At each of the first 4 sites, situated in the interior of the basin, 5 floats were launched in a cluster to study the mesoscale dispersion. Only 4 MARVORs were launched however at the fourth site, the 20<sup>th</sup> float being launched at the fifth site near the Brazilian coast, in the presumed western boundary current.

During ANT XII/1 30 more MARVOR floats will be launched from R.V. *Polarstern*. Fig. 3 shows overall displacements from the first two 60-day cycles of the 20 MARVOR floats launched in last February and the proposed launch position for the 30 new MARVOR floats. Besides the 9 floats to be launched along  $25^\circ\text{W}$  near the equator, the 20 other floats should be launched in a cluster and at the same locations as for SAMBA 1, if possible. This strategy should allow to study absolute and relative dispersions and test stationarity.

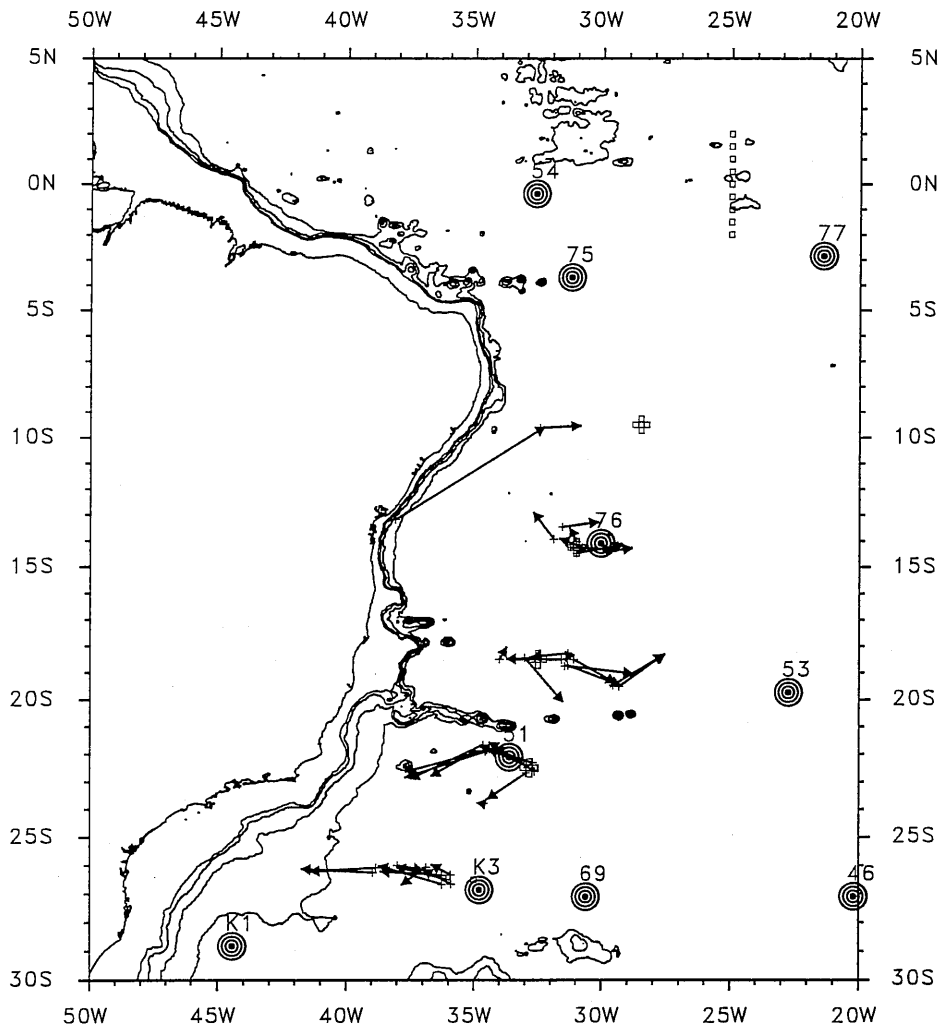


Fig. 3. MARVOR float overall displacement for the first 60-day cycles at 800 dbar depth. Sound sources K1 and K3 (moored by IFM Kiel) emit daily. Sound sources 46, 51, 53, 54, 69, 75, 76 and 77 (moored by WHOI) emit every 2 days. Squares give proposed locations for the 30 MARVOR to be launched during ANT XII/1

## **2.3 Marine chemistry**

### **2.3.1 The role of humic substances in the cycle of marine dissolved organic matter (AWI)**

During two *Polarstern* expeditions in the Greenland Sea (ARK VIII/1) and in the Antarctica (ANT X/1 b) we investigated the role of humic substances in the cycle of marine dissolved organic matter. Of particular interest was the contribution of humic substances to dissolved organic nitrogen (DON) and the relationship of amino acids dynamics with humification processes. The results showed the existence of a pool of humic substances with relative constant composition in both sampled regions. This is in accordance with the hypothesized existence of a pool of very "old" DOM undergoing a multiple, slow recycling in the ocean.

We intend to extend these investigations to different oceanic regions, such as oligotrophic waters and deep basins during the expedition ANT XII/1. The comparison of the composition of particulate and dissolved organic material will be particularly stressed.

Besides the above mentioned topics we attempt to obtain an appraisal of the contribution of terrigenous derived material to DOM in the open ocean and in the deep basins, since previous investigations within our group suggested much higher amounts of lignin derivatives than usually assumed.

It is planned to take samples from CTD casts at four depths (two from the euphotic zone, one at ca. 300 m and one close to the bottom, 3 L/depth) for humic substances. The filtered seawater samples will be deep-frozen (-30°C) for the measurement (on land) of dissolved organic carbon (DOC), DON, amino acids in dissolved and particulate material, nutrients and lignin derivatives. Ultrafiltration methods will be used for the determination of the molecular weight distribution of DOM. The respective fractions will be investigated for amino acids, DOC and DON.

Specially at deep stations (>3000 m) we will process high-volume samples (40 L at two depths, surface and bottom) with different resins of the XAD type for the extraction of higher amounts of humic material and DOM and its further characterization in the laboratory. We will also perform a continuous extraction of surface DOM and suspended particulate material with a Seastar system. Sampling frequency will be dependant on laboratory work. We plan a minimum of five CTD stations and a maximum of ten.

## **2.4 Atmospheric and marine chemistry**

### **2.4.1 Atmospheric trace metal fluxes to the Atlantic Ocean (AWI)**

The purpose of this investigation is to quantify the atmospheric heavy metal flux to the Atlantic Ocean. This should be performed by measurements of heavy metal concentrations in aerosol samples as well as in total deposition and precipitation samples. Due to the main importance of wet deposition in open ocean areas, we will take precipitation samples in a high temporal and spatial resolution in the ITCZ, known for its very large amount of rainfall during the year.

Taking into account the results of the subsequent analysis for some tracer elements, we will estimate the contribution of marine, terrestrial and anthropogenic sources to the metal flux in the atmosphere over the Atlantic Ocean. Additionally surface water samples will be taken to study if it is possible to find atmospheric signals in the distribution of trace metals in the water column.

A main pathway for trace metal deposition on the water surface is the wash out of aerosols via rain. Therefore we are planing to take rain, aerosol and water samples especially in the ITCZ. In this area surface water samples should be taken before and just after a rain event. In addition we will take at some special places vertical profiles in the water column.

Aerosol and deposition measurements as well as rain sampling will be performed on the Peildeck onboard R.V. *Polarstern*. Sampling of surface water will be done with a MERCOS-Sampler from the bowboom of the ship to reduce the contamination by the ship itself. For the vertical profile in the water column Go-Flo-Sampler (Close-Open-Close-Sampler) will be used. All work for sample preparation will be performed in a cleanroom container onboard to avoid contaminations. After this first step of sample preparation the subsequent element analysis will be carried out in the home laboratory using atomic spectroscopy methods.

#### **2.4.2 Halogenated trace compounds and N<sub>2</sub>O in water and atmosphere (NOAA)**

The N<sub>2</sub>O and Halocarbons Division of NOAA/CMDL has been funded to conduct a study to estimate the contribution of the ocean to atmospheric CH<sub>3</sub>Br. Our main goals are (1) to measure the CH<sub>3</sub>Br saturation anomaly in situ across a variety of oceanic regimes, including central gyres, coastal waters, and current divergences, and over a range of latitudes and (2) to obtain depth profiles of CH<sub>3</sub>Br through and below the mixed layer, preferably down to 1000 m. Secondary goals include (1) measurement of the saturation anomalies of CH<sub>3</sub>Cl and CH<sub>3</sub>I, two methyl halides which have been implicated in CH<sub>3</sub>Br chemistry, (2) continued verification of oceanic sinks for CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub> and CCl<sub>4</sub>, (3) measurement of N<sub>2</sub>O depth profiles to 1000 or 1500 m, and (4) measurement of saturation anomalies of other halocarbons and hydrocarbons in the surface waters. We will need to obtain depth profiles of CH<sub>3</sub>Br and N<sub>2</sub>O at approximately 5-10 degree latitude intervals. Surface measurements will involve continuous, underway sampling of partial pressures in the air and in equilibrated surface water. ANT XII/1 is ideal for this study not only because of its coverage, but also because of its timing; a report on the oceanic contribution of CH<sub>3</sub>Br to the atmosphere is needed for upcoming consideration of proposed Montreal Protocol revisions.

CH<sub>3</sub>Br, CH<sub>3</sub>Cl, CH<sub>3</sub>I, and other trace halocarbons will be analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GCMS). Continuous, underway measurements of CFC-11, CFC-12, CFC-113, CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub>, CCl<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O will also be made with a four channel, automated electron-capture gas chromatograph (ECGC), deep-water profiles of N<sub>2</sub>O will be obtained with an automated headspace sampler, and depth profiles of CH<sub>3</sub>Br and CH<sub>3</sub>Cl will be obtained by ECGC. N<sub>2</sub>O samples from the rosette bottles will require no more than 200 ml, including rinsing,

and  $\text{CH}_3\text{Br}$  will require about 500 ml, including rinsing. The measurement of CFC's and  $\text{N}_2\text{O}$  is now routine for CMDL. The CFC's are measured to correct for effects of warming and mixing on the saturation anomalies of the more reactive gases, such as  $\text{CH}_3\text{Br}$ ,  $\text{CH}_3\text{CCl}_3$ , and  $\text{CCl}_4$ . From this approach, we also obtain valuable latitudinal profiles of these gases in the atmosphere, which are useful for evaluating their source-strengths and atmospheric lifetimes. Deep-water  $\text{N}_2\text{O}$  cross sections will be obtained to complement our existing data set encompassing significant portions of the Pacific and Indian Oceans.

One major benefit of this cruise will be our second rigorous field evaluation of the use of a mass spectrometer (GCMS) for gas chromatographic analysis of halocarbons. There are substantial advantages to this approach, in that interfering compounds from seawater, which often preclude analysis of low-level halocarbons by ECGC, are separated by ion selection in the mass spectrometer, yielding accurate and precise results. With the advent of more sensitive, portable mass spectrometers, NOAA/CMDL has successfully adopted this instrument for measurement of HCFC's and other low level or weakly electrophilic compounds in the atmosphere. The potential benefits of this instrument for measurement of new and old ocean tracers are considerable. This will be the second field test of a GCMS for these purposes, and its performance can be evaluated in the field by NOAA scientists from CMDL, with an eye on its future use for both air-sea exchange and oceanographic tracer studies of halocarbons.

We expect that our analyses will complement those of other atmospheric scientists participating on this leg and vice versa. The GCMS will be obtaining data on DMS and various hydrocarbons which are of interest to other participants. Black carbon measurements by others will also be of interest to us. We should be able to provide wind trajectories twice daily for the entire cruise as part of our post-cruise analysis and may be able to provide air-mass predictions through contact with Boulder during the expedition.

## **2.5 Chemical and physical investigations in the Atmosphere**

### **2.5.1 North-south-distribution of trace gases over the Atlantic Ocean: Hg, $\text{H}_2\text{O}_2$ , $\text{H}_2\text{CO}$ , CO, $\text{O}_3$ (FhG IFU)**

Trend of global atmospheric concentration of mercury:

Atmospheric mercury over the Atlantic Ocean has been measured aboard different research vessels by F. Slemr (1977 and 1978: "*Walter Herwig*", 1979 and 1980: "*Meteor*", 1990: "*Polarstern*"). The measurements were made with gold- and silver-coated quartz-wool collectors. The collected mercury was determined using an atomic absorption or fluorimetric spectrometer. The average concentrations over the North and South Atlantic Ocean during the last cruise were  $2.25 \pm 0.41$  and  $1.50 \pm 0.30$  ng Hg  $\text{m}^{-3}$ , respectively. Parallel measurements of low CO concentration implied that background levels were sampled. A statistical evaluation of the mean values of all cruises indicates an increasing trend in both hemispheres (at 95% significance level), but with different rates:  $1.46 \pm 0.17\%$  /yr (northern) and  $1.17 \pm 0.16\%$  /yr (southern).



Recent measurements at Wank summit above Garmisch-Partenkirchen indicate that the Hg concentration decreased during the 1990 - 1994 period, probably due to reduced economic activity in the countries of the former Eastern Block. The objective of this investigation is thus to repeat the mercury measurements with the same technique along the same itinerary at nearly the same season to a) find out how representative are the Wank measurements for the northern hemisphere and b) establish the trend for the southern hemisphere.

Measurement of hydrogen peroxide and formaldehyde over the Atlantic Ocean:

The importance of hydrogen peroxide,  $H_2O_2$ , in atmospheric chemistry arises from its oxidizing potential in the liquid phase and from the fact of being involved in gas- and liquid-phase radical chemistry. Depending on the  $NO_2$  concentration in the air, hydrogen peroxide represents the major removal pathway of  $HO_x$  radicals. The hydroperoxide content in the air is assumed to be dependent on the parameters controlling the  $HO_2$  occurrence, such as  $O_3$ ,  $H_2O$ ,  $CO$ ,  $H_2CO$ ,  $NO_x$ , and solar radiation. A few measurements of hydrogen peroxide over the Atlantic Ocean are published; F. Slemr made measurements aboard RV "Polarstern" in 1990. These measurements were made using the enzymatic technique of Lazrus et al. which are subject to uncertainties connected with the presence of organic hydroperoxides, ROOH. Since the observed concentrations of organic peroxides were almost as high as those of hydrogen peroxide, the uncertainties of our 1990 observations are rather large. The measurements showed a dependence on latitude with generally higher mixing ratio around the equator (appr. 1.5 ppbv) and lower mixing ratio poleward (down to 0.1 ppbv). These measurements will be repeated with improved enzymatic and TDLAS (tunable diode laser absorption spectroscopy) techniques to reduce the uncertainties.

Formaldehyde,  $H_2CO$ , is another important photoactive trace component of the atmosphere. Photolysis of formaldehyde and other carbonyls leads to a net production of  $HO_x$  radicals. In the clean atmosphere the major natural sources of  $H_2CO$  are hydrocarbons which react with OH radicals and ozone to form  $H_2CO$  and other aldehydes. In the sunlit atmosphere the  $H_2CO$  concentration is determined by light intensity and the  $HO_x$  radical concentration. Measurements in clean air will provide important insight into the removal processes of light hydrocarbons as well as information about the general chemical reactivity of the atmosphere. Model calculations which consider the photochemical oxidation of methane as the only source of  $H_2CO$  predict mixing ratios ranging between 0.1 and 0.3 ppbv. On the other hand, it is suggested that another 0.3 ppbv  $H_2CO$  may be produced by photooxidations of nonmethane hydrocarbons. Only a few measurements of the formaldehyde concentrations in the remote marine troposphere have been made, but different background levels were reported. Also a weak diurnal  $H_2CO$  variation is expected. The aim of the planned measurements is the determination of the background concentration and the diurnal variation of  $H_2CO$ . Formaldehyde will be used as an indicator for other organic compounds.

Continuous measurements of hydrogen peroxide and formaldehyde will be done by two different instruments using the enzymatic-fluorimetric method as well as by a tunable diode laser absorption spectrometer (TDLAS). Additionally, the fluorescence instrument for  $H_2O_2$  allows an estimation of the concentrations of organic peroxides, ROOH, using a catalase for destroying of  $H_2O_2$ . With the TDLAS technique the absorption of a single isolated spectral feature is measured. Due to

the high spectral resolution a high specificity for individual trace gases can be obtained. As this spectroscopic technique is almost free of interferences it can be used as a reference method. Therefore, especially for the ROOH detection, it is expected that the TDL system will help to explain discrepancies, if necessary. For the H<sub>2</sub>CO measurement possible interferences of the enzymatic-fluorimetric method to e.g. higher homologues could be identified. Additionally, the TDLAS offers the possibility of measurements with a higher time resolution at about the same sensitivity. At longer integration times even better detection limits are expected. It is the first time that a two-component high-frequency modulated TDL system will be used for the detection of trace gases over the Atlantic Ocean.

The detection of Hg, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>CO will be accompanied by measurements of ozone, O<sub>3</sub>, and carbon monoxide, CO. For the interpretation meteorological parameters are needed (air and water temperature, air pressure, relative humidity, wind direction and speed), recorded by the integrated data system of the "Polarstern" using standard meteorological instrumentation. The above mentioned measurements will give an important contribution for the explanation of the oxidizing potential of the atmosphere.

### **2.5.2 Investigation of sources and formation mechanisms for the remote marine sub-micron aerosol (EC JRC)**

Aerosol particles affect the earth's radiation balance by scattering or absorbing light (direct forcing) and by acting as cloud condensation nuclei (CCN), thereby influencing the radiative properties and life-time of clouds (direct forcing). Whether a particle scatters or absorbs light, and whether a particle can transform into a cloud droplet depends on its size and chemical composition. Global scale model calculations of the forcing by anthropogenic aerosol particles show that it is non-zero, but they contain too much uncertainty to evaluate their importance relative to the forcing by e.g. greenhouse gasses. One of the major sources of this uncertainties is the lack of understanding of how aerosol populations in the climatologically relevant size-range 0.1-1 µm (i.e. the accumulation mode) are affected.

One of the intriguing aspects of the marine aerosol is that it is known to be very stable in size and concentration, showing a bimodal size distribution with mean diameters round 0.06 (nuclei mode) and 0.2 µm (accumulation mode) with geometric standard deviations below 1.5. This suggests that the continuous loss of particles by wet and dry deposition is equilibrated by an equally strong source.

Several hypotheses have been advanced in literature regarding the origin of new aerosol particles and CCN. Hegg et al. (1992) stress the temporally as well as spatially episodic nature of nucleation, which is due to its critical dependence on a number of environmental parameters like relative humidity, temperature, concentration of the nucleating species (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) in the gas phase. Nucleation seems to be induced by a variety of rather specific events such as the vicinity of clouds, mixing of SO<sub>2</sub> from aloft, or scavenging of the pre-existing aerosol by precipitation. These events lead to bursts of new particles with concentrations up to 1000-10000 cm<sup>-3</sup>, which by horizontal mixing would sustain a background aerosol number concentration of a few hundred per cm<sup>-3</sup>.

Contrary to sporadic nucleation in the MBL, Clarke (1992) has observed nucleation quasi-continuously and over large spatial scales in the upper troposphere. Our own model calculations have shown that the upper troposphere is indeed an ideal place for nucleation because of the availability of DMS and SO<sub>2</sub>, pumped up by convective clouds, high photochemical activity, cold temperatures, and removal of pre-existing aerosols by precipitation in the convective clouds (Raes et al., 1993). We further developed the hypothesis that these new particles, during their slow subsidence from the upper troposphere down to the subtropical (or polar) boundary layers, can develop into a nuclei mode (0.01 - 0.1 µm). Entrainment of these aerosols from the free troposphere into the MBL could then be a mechanism that explains both the observed levels of CN and CCN (active in stratiform clouds) in the MBL, as well as their lack of variability (Raes, 1994). The mechanism also reconciles the long times needed to produce CCN from DMS via the SO<sub>2</sub> pathway.

None of the above hypotheses have sufficient empirical backing. The effects of, amongst other processes, clouds, precipitation and entrainment, on particle production and growth, as well as the chemistry of DMS to H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> transformation need further study. Nucleation must be identified in the field and growth and dilution of aerosols should ideally be followed in a Lagrangian framework, both within and outside the boundary layer.

#### Aims:

- To collect a first extensive data set on nucleation events (and their associated meteorological conditions) over the Atlantic Ocean
- to investigate the relative contributions of anthropogenic and biogenic emissions on aerosol physico-chemical properties (in particular CCN concentrations)
- to test our hypothesis on particle formation in the upper troposphere, when the ship comes in the subsiding air masses between the ITCZ and sub-tropics
- to map DMS concentrations, its precursors in the water phase and its oxidation products in gas and aerosol phase
- to map and trace black carbon concentrations from industrial emissions and biomass burning as support for our MOGUNTIA-CARBON modelling activity idem for sulphate
- to investigate the chemical pathways for the formation of sulphate from DMS, in particular the hypothesis that this happens without SO<sub>2</sub> intermediacy (Bandy et al., 1992)

#### Measurement programme:

- aerosol size distributions in the size range 3 nm - 1 µm.
- total aerosol concentration > 15 nm
- aerosol filter samples for total aerosol load to be analyzed with IC
- aerosol filter samples for PIXE elemental analysis
- SO<sub>2</sub> (6 - 12 hr time resolution) with impregnated filter technique
- black carbon as tracers for continental air masses
- continuous NO<sub>x</sub> monitoring (?)
- cofer sampling for organic acids
- Dimethylsulphide (DMS) in water (and air ?)

### **3 Scientific Programme Leg Punta Arenas - Cape Town (ANT-XII/2)**

#### **3.1 Summary**

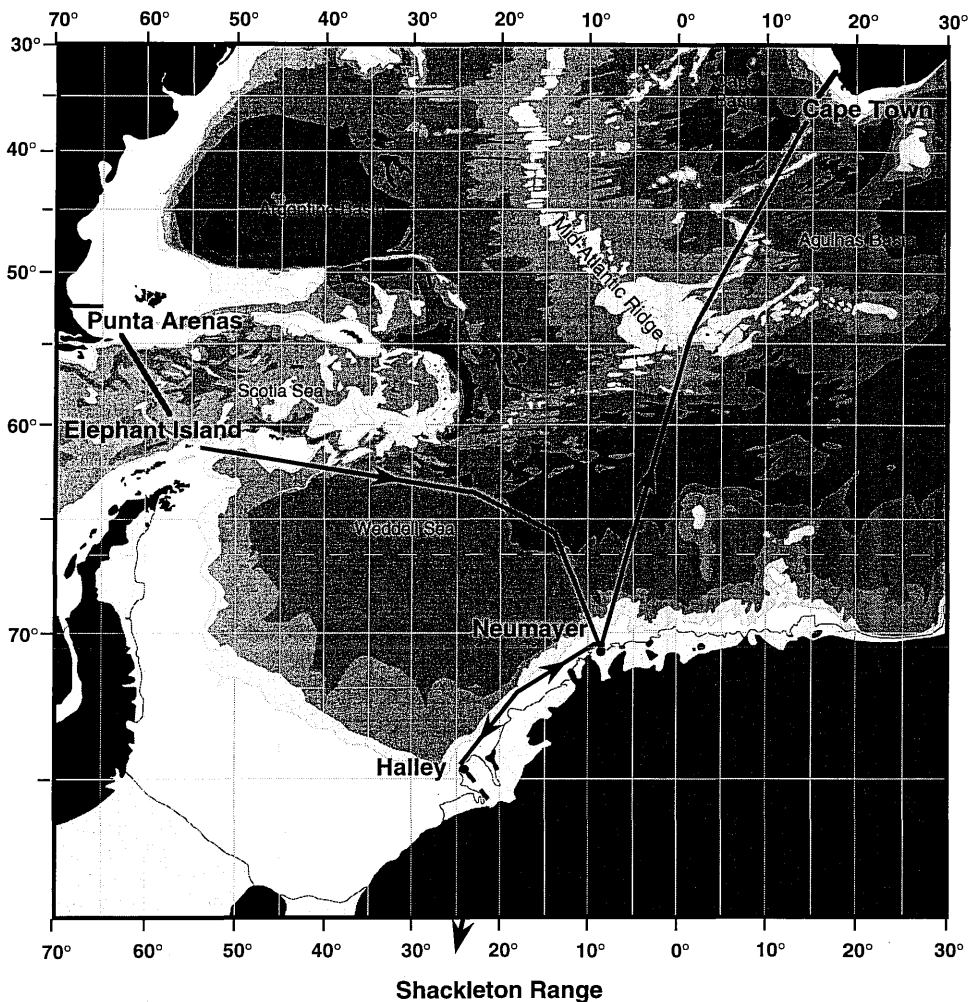
Major emphasis of RV *Polarstern* cruise ANT-XII/2 which will start on 23 November 1994 from Punta Arenas, Chile, is - besides the scientific programme at sea - on logistic activities at Neumayer Station and the British Halley Station. For a period of 8-10 days at the beginning of the cruise sampling for the investigation of krill and zooplankton concentrations in the area of Elephant Island will be carried out. These activities are part of international activities in the framework of the Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR). This biological research will be supplemented by sampling for ecological and taxonomic investigations of benthic crustaceans and sea-ice ciliates and measurements on the effect of UV radiation on Antarctic phytoplankton. From Elephant Island the cruise track will follow the ice edge directly to Neumayer Station. The new wintering team and the summer personnel will disembark and the station will be supplied. The major summer activity at Neumayer is to set up of a new air chemistry observatory. From Neumayer RV *Polarstern* will sail for the British Halley Station where the participants in the European Expedition to the Shackleton Range (EUROSHACK) will disembark. From Halley RV *Polarstern* will sail back via Neumayer to Cape Town. During the cruise RV *Polarstern* will carry out *en route* measurements for physical oceanography, and will recover and deploy oceanographic moorings in the northern branch of the Weddell Sea Gyre. RV *Polarstern* is scheduled to arrive in Cape Town on 3 January 1995.

#### **3.2 Biological Investigations**

##### **3.2.1 Variability of krill and zooplankton populations off the Antarctic Peninsula (BFA)**

Since 1977 krill research activities concentrated in the area around the South Shetland Islands. This area is not only of historical scientific interest, but is also known as an area of major krill concentrations, which attracts the commercial krill fishing fleets since more than 20 years. Especially during summer time the commercial exploration of the krill stock is predominantly concentrated on this relatively small scale region. Marine mammals as well as penguins are extremely abundant in the area and are strongly dependant on the krill stock as their main food resource. Seals and penguins may therefore compete with the human harvesting for the same resource. Within CCAMLR (Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources) several working groups established landbased or seagoing programmes to investigate the relationship within the foodweb and the fluctuations of its components. The analyses of factors influencing the variability in the relevant stocks are of importance to allow the discrimination between natural environmental and fisheries effects. This information is necessary to establish a sound management procedure for the krill fishery.

During *Polarstern* cruise ANT-XII/2 the research activities of the Institute for Sea Fisheries Research will concentrate on krill and zooplankton studies. The station



**Fig. 4:** Planned ship's track during *Polarstern* Expedition ANT-XII/2 and main working areas: Elephant Island - Neumayer - Halley - Shackleton Range.

grid around Elephant Island (Fig. 5) is established for a couple of years and consists of a maximum of 91 standard stations. Standard gear will be the Rectangular Midwater Trawl (RMT). Fishing depth will cover the vertical distribution range of krill from the surface down to 200 m.

The studies will include the analysis of the krill stock composition, the maturity stage development during the spawning season, the recruitment rate of the juvenile age

class, and the comparison with the long term data set of the stock development. For these purposes analyses will be necessary of net samples as well as rearing experiments on board. The results will be compared with data collected by Japanese, Korean and US surveys, which will follow the *Polarstern* cruise between December 1994 and March 1995 in the same survey area.

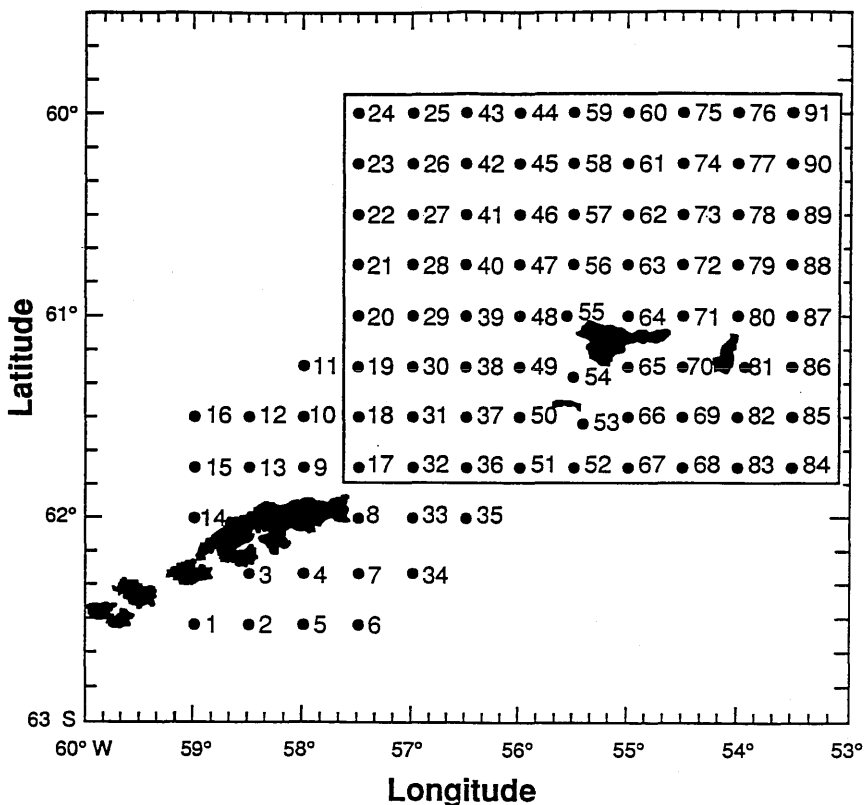


Fig. 5: Planned station grid for RMT investigations of krill in the area of Elephant Island.

Additional research will be carried out on the development of salp concentrations, which can occur in large quantities from year to year and may affect the krill stock as efficient competitors for the food resources. Measurements will include biomass estimation, growth rates and reproduction rates to obtain a better understanding of their ecological importance. Further studies will work on species diversity of the zooplankton communities and its variability between years. Possible fluctuations will be analysed with regard to links between biological and environmental parameters.

### **3.2.2 Investigations on the taxonomy, ecology and biology of crustacean Cumacea and Pantopoda (ZIH).**

The two groups of Cumacea and Mysidacea (Crustacea) are often found in the hyperbenthic environment. It causes problems for most of the standard sampling techniques to sample these groups adequately. Therefore many gaps still exist in our knowledge about the taxonomy and zoogeography of antarctic species. Introductory studies clearly showed that especially developmental stages and processes, maturation and even distribution ranges are very little known for most species. The present study will concentrate the sampling effort around Elephant Island, in the northern Bransfield Strait, and off Neumayer and Halley Station in the eastern Weddell Sea. Cumaceans and mysids will be sampled with different types of gear in either hard or soft bottom areas. Juvenile stages are supposed to prefer soft bottom areas. Bottom samples will be sieved with smaller mesh size (0.3 mm) than before to obtain representative samples of the early developmental stages. Description of the early life stages is necessary to allow a safe taxonomic determination of the species in future. Sampling of hard bottom substrate will be carried out by epibenthic sledges. Most species of this habitat are rare/ or rarely occurred in benthos samples. This very few specimens did not allow a description of the species' life cycle. More and adjusted sampling methods will probably result in larger samples, which will allow to receive more data on the biology of these crustaceans. All results will be summarised in a monography about Antarctic cumaceans.

Pantopoda (Pycnogonids) have a wide distribution range in Antarctic waters and are regular components of the benthos. Until now research concentrated primarily on the taxonomy of Pycnogonids. Very little is known about the behaviour and ecology of this group. Thus ethological and ecological investigations are the central point of our studies which will include rearing experiments on board. Sediment structure and other abiotic factors will be considered as possible parameters to affect the species composition and behaviour. A monography on Antarctic Pantopoda is in preparation. Further sampling material is needed for this purpose. One important question still needs to be solved, i.e. why we never found larval stages or egg carrying specimens of the genus *Colossendeis* in Antarctic waters.

### **3.2.3 Antarctic ciliates (Protozoa) of the sea water and sea ice (ZIB)**

Sea ice freezes as a system of brine-filled capillaries, which is inhabited by a biocenosis of bacteria, protozoans, algae and metazoans. During the expedition ANT- X/3 (Fall in the Ice) the ciliate populations in newly formed ice and in the open

water column were investigated ecologically and taxonomically at the beginning of the Antarctic winter. The dominant protozoans in the ice, with respect to number of species and of individuals, proved to be ciliates. In the open water, however, ciliates were the exception. Colonization of the ice by ciliates is expected to become maximal toward the end of the Antarctic winter. During the *Polarstern* expedition ANT-XII/2, therefore, it is proposed to assay the ciliate cenosis at the later time. The open water column will also be examined in parallel.

The main goal of this study will be a taxonomic treatment of the ciliates. Detailed observation of living specimens is necessary for this purpose. To supplement this *in vivo* observation, various silver-staining methods will be used to reveal the infraciliature and the silverline system. As far as possible, autecological data (e.g. food spectrum, vertical distribution, biomass) will also be collected for various species. In order to clarify special morphogenetic, cytological and physiological questions, cultures of selected species will be prepared.

#### **3.2.4 Impact of UV-A and UV-B radiations on pigments, and <sup>15</sup>N-incorporation into amino acids of Antarctic phytoplankton (BIF)**

More recently, the effect of ambient solar UV radiation as well as of artificial UV has been studied on marine phytoplankton assemblages and unialgal cultures of different habitats. The aim of our study will be to investigate the influence of UV-A and UV-B irradiance on uptake of inorganic nitrogen (<sup>15</sup>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, <sup>15</sup>NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, <sup>15</sup>NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), <sup>15</sup>N-incorporation into free amino acids and on pigmentation of the Antarctic phytoplankton from several stations during the *Polarstern* Cruise. The experiments are usually done under controlled laboratory conditions. Additionally, the impact of solar UV on phytoplankton will be investigated on deck using special plexiglass vessels. The aim of our study is to obtain information of the damage of UV-A and UV-B on the phytoplankton of the aquatic ecosystem. Separation and analysis of pigments and amino acids are performed by HPLC in the laboratory in Frankfurt. For <sup>15</sup>N analysis an emission spectrometer (Jasco, model 150) can be used. Another topic of our research might be the adaptation of marine phytoplankton to environmental conditions via UV protecting systems e.g. mycosporinlike amino acids or UV stress proteins. Long-term UV-effects on growth, cell components and nitrogen metabolism are included, too.

### **3.3 Physical Oceanography**

#### **3.3.1 Climatological data set from the Southern Ocean (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 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 meridonal 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 and salinity.

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.

### **3.4 EUROSHACK - European Expedition to the Shackleton Range**

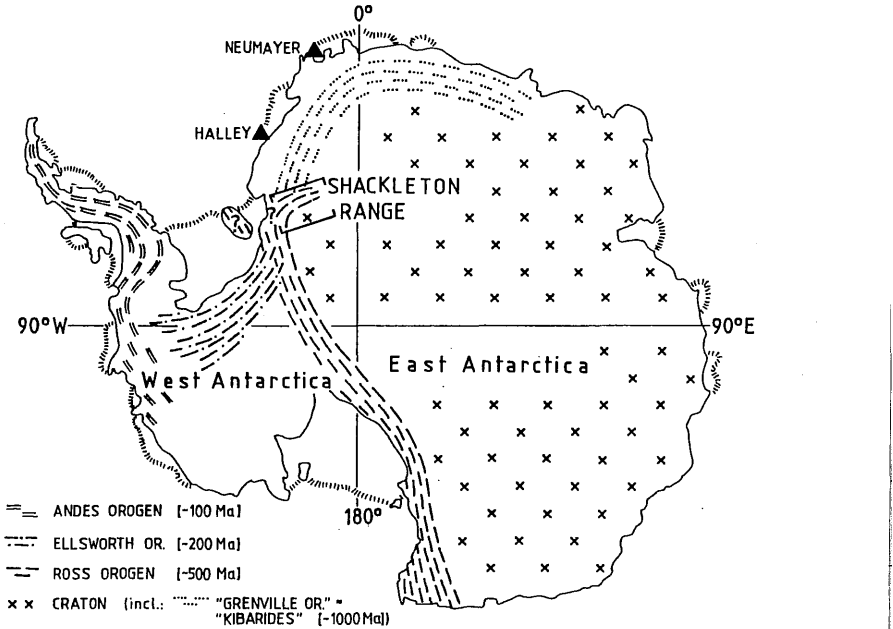
The Shackleton Range occupies a key geological position in Antarctica. The structural orientation of the range, at right angles to the trend of the Transantarctic Mountains, has puzzled geologists ever since its discovery. Its location (Fig. 6), at the edge of the continental craton between the mobile belts of the Transantarctic Mountains and the stable platform of Queen Maud Land, and its geological constitution offer possibilities for:

- understanding the nature of the "Pacific" margin of the Antarctic craton during the Palaeozoic,
- distinguishing between subduction-related and collision-related tectonics at an ancient continental margin,
- contributing to the debate on the relationship between East and West Antarctica,
- finding evidence in favour or against the recent SWEAT hypothesis on a North America-Antarctica connection in the geological past,
- contributing to the question of the "birth" of Gondwana by collecting data on the crucial 1 billion year event,
- investigating the block faulting movements related to the opening of the Weddell Sea with the help of regional geology and aeromagnetism.

The scientific objectives for the expedition were first developed during a joint workshop in Hannover, 1990, when 29 scientists from Germany, Russia and United Kingdom gathered to discuss the geology of the Shackleton Range. It was resolved that plans should be drawn up for a European expedition with the express aims of resolving outstanding differences of geological interpretation and of addressing a number of problems identified during the workshop.

The so-called SWEAT hypothesis (Southwest US-East Antarctica connection) postulates that the Shackleton Range of Antarctica forms one of the crucial "piercing points" in an early continental reconstruction where one could expect the

continuation of the North American Grenville Orogen. The discussion of SWEAT has made



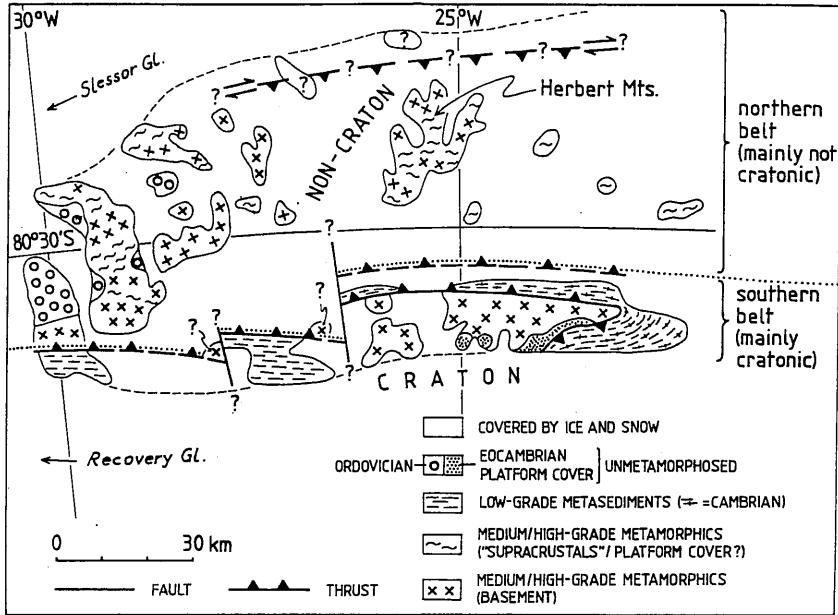
**Fig. 6:** The geological key position of the Shackleton Range in Antarctica.

one point clear: after three decades of work on the reconstruction of the Gondwana Supercontinent and its progressive desintegration almost nothing is known about its initial formation. To place the high-grade accreted Grenvillian belts into proper position within Gondwana, kinematic analyses in the relevant areas, and in particular the Shackleton Range, are needed as a necessary base for any interpretation.

Results of the expedition GEISHA 87/88 have shown that the southern part of the Shackleton Range (Read Mountains) was deformed mainly during the Paleozoic Ross Orogen (500 Ma), although it contains shits of older rocks and rests on an older Precambrian basement in parts.

The tectonic position of the northern part of the range is, however, largely unclear. It contains an alteration of supracrustal and infracrustal rocks of different thermobarometric and deformational histories and may provide the clue to some of the above mentioned key questions, e.g. transition to the old craton, evidence for the "1000 Ma" event and possibly the older Gondwana and (US?) break-up history.

This area will therefore be the centre of the expedition activities. It is planned to solve the complicated questions through joint multidisciplinary work (structural-petrological-geochemical-geochronological) on a selected cross section. After the



**Fig. 7:** Geological sketch map of the Shackleton Range showing the main area of investigation by EUROSHACK in the northern belt, especially the Herbert Mountains where the base camp will be set up. Major research problems are marked (i) northward directed thrust or sinistral strike slip fault? (ii) the relation of "basement" versus "supracrustals".

main rock units have been identified previously the stress will now be on a more detailed analysis. The different contributions to this main objective are lined out below, as well as the flanking investigations on the less deformed sediments containing the information on the younger history.

### 3.4.1 Fossils and biostratigraphy of Late Proterozoic and lower Paleozoic sediments and metasediments of the Shackleton Range (UNP).

Biostratigraphic valuation of fossil plankton (esp. of acritarchs) is an important method for the study of Precambrian and lower Paleozoic sediments. The discovering of biostratigraphic usable acritarch species in the frequently not

fossiliferous Precambrian sediments enables the support of physical age data by biostratigraphic results. It is therefore scheduled to include also micropaleontological methods in the complex study of the geological history of the Shackleton Range.

The scientific background of the 1994/95 field work program are several published paleontological results proving the occurrence of late Proterozoic and Paleozoic micro- and macrofossil assemblages of the Shackleton Range. Palynological studies on still available material collected during previous expeditions to the mentioned region showed the occurrence of late Proterozoic (Upper Riphean to Vendian) acritarch assemblages in several sediments (esp. siltstones) of the Shackleton Range. The goal of these studies was the specific search for biostratigraphic usable acritarch species which could possibly contribute to the reconstruction of the geological history of the region during the late Proterozoic. The sample material used for these studies, however, was only a remaining stock of samples provided by the collections of the BGR Hannover and the Erlangen University, being neither with regard to the available sample amount, nor in view of the required completeness of the profiles sufficient enough to find out a final decision about the biostratigraphic situation in the Range.

The main goal of the field season 1994/95 in the Shackleton Range therefore will be the study of the outcrop situation, the gathering of as possible complete sample series from the already studied outcrops (esp. Nicol Crags, Mt. Wegener, Mt. Greenfield) as well as the search for further outcrops with perhaps better preserved microfossils. Additionally is planned to get sample series from the lower Paleozoic sediments being outcropped especially in the western part of the Shackleton Range (Cambrian to Ordovician) for palynological studies. The biostratigraphic data from possibly occurring acritarchs could contribute to an improved understanding of the following lower Paleozoic events in this key region of the Gondwana continent.

#### **3.4.2 Tectonic and geochronological investigations at the basement and the supracrustal complex of the Shackleton Metamorphics (Shackleton Range, Antarctica) - a basis for tectonic modelling (GBF).**

The British-German-Italian-Russian Antarctica project "EUROSHACK 1994/95" deals with the investigation of the Young Proterozoic / early Paleozoic orogenic development at the Pacific margin of the East Antarctic Craton. On this background the Freiburger working group will contribute with structural analysis and related petrological investigations. The concentration of the higher metamorphic rocks as well in the supracrustals as in the basement complexes needs an intensive collaboration with petrologists from the university of Würzburg.

The main problems are the following:

- The structural relationship between the basement complex and the supracrustals and connected superposition of the basement complex.
- Kinematics and geochronology of the exhumation of the basement complex.
- The temporary and genetic position of the (granitoid) orogenic magmatism.
- The influence of Pan-African, tectono - magmatic processes.

An essential feature of the Shackleton Range is the spatial connection of rock sequences with different metamorphic grades as well as different precambrian ages. LP-granulites within an amphibolite facies frame, relics of HP-granulites and pressure emphasized metasediments are the common rocks. Partly the tectonic contacts are characterized by migmatites. This implies the preservation of determined tectonometamorphic increments of the polyphase development in different rock sequences. At least a partly superposition of the older stages by younger processes leads to much more complex p/T/t - deformation paths. At first genetic paths should be developed under use of the results of petrologic and geochronologic investigations. Consequently the target of these investigations consists in the connection of different "snapshots" to a more or less complete sequence of deformational processes. This project may be a contribution towards a better understanding of the pre- and early-cratonal processes at the basement in the Shackleton Range as a part of the entire Gondwana.

### **3.4.3 Compressional and extensional structures of Ross orogenic age in the Shackleton Range (GIF).**

The working group on structural geology of Frankfurt University was involved in the discovery and investigation of a thrust system in the Shackleton Range during the 1987/88 expedition "GEISHA". This thrust system is situated in the Read Mountains (southern Shackleton Range). Its sense of shear is directed towards south, i.e. towards the East Antarctic Craton and its age is about Late Cambrian (500 Ma, Ross Orogeny). The Pacific end of the Ross Orogen (Victoria Land) ist characterized by two thrust systems: one towards the East Antarctic Craton, the other one with opposite displacement. Therefore, we want to search for a corresponding thrust system with northward directed kinetics in the northern parts of the Shackleton Range (e.g. northern Herbert Mountains).

A consequence of those compressive tectonics is crustal thickening. This crustal thickening has to be compensated by a late orogenic "collapse". Mesoscopic structures of a late orogenic collapse are low-angle normal faults and certain kink bands, known e.g. from the Alpine and Variscan Orogens in Europe - and from the Ross Orogen in Victoria Land. We expect that those collapse structures are widespread in the Shackleton Range. Their age, their kinematics and their formation will be investigated.

The investigations and their results will contribute to understand the plate tectonic evolution at the palaeopacific margin of the East Antarctic Craton.

### **3.4.4 Stratigraphy and paleomagnetism of the Shackleton Range (GIE)**

The "GEISHA"-Group was able to verify large-scale nappes in the southern Shackleton Range during the 1987/88 expedition. The tectonic style indicates an uniform deformation during the Ross Orogeny, but biostratigraphic and radiometric data exhibit a much more complicated geological history. The "Turnpike Bluff Group" - formerly believed to represent a uniform Precambrian rock unit - contains obviously Precambrian (about 1.2 Ga) and Lower Cambrian parts. Sediments in the

eastern outliers of the Shackleton Range yielded even K/Ar-dates of About 185 Ma. The age of the molasse-sediments in the western range (Blaklock Glacier Group) is still unclear as well. The original position of the well dated Middle Cambrian trilobite shales at Mount Provender is a matter of controversy.

During the EUROSHACK Expedition (1994/95); samples will be collected for biostratigraphy, radiometric dating, and paleomagnetism in order to improve the knowledge about the end and possible continuation of the Ross Orogen.

### **3.4.5 Mineralogical-petrological investigations (MIW)**

In the infracrustal, Proterozoic metamorphic basement of the southern Shackleton Range we find relics of granulite facies rocks. The first recognizable orogenic event formed granulites of the low-pressure type which is characterized by a typical isobaric cooling path (IBC).

Contrary, the relictic high-pressure granulites of the northern, supracrustal, Paleozoic basements of the Shackleton Range are petrologically characterized by an isothermal decompression path (ITD).

This different petrological evolution has to be worked out more precise; field works are planned in the interfingering border region of infracrustal and supracrustal basement in the central part of the range.

Different P-T-t paths for the North and the South are the basis to figure out - in cooperation with structural geology - the early processes of crustal evolution of the Antarctic continent.

The results will be compared with the relictic granulites of the cratonic area of East Antarctica (Schirmacher Oasis, Manefallknausane, Enderby Land) and of the Transantarctic Mountains (North Victoria Land). Then the crustal evolution can be set in a more expanded regional scale, modelling the Early Proterozoic deep crustal evolution of the Gondwana supercontinent.

### **3.4.6 Studies on the climatic and glacial history of the Shackleton Range - Theron Mountains since Late Pleistocene time (AWI-P)**

The planned studies are to contribute to the reconstruction of the Late Quaternary environmental history of the periphery of East Antarctica in the Atlantic Ocean sector, especially in an area where large ice streams (Slessor Glacier, Recovery Glacier) discharge into a vast (Filchner-) ice shelf. For this purpose various natural data archives shall be investigated and sampled: fossil glacier ice in moraines, bottom sediments of melt-water lakes, organic deposits in breeding colonies of penguins.

Digging or shallow drilling will be carried out in the areas of Mt. Skidmore, Mt. Provender, Mount Gass, Stephenson Bastion, Read Mountains (Shackleton Range) and at Mount Faraway (Theron Mountains). In addition, hydrological and isotope-

hydrochemical studies of the perennially ice-covered melt-water lakes Folkerts, Notoc und Lundström are planned.

Sampling of glacier ice from bare ice areas as well as drilling of some 10 m long firn cores from accumulation areas (Fuchs Dome) is to reveal the modern isotope pattern ( $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ) of this marginal part of the East Antarctic Ice Sheet.

