



FS „POLARSTERN“
Expeditionsprogramm Nr. 9



ANTARKTIS V
4-5
1986/87



Z 432

9
1986

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
BREMERHAVEN, NOV. 1986

Expeditionsprogramm Nr. 9

FS "POLARSTERN"

ANTARKTIS - V/(4 - 5)

1986/87

Fahrtleiter:

ANT-V/4: Prof. Dr. H. Miller

ANT-V/5: Prof. Dr. W. Ernst

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

Bremerhaven

Oktober 1986

Deutscher Text

Seite 1 bis 35

English Text

Page 37 to 57

1 Einführung

Im Anschluß an die drei Fahrtabschnitte des Winter-Weddell-See-Projektes (WWSF 86), die FS "Polarstern" zum großen Teil im winterlichen Packeis der Weddell-See hinter sich gebracht hat, folgen zwei weitere Fahrtabschnitte ANT-V/4 und ANT-V/5.

Während der ersten Phase sind Versorgungsaufgaben für die Überwinterungsstation "Georg-von-Neumayer" zu übernehmen. Daneben ist ein breitgefächertes Programm von landgebundenen sowie marinen Forschungsaufgaben geplant. Das Spektrum reicht hier von glaziologischen Geländearbeiten im Rahmen des internationalen Filchner-Schelfeis-Programms auf dem Filchner-Schelfeis über aerophotogrammetrische Aufnahmen bis hin zu ozeanographischen und marin-geowissenschaftlichen Arbeiten in der südlichen Weddell-See.

Während der zweiten Phase, an deren Ende FS "Polarstern" etwa Mitte April 1987 wieder den Heimathafen Bremerhaven erreichen wird, werden entlang zweier Schnitte Spurenstoffuntersuchungen durchgeführt. Die Schnitte führen zum einen quer über den Südatlantik, zum anderen etwa längs des Greenwich Meridians über den Äquator bis in mittlere nördliche Breiten, mit dem besonderen Anliegen, daß die Fahrtroute so gewählt wird, daß möglichst oft der Wind FS "Polarstern" von vorne trifft, um optimale Probennahmbedingungen zu schaffen.

Auf beiden Fahrtabschnitten arbeiten Wissenschaftler aus mehreren deutschen und ausländischen Institutionen in gemeinsamen Meßprogrammen. Einzelheiten dieser Projekte sind in den folgenden Kapiteln dieses Heftes dargestellt.

2 Fahrtabschnitt ANT-V/4

2.1 Übersicht

Eine der wichtigsten Aufgaben von FS "Polarstern" während dieses Abschnitts ist die Versorgung und Entsorgung der "Georg-von-Neumayer-Station". Hier wird ein Austausch des wissenschaftlichen und technischen Personals erfolgen sowie die Bevorratung für die kommende Überwinterung. Gleichfalls wird im Rahmen internationaler Zusammenarbeit der Austausch der Besatzung der argentinischen Station "Belgrano III" mit FS "Polarstern" erfolgen.

Neben diesen Versorgungsaufgaben werden von FS "Polarstern" aus wiederum landgebundene Programme unterstützt, wie auch marine Untersuchungsprogramme durchgeführt. So wird in der Saison 86/87 eine große Meßkampagne auf dem Filchner Schelfeis (Filchner III) durchgeführt. Glaziologische, geodätische und geophysikalische Einzelprogramme dienen dem Ziel, Massenhaushalt und Dynamik des Filchner-Schelfeises zu studieren. Dabei soll entlang von zwei Traversen zum einen bis weit in den Süden des Filchner-Schelfeises vorgestoßen, zum anderen

quer zur Fließrichtung das Schelfeis gequert werden. In diesem Programm kommen auch die beiden Polarflugzeuge Do 228/100 zum Einsatz. Sie werden sowohl für Transportaufgaben eingesetzt als auch als Meßträger für aerophotogrammetrische Aufnahmen der Schelfeiskante und ausgewählter Gebiete der Shackleton-Ränge.

Während dieser Meßkampagne werden marin geologische und geophysikalische Untersuchungsprogramme in der südlichen Weddell-See in Fortführung und Ergänzung von Programmen der letzten Jahre durchgeführt. Sie dienen vorwiegend der Untersuchung des Aufbaus der oberen Stockwerke der Erdkruste und der Rekonstruktion der Sedimentationsgeschichte. Schließlich werden in einem ozeanographischen Programm geochemische und isopenphysikalische Untersuchungen zur Bildung antarktischen Bodenwassers in der südlichen Weddell-See durchgeführt. Strommesser- und Pegelverankerungen ergänzen diese Untersuchungen. Die Abb. 1 gibt eine allgemeine Übersicht über den geplanten Verlauf der Fahrtroute.

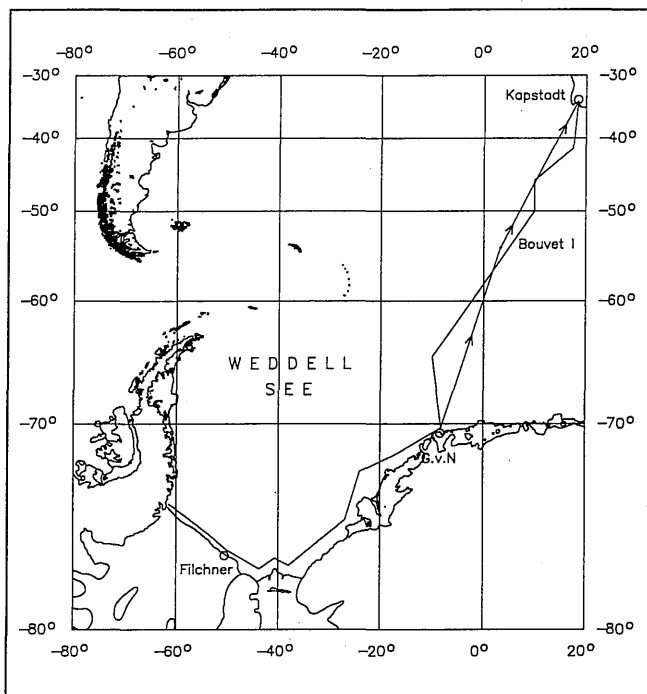


Abb. 1: Geplanter Fahrtverlauf für ANT-V/4
 Fig. 1: Planned Route during ANT-V/4

2.2 Forschungsprogramme

2.2.1 Filchner III, Massenhaushalt und Dynamik des Filchner-Ronne-Schelfeises (AWI, FHH, GIK, IEH, IFV, UBW)*

Filchner III ist die 3. Expedition im Rahmen des Filchner-Schelfeis-Projektes. Das Filchner-Schelfeis-Projekt ist Bestandteil einer internationalen Studie zur Erfassung und Beschreibung des Massenhaushalts und der Dynamik dieses zweitgrößten Schelfeises der Antarktis. Die Koordination dieser Studie, die als Langfristprogramm in die 90iger Jahre hineinreichen wird, liegt beim AWI.

Das Arbeitsprogramm auf dem Schelfeis wird von 4 interdisziplinär zusammengesetzten Arbeitsgruppen realisiert:

- 1. Schwere Traverse: 12 Wissenschaftler (Glaziologie, Geophysik und Geodäsie, Bohrtechnik)
- 2. Leichte Traverse: 4 Wissenschaftler (Geophysik und Geodäsie)
- 3. Schiffsgruppe: 2 Wissenschaftler (Geodäsie)
- 4. Fluggruppe: 3 Wissenschaftler (Photogrammetrie, Geodäsie, Geophysik).

Außerdem wird

- 5. eine geodätisch-geophysikalische Referenzstation auf festem Fels in "Belgrano II" eingerichtet

1 Wissenschaftler (Geodäsie).

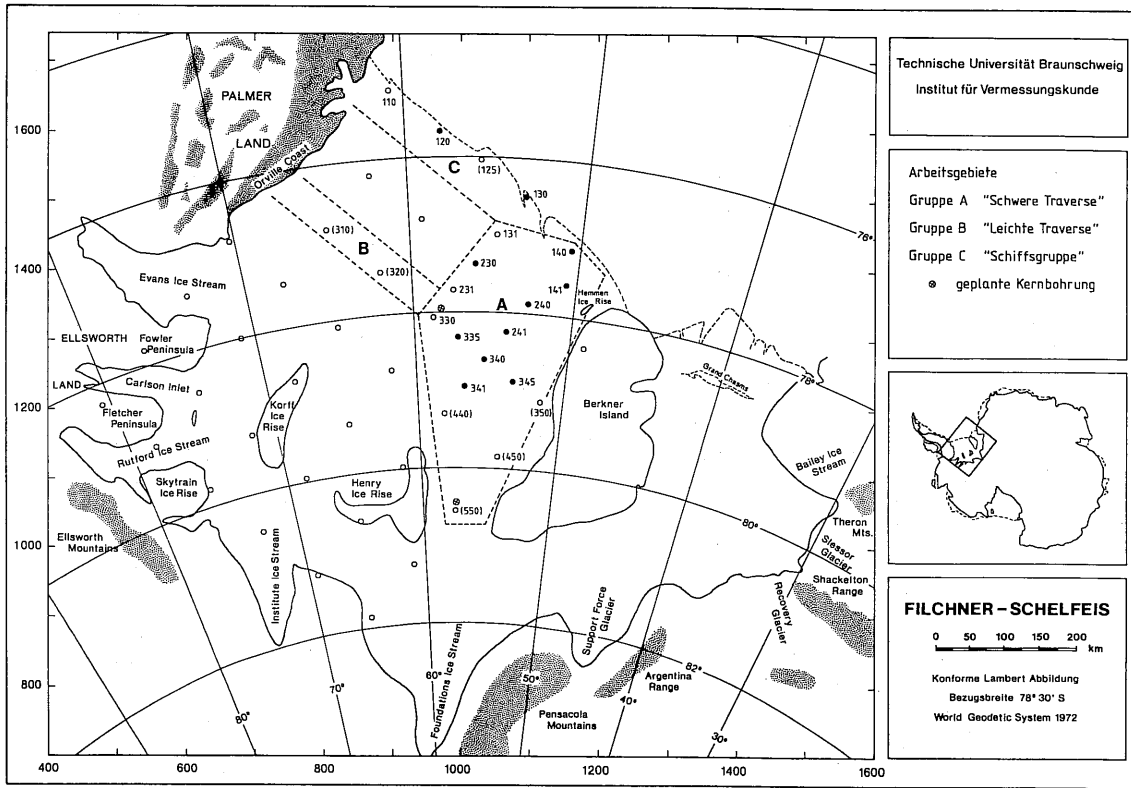
2.2.1.1 Glazialgeodäsie (IfV, IEH, GIK, UBM, FHH, AWI)

Der geodätische Beitrag zum glaziologischen Schwerpunktprogramm "Erforschung der Dynamik und des Massenhaushalts des Filchner-Schelfeises" besteht in der Erfassung der Fließbewegungs- und Verformungsparameter.

Die Messungen werden von allen vier Feldarbeitsgruppen in Verbindung mit der Referenzstation "Belgrano II" durchgeführt Abb. 2.

* Die Institutsabkürzungen in Klammern werden in Abschnitt 4 erklärt.

Abb. 2: Lageplan zu Fitchner III - Programm
 Fig. 2: Situation map for the Fitchner III - program



1. Im Rahmen der "schweren Traverse" planen die Geodäten (IfV, FHH) erstmalig ein motorisiertes trigonometrisches Nivellement mit einem durchschnittlichen Punktabstand von 1 km. Dieses Höhenprofil mit einer Genauigkeit $\pm 0,5$ m soll an der Filchnerstation (140) beginnen und über 240, 241, 340 bis 335 (Schmelzbohrung von 1985/86) führen. Im Bereich der geplanten 1. Bohrung ($\phi = 80^{\circ}25'S$; $\lambda = 57^{\circ}W$) sollen anschließend zwischen Berkner Island und Henry Ice Rise neue Strainfiguren eingerichtet und absolute Positionen mit Doppler-Satellitenempfängern bestimmt werden. Nach Möglichkeit werden die Strainfiguren durch Höhenprofile verbunden. Auf dem Rückweg sind in jedem Falle Wiederholungsmessungen in den 1985/86 erstmals beobachteten Figuren 330, 231 und 131 auszuführen.
2. Die Geodäten der "leichten Traverse" (IfE, UBM) werden zunächst in einem westlichen Parallelprofil zu 131 - 330 und ab 330 in einem eiskantenparallelen Profil von Berkner Island bis Orville Coast zahlreiche GPS-Stationen einrichten. Die Ableitung der Fließbewegungen soll aus den Daten einer Meßkampagne (Hin- und Rückmessung) erfolgen. Der Punktabstand der GPS-Stationen wird etwa 10 km betragen, in größerem Abstand sind Strainfiguren vorgesehen.
3. Für die geodätische "Schiffsgruppe" (GIK, IfE) besteht die vorrangige Aufgabe in der Durchführung der Wiederholungsmessungen in der 1983/84 erstmalig beobachteten Deformationsfigur 110 und in der Dehnungsfigur zwischen der Eiskante und Pkt. 130 (Nullmessung 1985/86). Neumessungen (Strain und Positionsbestimmungen) sind bei 125, Höhenanschlüsse an den Meeresspiegel bei 110 und 125 geplant und falls logistisch und zeitlich möglich, sollen GPS-Messungen auch noch südlich der Gitterlinie 110 bis 125 ausgeführt werden. Vorgesehen sind außerdem gravimetrische Messungen an allen Stationen.
4. Der Geodät der "Fluggruppe" (AWI) wird vorrangig GPS-Positionsbestimmungen Drushnaya, auf Berkner Island und bei der Shackleton Range für die Installation dreier Transponderstationen durchführen und weitere GPS-Punkte auf dem Filchner-Schelfeis östlich und westlich von Berkner Island beobachten.
5. Während der Feldkampagne werden in der Station "Belgrano II" von einem Geodäten (IfE) kontinuierliche Doppler- und GPS-Messungen durchgeführt, um genauigkeitssteigernde Translokationslösungen für die dreidimensionalen Positionsbestimmungen auf dem Schelfeis berechnen zu können.

2.2.1.2 Feldglaziologie auf dem Filchner-Schelfeis (AWI, BAW, GSF, IMG1)

Die 1983/84 im östlichen Teil des Filchner-Schelfeises begonnenen glaziologischen Arbeiten zur Ermittlung der Akkumulations- und Temperaturverteilung, bezogen auf 10-m-

Firntemperaturen, ergänzt durch eine mitteltiefe Bohrung (100 m) in 220 km Randabstand (Pkt. 340) wurden 1985/86 im mittleren Teil des Schelfeises fortgeführt, wobei spurenstoffglaziologische Aspekte besonders beachtet wurden.

Für 1986/87 ist die Fortführung des Programms analog 1983/84 geplant, wobei jedoch der Schwerpunkt der Aktivitäten in den Bereich zwischen dem Südteil von Berkner Island und Henry Ice Rise zum Foundation Eisstrom hin verlagert wird. Ein Traversenabschnitt soll dabei etwa die Punkte 351-550 des vorgegebenen Gitternetzes (Abb. 2) erfassen. Weitere Punkte auf Parallel- oder Querprofilen dazu sind vorgesehen. Die Erreichbarkeit dieser Positionen ist weitgehend von der Spaltensituation abhängig.

An den Meßpunkten werden Schneeprofile zur Ermittlung der jährlichen Akkumulationsraten aufgenommen. Zur Analyse dienen dabei die an Schneeproben gemessenen Isotopengehalte (¹⁸O), die eine exaktere Abgrenzung der Jahresschichten ermöglichen als die schneestratigraphischen Merkmale. Flachbohrungen bis 10 m Tiefe zur Ergänzung der Probennahme und Messungen der 10-m-Firntemperaturen sind weitere an den Gitter- und Zwischenpunkten durchzuführenden Arbeiten. Hierzu kommen nach Probennahmen für spurenstoffglaziologische Untersuchungen und die Ermittlung charakteristischer Parameter für Radarrückstreuung und Mikrowellenemission.

Den Hauptteil der Aktivitäten bildet die Fortführung des Bohrprogramms. Geplant sind zwei Kernbohrungen, von denen eine so weit südlich wie möglich (Pkt. 550) angesetzt werden soll, um durch die Schelfeisakkumulation hindurch das vom zentralen Inlandeisplateau abfließende Eis zu erreichen. Die zweite Bohrung soll im Bereich der EMR-wirksamen Zwischenschicht angesetzt werden (Pkt. 230). Das bereits 1983/84 erfolgreich erprobte Bohrgerät (RUB) wurde für den Einsatz bei Filchner III weiter verbessert und für Bohrtiefen bis 300 m ausgelegt.

Ergänzt wird dieses feldglaziologische Programm durch eine kontinuierliche Vermessung der Schelfeiskanten sowie deren Höhen mit Hilfe von Radar-Verfahren von Bord "Polarstern". Zum einen soll damit ein Vergleich des aktuellen Kantenverlaufs mit den vorhandenen Kartierungen und eine Interpolation zwischen den geodätisch vermessenen Punkten erzielt werden, zum andern soll eine Abschätzung der randlichen Schelfeismächtigkeiten ermöglicht werden.

2.2.1.3 Geophysikalische Untersuchungen (AWI)

In den vorangegangenen Feldkampagnen waren bereits verschiedene geophysikalische Verfahren zum Einsatz gekommen. Diese Arbeiten sollen zum Teil fortgesetzt werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf reflexions-seismischen und gravimetrischen Messungen.

Reflexions-seismische Messungen sind als Punkt-Sondierung (CMP-Verfahren) mit hohem Überdeckungsgrad mit folgenden Zielsetzungen vorgesehen:

- Bestimmung der Geschwindigkeitsverteilung von P- und S-Wellen im Schelfeis,
- Bestimmung der inneren Struktur des Schelfeises, soweit diese sich im verwendeten Wellenlängenbereich abbilden läßt,
- Bestimmung der Gesamtmächtigkeit des Schelfeises und der Dicke der Wasserschicht,
- Bestimmung des Aufbaus des obersten sedimentären Stockwerkes.

Diese Arbeiten werden vorwiegend in der Umgebung der Bohrungen durchgeführt. Entlang beider Traversen werden Schweremessungen routinemäßig durchgeführt, die Höhenbestimmung erfolgt teilweise trigonometrisch, teilweise barometrisch.

Aufbauend auf den Erfahrungen von Filchner I sollen an insgesamt 6 Punkten registrierende Gravimeter entlang der eiskantenparallelen und der eiskantensenkrechten Traverse über einen längeren Zeitraum eingesetzt werden. Neben den Gravimetern kommen 2-Komponenten-Neigungsmesser zum Einsatz, um auch die Verbiegung der Eisplatte zu erfassen. Ziel dieser Untersuchungen ist es, Information über die großräumigen gezeitenbedingten Bewegungen einer großen Schelfeisplatte zu erhalten. Des weiteren erhält man Information über die Laufzeiten und bevorzugten Bahnen der Gezeitenströmungen. Dies stellt u.a. einen Beitrag zum Problem der Anfrier- und Abschmelzvorgänge an der Eisunterkante dar.

2.2.1.4 GPS-Basislinienbestimmung zur Ableitung von Erdkrustenbewegungen der Antarktischen Platte (IEH)

Mit dem Global Positioning System (GPS) soll eine hochgenaue Basislinie auf der Antarktischen Platte zwischen der Antarktischen Halbinsel und dem Ostrand der Weddell-See bestimmt werden.

Während der glaziologischen Arbeiten auf dem Filchner-Schelfeis wird ein GPS-Empfänger TI 4100 auf der argentinischen Station "Belgrano II" eingesetzt. Durch gleichzeitige Beobachtungen mit GPS-Empfängern auf dem Nunatak und einer Station im nördlichen Teil der antarktischen Halbinsel soll eine Erstmessung für geodynamische Untersuchungen vorgenommen werden. Bei der späteren Auswertung der Simultanbeobachtungen können sehr genaue Relativkoordinaten zwischen den zwei Stationen abgeleitet werden.

Durch spätere Wiederholungsmessungen des Interstationsvektors werden Aussagen über Erdkrustenbewegungen der Antarktischen Platte möglich.

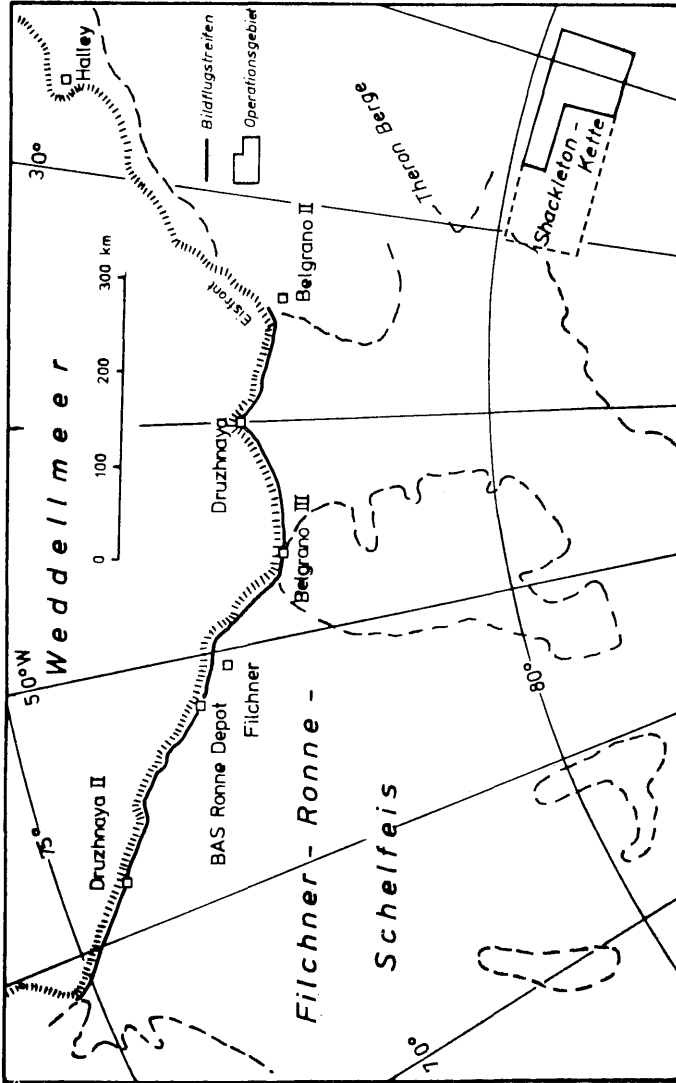


Abb. 3: Karte der für das Bildflugprogramm vorgesehenen Gebiete
 Fig. 3: Map with areas marked for areal photogrammetry

2.2.1.5 Photogrammetrie (IFAG, AWI)

Das geplante Bildflugprogramm ist in Abb. 3 dargestellt. Es sind 2 Hauptprogrammpunkte vorgesehen.

- Befliegung der Schelfeisfront zur erneuten Aufnahme, um Veränderungen der Eiskante in Lage und Form zu bestimmen. Daneben sollen die bisherigen Bildstreifen an die Antarktische Halbinsel angeschlossen werden.
- Befliegung des Ostteils der Shackleton-Kette in Fortsetzung der Arbeiten der Saison 85/86 und zur Herstellung von photographischen und Orthophotokarten 1 : 25.000 bzw. 1 : 50.000.

2.2.2 Sedimentgeologie (AWI)

In den Sedimenten des Weddell-Meeress sind Informationen aus der Vergangenheit gespeichert. Durch verschiedenartigste Untersuchungsmethoden sollen diese Informationen gewonnen werden und für eine modellhafte Rekonstruktion der spezifischen glazial-marinen Sedimentationsprozesse und deren zeitliche Veränderungen genutzt werden. Darauf aufbauend soll die Rekonstruktion der Sedimentationsgeschichte Hinweise auf die Paläozeanographie, die Vereisungsgeschichte des Antarktischen Kontinentes und somit auf die paläoklimatische Entwicklung geben.

Durch Untersuchungen der Sedimentzusammensetzung sollen die Anlieferung und Verteilung des terrigenen Materials oder die Produktion und Akkumulation von biogenen Hartteilen erforscht werden. Durch Korngrößenanalysen und Gefügeuntersuchungen (Radiographien) werden Informationen zur Sedimentanlieferung, -transport und -umlagerung gewonnen. Hieraus lassen sich Aussagen zur Entwicklung von Bodenwasserströmungen ableiten. Diese Fragestellung ist im Bereich des inneren Weddell-Meeress zwischen 20°W und 40°W, am Kontinentalhang und auf dem Schelf vor dem Filchner Eisschelf von besonderem Interesse (Abb. 4). Je nach der momentanen Eislage sollen hier frühere Probenahmestationen entlang der Schelfeisfront ergänzt werden durch Stationen, die auf Profilen senkrecht zur Schelfeisfront liegen.

Weiteres Probenmaterial soll für begonnene Arbeiten zur Verteilung benthischer Foraminiferenfaunen unter dem Aspekt einer Tiefenzonierung und/oder Assoziation an spezifischen Wassermassen entlang des Kontinentalrandes gewonnen werden.

Die Arbeiten zur Geröllverteilung auf dem Schelf ergaben fünf Provinzen unterschiedlicher Geröllzusammensetzung. Durch Schwermineralanalysen an Proben der Sedimentoberfläche sollen ähnliche Verteilungs-Provinzen ermittelt werden. Anschließend ist es auch möglich, an Sedimentkernen Schwermineralanalysen durchzuführen und die zeitliche Entwicklung der Verteilungs-Provinzen zu untersuchen. Die Ergebnisse können Informationen

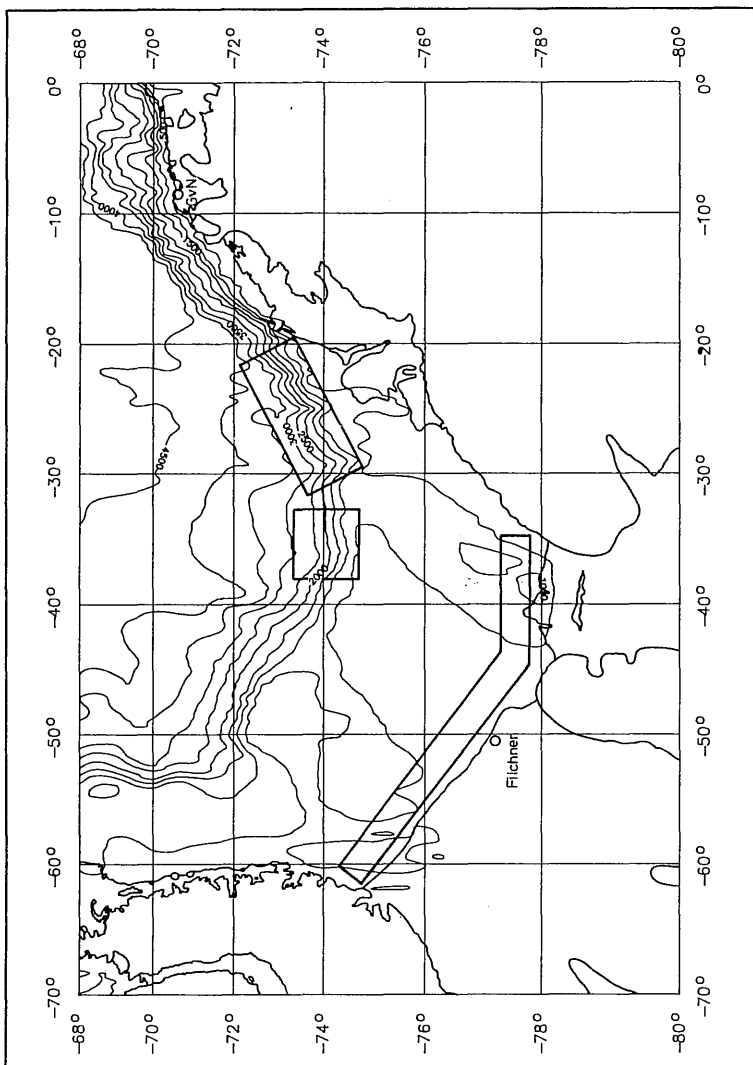


Abb. 4: Hauptarbeitsgebiete für die maringeowissenschaftlichen Untersuchungen in der südlichen Weddell See
 Fig. 4: Main areas of marine earth science investigations in the southern Weddell Sea region

über die vom Eis bedeckte Geologie des Kontinents und über Veränderungen in der Anlieferung durch das Inlandeis enthalten.

Ein während ANT-IV/3 gefahrenes weiträumiges Netz an niederfrequenten Sedimentecholot Profilen (3.5 kHz) ergab eine Karte unterschiedlicher Reflexionstypen der Sedimente. Dieses Profilvernetz soll verdichtet, und die zu den einzelnen Reflexionstypen gehörenden Sedimente beprobt werden. In Kombination hierzu soll die Morphologie des Meeresbodens mit dem SEABEAM-System erkundet werden. Dieses ist von besonderem Interesse am Kontinentalhang von Lyddan Island und Halley Bay, da hier eine stark gegliederte Morphologie mit kleinräumigem Wechsel der Sedimenttypen vorliegt.

Auf Grundlage der Erkundung mit dem SEABEAM-System und dem Sedimentecholot sollen je nach momentaner Eislage auf Traversen über den Kontinentalhang und im zentralen Bereich des Weddell-Meeress das Schwerelot zur Gewinnung möglichst langer und großvolumiger Sedimentkerne eingesetzt und der Kastengreifer für möglichst ungestörte Beprobung der Sedimentoberfläche und der obersten Schichten benutzt werden.

An Oberflächensedimenten, die mit dem Kastengreifer genommen wurden, soll die beginnende Diagenese des organischen Materials untersucht werden. Tiefen-Verteilungen von gelöstem molekularem Sauerstoff und Nitrat sollen gemessen und zur Bestimmung der benthonischen Respirationsrate benutzt werden. Die Resultate werden einen Einblick in die geographische Verteilung der Sedimentationsraten des organischen Materials geben.

Durch Silikatanalysen an Porenwasserproben von Kastengreifer- und Schwerelotkernen soll herausgefunden werden, wo im Sediment silikatische Komponenten (Skelett-Opal) gelöst werden.

2.2.3 Marine Geophysik (AWI, RUG)

In Fortsetzung und Ergänzung der geophysikalischen (vorwiegend seismischen Arbeiten der letzten Jahre sollen in der südlichen Weddell-See (Abb. 4) zur Erkundung der oberen Stockwerke der Erdkruste weiterführende seismische Arbeiten durchgeführt werden. Im einzelnen sind geplant:

- Hochauflösende seismische Reflexionsverfahren zur detaillierten Kartierung sedimentärer Strukturen im Frontbereich des Filchner-Schelfeises als Beitrag zu Untersuchungen der Sedimentationsgeschichte und alter Sedimentationsprozesse,
- refraktions-seismische Untersuchungen unter Verwendung von Ozeanboden-Seismographen zur Bestimmung der Geschwindigkeitsstruktur,

- Vermessung der Anomalien des Erdmagnetfeldes. Diese Arbeiten sollen bereits während der Anreise von und auch während der Rückreise nach Süd-Afrika durchgeführt werden.

2.2.4 Ozeanographie

2.2.4.1 Geochemisch-physikalisches Untersuchungsprogramm in der südlichen Weddell See (IUH, GIB, WHOI)

Ziel dieses Programms ist es, mehr über die Mechanismen zu erfahren, die an der Bildung des Bodenwassers in der Weddell-See beteiligt sind. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, daß das sogenannte Ice Shelf Water (ISW), welches durch Wechselwirkungen von Wasser und Eis unter den aufschwimmenden Eisschelfen gebildet wird, eine wichtige Rolle bei der Bildung des Weddell Sea Bottom Water (WSBW) spielt (Foldvik et al., 1985). Die Massenbilanz des Filchner-Eisschelfs wird ebenfalls durch diese Wechselwirkung beeinflusst.

Strömungsmesser-Beobachtungen an der Schwelle des Filchner-Grabens zeigten, daß ISW mit einer mittleren Temperatur von -2°C und einer Rate von $\text{ca. } 0.8 \times 10^{16} \text{m}^3 \text{sec}^{-1}$ das Schelf verläßt. Es fließt in Richtung des tiefen Weddell Beckens den Schelfabhang hinunter, mischt sich dabei mit Weddell Deep Water (WDW) und wird so in WSBW umgewandelt.

Gegenwärtig wird die Bildung des ISW mit folgendem Modell beschrieben: Im Winter wird nahe der Filchner-Ronne-Schelfeiskante durch Gefrieren von Seewasser eine sehr dichte Wassermasse gebildet. Verstärkt wird dieser Prozeß durch ablandigen Wind, der das Eis abtransportiert (wobei das Salz im Wasser verbleibt). Von vermutlich gleicher Bedeutung sind Gezeitenströmungen, die periodisch neugebildetes Eis an der Schelfeiskante anlagern bzw. eisfreie Flächen erzeugen. Dadurch bedingt dürfte das Volumen des in der Nähe der Schelfeiskante erzeugten Eises mindestens um einen Faktor 10 über der Produktion auf dem Schelf liegen. Das durch diesen Prozeß erzeugte Western Shelf Water (WSW) strömt nun, der Wirkung der Schwerkraft folgend, in tiefere Gebiete wie den Filchner-Graben ein. Durch die Filchner-Schwelle wird es dort zumindest teilweise am weiteren Absinken gehindert und in südliche Richtung unter das Eisschelf abgelenkt. Genauso dürfte ein anderer Teil des WSW unterhalb des Ronne-Eisschelfs in südlicher Richtung fließen, um dann südlich von Berkner Island in den Filchner-Graben einzuströmen.

Wasser in Kontakt mit der Eisschelf-Unterkante wird, hauptsächlich durch Abschmelzen des Gletschereises bedingt, bis zum in-situ-Gefrierpunkt abgekühlt. Dieses ISW mit $\text{ca. } -2.3^{\circ}\text{C}$ fließt auf dem seiner Dichte entsprechenden Tiefenhorizont am westlichen Abhang des Filchner-Grabens in nördlicher Richtung bis zur Schwelle, über die es dann wie beobachtet hinwegströmt.

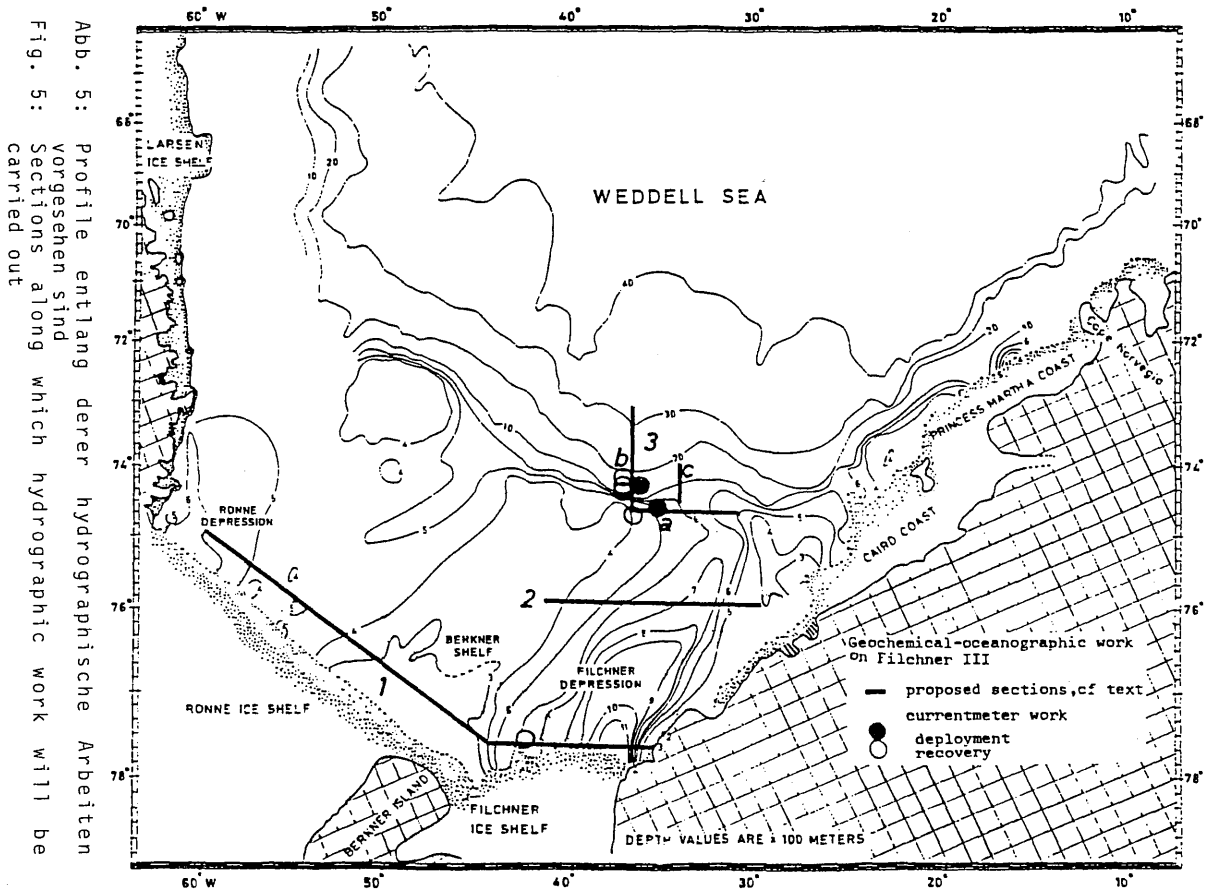


Abb. 5: Profile entlang derer hydrographische Arbeiten
 vorgesehen sind
 Fig. 5: Sections along which hydrographic work will be
 carried out

Die Bedeutung dieser extrem kalten Wassermasse für die Tiefenwasserbildung wird aus dem nichtlinearen Verhalten der Zustandsgleichung für Salzwasser ersichtlich, derzufolge die Kompressibilität mit abnehmender Temperatur deutlich zunimmt. ISW mit $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ stellt daher eine dichtere Wassermasse dar als WSW mit $-1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, obwohl Salzgehalt und umgebendes Wasser dieselben sind.

Vernünftigerweise sollte das Volumen des im Winter gebildeten WSW und folglich das Volumen von ISW mit dem lokalen Klima auf dem Schelf zusammenhängen: strenge Winter führen zu einer stärkeren Auskühlung als milde Winter. Mit der Beobachtung der den Schelfabhang hinunterfließenden ISW-Menge könnte man also ein Bindeglied zwischen der Produktion von Tiefenwasser und Klimaschwankungen auf dem Schelf erhalten. Daher wurde auch vorgeschlagen, solche Beobachtungen innerhalb des WOCE-Programms zu leisten.

Direkte Beobachtungen über die Strömungen unter dem Filchner-Ronne-Eisschelf liegen bisher noch nicht vor. Die Topographie unterhalb der Eisschelfe ist weitgehend unbekannt, daher ist es schwierig, die möglichen Wege des dichten WSW vorherzusagen.

Jedoch haben sich, neben den klassischen Parametern Temperatur und Salzgehalt, die Spurenstoffe ^{18}O und ^4He als äußerst nützlich zum Studium der Wasser-Eis-Wechselwirkung unterhalb der Eisschelfe erwiesen (Weiss et al., 1979, Schlosser, 1986). So zeigten Messungen an auf ANT-III (1985) erhaltenen Proben eine deutliche auf das Abschmelzen von Eis zurückführbare Markierung der ISW-Wassermasse in der Form ihrer ^{18}O - bzw. ^4He -Konzentration: Einerseits ist ISW durch die Beimischung von isotopisch sehr leichtem Filchner-Eisschelf-Schmelzwasser sehr stark im ^{18}O abgereichert. Andererseits führt das Auflösen von im Schelfeis befindlichen Luftblasen zu einer starken ^4He -Übersättigung im ISW. Daher können diese Spurenstoffsignale zur Abschätzung des Schmelzwasseranteils an den Wassermassen im Filchner Graben herangezogen werden und ermöglichen es, die Bedeutung von ISW für den WSBW-Bildungsprozess genauer zu bestimmen.

Während Filchner III ist, basierend auf den bisher erhaltenen Ergebnissen, ein detailliertes ^{18}O und ^4He -Probennahmeprogramm geplant. Um Zeitinformationen über die Zirkulation des ISW zu erhalten, sollen zusätzlich Tritium- und Freon-Proben genommen werden. Diese geochemische Probennahme soll durch ein CTD und Strömungsmesser-Verankerungsprogramm ergänzt werden. Die Arbeiten werden entlang von 3 Profilen (Abb. 5) durchgeführt, sofern es die Eisverhältnisse erlauben.

2.2.4.2 Physikalische Ozeanographie in der östlichen Weddell-See (AWI, GIB)

Bislang stellten die ozeanographischen Untersuchungen im östlichen Teil der Weddell-See nur relativ kurzfristige Aufnahmen dar. Um einen Eindruck über den Charakter und die Intensität der Fluktuationen zu gewinnen, die dem Zirkulationssystem des Weddellwirbels aufgeprägt sind, ist eine Reihe von Langzeitmessungen geplant. Diese Messungen sollen mit verankerten Strömungsmessern, Thermistorketten und Pegeln im Winter 1986/87 begonnen werden.

Zum Spektrum der zu untersuchenden Fluktuationen zählen die Gezeiten, für die sowohl eine größere Anzahl von Partialtiden, als auch ein Teil der längerperiodischen unter ihnen bestimmt werden soll. Im Gebiet um Vestkapp sollen die mesoskaligen Fluktuationen des Küstenstroms erfaßt werden. Dabei werden Schelfrand- und interne Kelvinwellen erwartet, die im Periodenbereich von 5 bis 20 Tagen auftreten. Ihre Ausbreitungseigenschaften sollen durch Messungen längs der Küste untersucht werden. Die Fluktuationen des Weddellwirbels sollen durch eine zusätzliche Verankerung bei der Bouvet-Insel erfaßt werden.

Die geplanten Messungen beginnen während ANT-V/3 mit der Auslegung von 3 Strommesser- und Thermistorkettenverankerungen und einem Pegel im Bereich von Vestkapp. Um eine Meßdauer von 3 - 4 Monaten zu erreichen, sollen diese Verankerungen auf der Rückreise während ANT-V/4 aufgenommen und der Pegel ausgetauscht werden. Ferner soll je eine Pegelverankerung in der Atkabucht und bei der Bouvet-Insel ausgebracht werden. Dies soll ebenfalls auf der Rückreise erfolgen, um 1988 eine unterbrechungsfreie Fortsetzung der Messungen zu gewährleisten.

2.2.4.3 Probennahme von Meerwasser und -eis für ^{210}Po - und ^{210}Pb -Analysen (ILMR)

Die Konzentrationen der natürlich vorkommenden Nuklide ^{210}Po und ^{210}Pb im marinen Oberflächenwasser sind gut bekannt, genauso wie die Tatsache, daß das $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ -Aktivitätsverhältnis in mehr als 90 % aller Proben typischerweise bei etwa 0.6 liegt, also unter 1. Allerdings gibt es bisher wenige Daten über ^{210}Po und ^{210}Pb im Meerwasser aus antarktischen Gewässern.

Während der SIBEX-I Expedition des FS "Agulhas" (1984) wurden sechs Oberflächenwasserproben auf ^{210}Po und ^{210}Pb analysiert. Erstaunlicherweise lag damals bei 5 der 6 Proben das $^{210}\text{Po} / ^{210}\text{Pb}$ -Verhältnis über 1. Der Zweck dieser Probennahme besteht nunmehr darin, das Problem anhand einer größeren Probenmenge aus der Antarktis weiterzustudieren. Falls $^{210}\text{Po} / ^{210}\text{Pb}$ -Verhältnisse über 1 typisch für bestimmte antarktische Gebiete

sein sollten, kann dies wertvolle Hinweise über die Prozesse, die für die Entfernung von Nukliden aus den antarktischen Oberflächenwasser verantwortlich sind, liefern.

2.2.5 Lebendhälterung und Benthosuntersuchungen (AWI)

Aufbauend auf die Ergebnisse und das Material des Fahrtabschnittes ANT-V/3 wird die Lebendhälterung von ausgewählten Mollusken, Fischen und Crustaceen in Bordaquarien fortgesetzt. Verhaltensbeobachtungen, morphometrische sowie stoffwechselphysiologische Messungen geben Aufschluß über interspezifische Wechselwirkungen, Wachstum und Ernährungszustand der gehälterten Organismen.

In Zusammenarbeit mit geologischen Arbeitsgruppen werden Kastengreifer-Proben entnommen. Der Gonadenreifezustand des so gewonnenen Makrozoobenthos-Materials wird ermittelt, um Hinweis auf den Fortpflanzungszyklus der betreffenden Organismen zu erhalten.

2.2.6 Anorganische Spurenstoffuntersuchungen auf GvN (IACR)

Während des Aufenthaltes auf GvN im Dezember 1986 und Januar 1987 sollen verschiedene anorganische Spurenstoffe in Aerosolproben sowie Schnee- und Eisproben bestimmt werden.

Ein Schwerpunkt der Arbeiten wird die Analyse verschiedener Schwermetalle, wie z.B. Pb, Cd, Cu, Zn, Cr und Ni sein. Durch die Untersuchung von Tiefenprofilen der Konzentration dieser Elemente im Schnee sowie durch Bestimmung der Metallgehalte in verschiedenen Abständen zur Eiskante soll eine eventuelle jahreszeitliche Schwankung, z.B. durch maritime Einflüsse, erkannt werden. Bei den Aerosoluntersuchungen sollen durch die gleichzeitige Berücksichtigung von Leitelementen Rückschlüsse auf die Quellen der genannten Schwermetalle im antarktischen Aerosol gezogen werden. Die Analysen der Schwermetallkonzentrationen sollten mittels voltammetrischer Verfahren und der massenspektrometrischen Isotopenverdünnungsanalyse (MS-IVA) erfolgen.

Ähnliche Untersuchungen sollen Halogenid- und Nitratspuren durchgeführt werden. Hier sollen neben der MS-IVA ionenchromatographische Nachweisverfahren angewandt werden. Durch die Analyse von Tiefenprofilen der NO_3 -Konzentrationen im Schnee sollen zusätzliche Kenntnisse über evtl. jahreszeitliche Veränderungen in der Atmosphäre gewonnen werden, als auch mögliche Nitratersetzungen in den oberen Schneeschichten (z.B. durch Sonneneinstrahlung) untersucht werden.

3 Fahrtabschnitt ANT-V/5

3.1 Übersicht

Auf der Rückfahrt der "Polarstern" von Kapstadt nach Bremerhaven sollen Spurenstoffuntersuchungen im oberflächennahen Ozeanwasser und in der marinen Atmosphäre durchgeführt werden. Hauptaugenmerk wird darauf gelegt werden, herauszufinden, wie sich die Spurenstoffe in ihrer Konzentration und relativen Zusammensetzung in Abhängigkeit von der geographischen Breite und der damit verbundenen anderen Umweltbedingungen verändern. Es ist daher vorgesehen, von Kapstadt aus möglichst weit nach Süden zu fahren, um über die Antarktische Konvergenz hinaus die zirkumpolar strömenden Wasser- und Luftmassen zu erreichen. Nach einem Schnitt auf dem Atlantik durch die Subtropen und Tropen soll der Einflußbereich der industrialisierten mittleren Breiten (Nordamerika, Westeuropa) nach Norden hin auf dem Atlantik überschritten werden, um einen möglichen Abfall der Spurenstoffkonzentration zur Arktis hin dokumentieren zu können. Da luftgetragene Spurenstoffe auf dem Schiff nur dann unkontaminiert gesammelt werden können, wenn der Relativwind vom Bug weht, ist es vorgesehen, nach aktuellen meteorologischen Gesichtspunkten zu navigieren und damit die genaue Route erst während der Fahrt festzulegen. Dabei soll außerdem versucht werden, die allgemeinen Seefahrtswege zu meiden und nicht in ablandige Luftströmungen in der Nähe der Kontinente zu gelangen, so daß repräsentative maritime Bedingungen über dem Atlantik erfaßt werden können. Bei den luftchemischen Untersuchungen sind folgende Schwerpunkte vorgesehen: 1. Stickoxide und Ozon und andere photochemische Reaktionsprodukte. 2. Schwefelkomponente in der Gasphase, im Aerosol und im Regenwasser. 3. Halogenierte Kohlenwasserstoffe. Die Seewasseruntersuchungen konzentrieren sich auf 1. im Wasser gelöste und im Phytoplankton enthaltene Schwefelkomponenten, 2. halogenierte Kohlenwasserstoffe, 3. Xenobiotika (e.g. Schwermetalle, chlorierte Kohlenwasserstoffe) im Wasser, Photoplankton und im Zooplankton.

Die gleichzeitige Erfassung vieler Komponenten einer Stoffgruppe in Atmosphäre und Ozean erleichtert es, sich ein schlüssiges Bild von den Spurenstoffsituationen und ihren Ursachen über den verschiedenen Gebieten des Süd- und Nordatlantiks zu machen und die Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre besser quantifizieren zu können.

3.2 Forschungsprogramme

3.2.1 Stabile Schwefelisotope im maritimen Aerosol (BKG)

Über dem Ozean wird im Aerosol ein Sulfatanteil gefunden, der nicht dem Seesalz zugerechnet werden kann. Diese Unterscheidung wurde aufgrund der unterschiedlichen Größenverteilungen der Sulfatpartikel und der Seesalzpartikel getroffen. Es soll

während der Fahrt versucht werden, auch aufgrund der Verhältnisse der stabilen Schwefelisotope in großenfraktionierten Aerosolproben unterschiedliche Quellen dieser Sulfatanteile zu dokumentieren. Eventuell ist es sogar möglich, diese Quellen aufgrund der gemessenen Schwefelisotope im Aerosol zu identifizieren und in den verschiedenen Gebieten des Atlantiks unterschiedliche Anteile dieser Quellen ausmachen zu können. Während der Fahrt werden mit einem High-Volume-Mehrstufen-Impaktor die Aerosole großenfraktioniert gesammelt und anschließend im geochemischen Institut der Universität Göttingen analysiert.

3.2.2 Reduzierte Schwefelverbindungen in der marinen Grenzschicht (IMGF, MPIC, BKG)

Einen wichtigen Beitrag innerhalb des atmosphärischen Schwefelkreislaufs liefert der Ozean als Quelle von Dimethylsulfid (DMS) und anderen biogenen Schwefelkomponenten (u.a. COS). DMS wird von Algen in den oberflächennahen Schichten der Ozeane freigesetzt und wegen der hohen Übersättigung im Wasser an die Atmosphäre abgegeben. Durch Messungen im Wasser und in der Luft soll die Quellstärke von DMS in den verschiedenen Gebieten des Atlantiks abgeschätzt und ihr Zusammenhang mit meeresbiologischen Parametern (siehe Untersuchung Dr. Kirst, Bremen) herausgearbeitet werden. In der Luft wird DMS durch Gasphasenreaktionen zu Schwefeldioxid (SO₂) und Methansulfonsäure (MSA) umgewandelt. Schwefeldioxid kann dann weiter zu Sulfat oxidiert werden. Alle drei Komponenten SO₂, MSA und Sulfat sollen in der marinen Grenzschicht nachgewiesen werden, um das Schicksal des DMS in der marinen Atmosphäre verfolgen zu können.

3.2.3 Niedermolekulare Halogen-Kohlenwasserstoffe (ILMR)

Die Anwendung moderner analytischer Methoden hat in den letzten Jahren zur Entdeckung der weiten Verbreitung einer Vielfalt von niedermolekularen Halogen-Kohlenwasserstoffen in vielen Umweltproben geführt, unter anderem in ozeanischem Wasser und der Atmosphäre. Die Ursprünge dieser Stoffe sind sowohl auf biogene (besonders der bromierten und iodierten Verbindungen) als auch auf anthropogene Quellen (besonders der chlorierten Verbindungen) zurückgeführt worden. Ihre Konzentrationen und deren Gradienten im Meerwasser und in der Atmosphäre sind zur Berechnung der Massen-Transporte in der Atmosphäre und im Meer herangezogen worden.

Auf diesem Fahrtabschnitt sollen die Konzentrationen der folgenden Verbindungen gemessen werden: CHCl₃, CHBrCl₂, CHBr₂Cl, CHBr₃, CCl₄, CH₃CCl₃, CHCl = CCl₂ und CCl₂ = CCl₂.

Die Konzentrationen über Tiefenprofile von gefiltertem und ungefiltertem Meerwasser sollen bestimmt und mit anderen Meerwasserbestandteilen, biogenen sowie anthropogenen, mit Nährstoffen usw. verglichen werden. Es soll gleichzeitig versucht werden, Luftproben zu sammeln und zu analysieren.

Es wird erwartet, daß die zu gewinnenden Daten Abschätzungen von Austauschrichtungen und -raten zwischen Meerwasser und Atmosphäre erlauben und zur Kenntnis globaler Massenbilanzen dieser Verbindungen beitragen werden.

3.2.4 Organische Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen in Aerosolen und Regenwasser (GPIH)

An Aerosol- und Regenwasserproben wird als Summenparameter der Gesamtgehalt an C_{org} und N_{org} bestimmt. Sodann werden zur chemischen Charakterisierung der organischen Substanz individuelle Zucker und Aminosäuren bestimmt. Es ist zur Zeit nicht bekannt, wieviel C_{org} und N_{org} durch Hydrometeore zwischen Atmosphäre und Ozean umgesetzt wird und welchen Beitrag Zucker und Aminosäuren zur organischen Substanz der Hydrometeore liefern.

Diese Verbindungen können (a) Energiequelle für Organismen und (b) Transportmedium für Spurenmetalle (Komplexbildung) sein. Als Bestandteile von Hydrometeoriten der maritimen Atmosphäre sind sie daher von Interesse beim Studium der biogeochemischen Stoffkreisläufe zwischen Ozean und Atmosphäre.

3.2.5 Untersuchungen anorganischer Spurenstoffe auf dem Atlantik (IACR)

Auf diesem Fahrtabschnitt sollen Süd/Nord-Konzentrationsprofile verschiedener anorganischer Spurenstoffe in Aerosolproben, Regenproben und solchen aus dem Oberflächenwasser des Meeres bestimmt werden.

Unter den zu untersuchenden Schwermetallen befinden sich Pb, Cd, Cu, Zn, Cr und Ni, die mit der massenspektrometrischen Isotopenverdünnungsanalyse bzw. mit Hilfe der Voltammetrie analysiert werden sollen. Durch gleichzeitige Bestimmung von Leitelementen, wie z.B. Al, Mn und V, soll der kontinentale bzw. anthropogene Einfluß auf die Schwermetall-Konzentrationsprofile ermittelt werden. Der maritime Einfluß kann durch Bestimmung der entsprechenden Schwermetalle im Oberflächenwasser des Meeres erfaßt werden.

Vergleichbare Untersuchungen sollen für Nitratspuren in Niederschlagsproben und dem Oberflächenwasser des Meeres erfolgen, um so vor allen Dingen zusätzliche Kenntnisse über den anthropogenen Anteil zu erhalten. Die Aufarbeitung der Proben soll weitgehend unter "Reinraumbedingungen" auf der

"Polarstern" stattfinden (Verwendung einer "Reinen Werkbank"), während die instrumentelle Vermessung der Proben an der Universität Regensburg durchgeführt wird.

3.2.6 Atmosphärische-chemische Untersuchungen in der maritimen Grenzschicht (KFA)

Es ist beabsichtigt, eine Reihe von Messungen durchzuführen mit dem Ziel, die Verteilungen einer Reihe von wichtigen gasförmigen Spurenbestandteilen in der Atmosphäre zu bestimmen. Da hierbei gleichzeitig eine ganze Reihe der wichtigsten Komponenten erfaßt werden, stellen solche Datensätze nicht nur wichtige Basisinformationen für das Verständnis der atmosphärisch-chemischen Vorgänge in maritimer Reinluft und globaler Spurenstoffbilanzen dar, sondern erlauben auch die Überprüfung von Modellrechnungen.

Geplant sind Messungen von Kohlenwasserstoffen, Stickoxiden, Ozon, verschiedener Aldehyde sowie - indirekt über die ^{14}CO Bilanz - eine gemittelte OH-Radikalverteilung. Die verschiedenen Messungen werden in den einzelnen Kurzbeschreibungen vorgestellt.

3.2.6.1 Breitenverteilung von Aldehyden in der atmosphärischen Grenzschicht über dem freien Ozean (ICH3)

Aldehyde sind wichtige Zwischenprodukte, die bei der photochemischen Oxidation von Kohlenwasserstoffen entstehen. In Reinluft ist dieser Prozeß die überwiegende Quelle für die Gruppe von Spurengasen. Formaldehyd (CH_2O) und Acetaldehyd (CH_3CHO) sind darunter die am häufigsten vorkommenden Substanzen. Die Breitenverteilung beider Gase soll untersucht werden. Die Meßmethode umfaßt zwei Schritte: 1. Anreicherung der Aldehyde aus großen Luftproben (1 m^3) in einer wässrigen 2.4-DNPH-Lösung. 2. Nachweis der Aldehyde in Form von Derivaten des 2.4.-DNPH mittels Hochleistungs-Flüssig-Chromatographie.

Anhand der Ergebnisse wird versucht werden, die photochemische Bildungsrate der beiden Aldehyde abzuschätzen.

3.2.6.2 Messungen des troposphärischen Ozongehaltes und Bestimmung der Konzentration von ^{14}CO (ICH2)

Ozon ist aus luftchemischen (Vorläufer für OH-Radikale, Abbau von Spurengasen) klimatischen und toxikologischen Gründen eines der wichtigsten Spurengase. Um die natürlichen Prozesse, welche die Ozonbilanz kontrollieren, und eine anthropogene Beeinflussung verstehen zu können, ist es wichtig, die räumliche und zeitliche Verteilung von Ozon in beiden Hemisphären zu kennen.

Es sollen täglich, d.h. etwa alle 3^o, Ballonsonden zur genauen Bestimmung der vertikalen Verteilung von Ozon geflogen werden. Dabei kommen modifizierte elektrochemische Sensoren zum Einsatz, die insbesondere auf die Messung von Ozon in der Troposphäre angepaßt sind. Dieses Experiment soll als Ergebnis eine zweidimensionale (Breite/Höhe) Verteilung liefern, die dann im Zusammenhang mit den übrigen Daten (Strahlung, Kohlenstoffe, NO_x etc.) Informationen über die Bildungsmechanismen von Ozon in unterschiedlichen Luftmassen liefern soll.

¹⁴CO kommt in der Atmosphäre mit einem Mischungsverhältnis von etwa 10⁻¹⁹ bis 10⁻²⁰ vor. Gebildet wird es durch die Reaktion von kosmischen Neutronen mit atmosphärischem Stickstoff und anschließende Reaktion der ¹⁴C Atome mit Sauerstoff. Die Produktionsrate von ¹⁴CO ist als Funktion von Höhe und geographischer Breite bekannt. Der Abbau von ¹⁴CO erfolgt fast vollständig über die Reaktion mit OH-Radikalen in der Atmosphäre. Kennt man die Konzentration von atmosphärischem ¹⁴CO, so läßt sich daher die Konzentration der OH-Radikale aus einer ¹⁴CO Bilanz ermitteln.

In der geplanten Kampagne soll die Breitenabhängigkeit der ¹⁴CO Konzentration bestimmt werden. Zur Messung wird an Bord des Schiffes CO (einschließlich ¹⁴CO) aus etwa 200 m³ Luft chemisch angereichert. Im Labor wird dann der ¹⁴C Gehalt der Proben bestimmt. Dieses Verfahren wurde bereits bei mehreren Feldexperimenten erfolgreich eingesetzt.

3.2.6.3 Messungen von Breitenabhängigkeiten und Tagesgängen für atmosphärische Kohlenwasserstoffe (ICH3)

In den letzten Jahren hat sich gezeigt, daß die Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe eine wichtige Rolle für die Chemie der marinen Atmosphäre spielen. Eine besondere Bedeutung kommt dabei den leichten Alkenen (Ethen und Propen) zu, da diese auf Grund ihrer hohen Reaktivität gegenüber OH-Radikalen und O₃ erheblich zu den in der Atmosphäre ablaufenden photochemischen Reaktionen beitragen. Zu den Reaktionsprodukten gehört - neben verschiedenen Aldehyden und Ketonen in Gegenwart von Stickoxiden auch Peroxiacetylnitrat, dessen Messung im Rahmen dieser Untersuchung ebenfalls geplant ist.

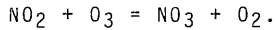
Neben verschiedenen reaktiven Spurengasen mit vorzugsweise maritimen Quellen werden auch eine Reihe von Spurengasen weitgehend kontinentalen Ursprungs erfaßt, wie z.B. Benzol, die leichten Alkyларomaten, Acetylen, Tri- und Tetrachlorethen usw. Daraus lassen sich Informationen über die Verteilung von Quellen und Senken sowie den großräumigen Transport von Spurenstoffen gewinnen.

Die Messungen erfolgen gaschromatographisch nach Anreicherung der Spurenstoffe aus ca. 1 - 2 l Luft. Die Messungen werden zum Teil mit an Bord befindlichen Geräten durchgeführt als auch durch Sammeln von Gesamtluftproben und spätere Analyse im

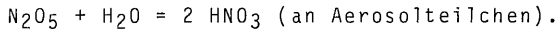
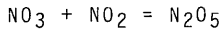
Labor. Die Nachweisgrenzen liegen im unteren ppt Bereich und sind damit im allgemeinen auch für maritime Reinluft ausreichend.

3.2.6.4 Messung von NO₃, NO₂, O₃, SO₂ und CH₂O (ICH3)

Nitratradikale (NO₃) entstehen praktisch ausschließlich durch die Reaktion von Ozon mit NO₂:



Ihr Abbau erfolgt durch zahlreiche Prozesse, u.a. durch heterogenen Verlust von N₂O₅:



Kontinentale NO₃-Konzentrationen erreichen von wenigen ppt bis ~300 ppt, die Lebensdauer dieser Radikale liegt fast immer unter einer Stunde (Platt et al., 1984).

Jedoch liegen bisher über Konzentration und Abbaugeschwindigkeit von NO₃-Radikalen in der maritimen Grenzschicht keinerlei Messungen vor.

Auf der "Polarstern"-Fahrt sind daher kontinuierliche Messungen der Konzentration von NO₃ und O₃, daneben auch von SO₂ und CH₂O vorgesehen. Diese werden Aufschluß über die Breitenverteilung von NO₃ sowie der Senken dieser Spezies geben. Zudem wird die Datenbasis der Verteilungen von NO₂, SO₂ und CH₂O durch Messungen mit einem unabhängigen Verfahren (DOAS, s.u.) ergänzt.

Darüber hinaus ermöglicht die Kenntnis der maritimen NO₃-Konzentration eine quantitative Berechnung des Abbaus von Dimethylsulfid (DMS) durch Reaktion mit NO₃. Die bisher auf kontinentalen NO₃-Messungen beruhenden Hypothesen (z.B. Winter et al., 1984; Andreae et al., 1985) wären damit überprüfbar.

Meßtechnik

Der Nachweis aller oben genannten Spezies erfolgt mittels differentieller optischer Absorptionsspektroskopie (DOAS) im Wellenlängenbereich von 290-670 nm (Platt et al., 1983). Die Absorptionsstrecke von 1 km Länge wird 200-mal gefaltet, so daß die Länge der Apparatur nur etwas über 6 m beträgt. Mit dieser Anordnung werden folgende Meßgrenzen erreicht:

NO₃: 1ppt, NO₂: 80 ppt, O₃: 2 ppb, SO₂: 30 ppt, CH₂O: 200 ppt.

Literatur

Andreae, M.O., R.J. Ferek, F. Bermond, K.P. Byrd, R.T. Engstrom, S. Hardin, P.D. Houmère, F. LeMarrec, H. Raemdonck, and R.B. Chatfield, - J. Geophys. Res. D90, 12.891-12.900, 1985.

- Platt, U., and D. Perner, - Springer Ser. Optical Sci. 39, 95-105, 1983.
- Platt, U., A.M. Winer, H.W. Biermann, R. Atkinson, and J.N. Pitts, - Environm. Sci. Techn. 18, 365-369, 1984.
- Winer, A.M., R. Atkinson, and J.N. Pitts, - Science 224, 156-159, 1984.

3.2.7 Acetonitril in der Atmosphäre (MPIC)

Acetonitril (CH_3CN) ist ein organischer Spurenstoff, der Stickstoff in reduzierter Form enthält. Die Substanz wird sowohl bei Biomassenverbrennung als auch in Kfz-Motoren produziert. Sein Anteil am Gesamtstickstoffkreislauf in der Atmosphäre ist unsicher, aber vermutlich klein.

Ziel dieser Schiffsmessung ist es, maritime Luftmassen auf ihren Gehalt an Acetonitril zu untersuchen, um eine Aussage über die Verteilung zwischen Kontinent und Meer zu erhalten, sowie Aufschluß über die Frage zu gewinnen, ob der Ozean eine effektive Senke für Acetonitril ist. Dazu werden auf dem Schiff Luftproben gesammelt und mit gaschromatographischen Verfahren analysiert.

3.2.8 Spurenstoffmessung mit abstimmbarem Diodenlaser-Spektroskopie (MPIC)

Angestrebtes Ziel:

- Überprüfung der Theorie der maritimen Photochemie
- Messung der Breitenabhängigkeit der photochemischen Aktivität in maritimer Luft

Als Indikator ist die Messung der bei der Photooxidation von Kohlenwasserstoffen auftretenden intermediären Spurenstoffe CH_2O und H_2O_2 beabsichtigt. In der Luft über Ozeanen bleibt einige Tage nach ihrer Abkoppelung von den Festland-Emissionen nur noch Methan als wesentlicher Restkohlenwasserstoff übrig, so daß sehr gute theoretische Voraussagen auf Grund dieses simplen Systems möglich werden. Zur Messung von CH_2O und H_2O_2 wird ein abstimmbares Diodenlaser-Absorptionssystem benutzt, das in einem Container an Deck der "Polarstern" untergebracht ist. Die Luft wird kontinuierlich durch eine Zelle bei 20 mbar gesaugt, wobei das in einem White-System gefaltete Laserlicht 200 m zurücklegt. Die Nachweisgrenze liegt bei einigen 10 ppt. Zusätzlich werden noch O_3 , die Sonnenlichtintensität und NO_2 gemessen.

Diese letzteren Daten reichen mit den von den übrigen Teilnehmern erfaßten Parametern aus, um eine theoretische Aussage bezüglich CH_2O und H_2O_2 zu machen.

3.2.9 Schwefelzyklus Ozean-Atmosphäre: Gehalt an Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP) im Phytoplankton (UB)

Dimethylsulfid (DMS) ist mengenmäßig die wichtigste flüchtige Schwefelverbindung des Oberflächenwassers der Ozeane. Sein Vorkommen ist mit dem Chlorophyll-Gehalt, d.h. mit dem Auftreten von Phytoplankton, korreliert. Es wird angenommen, daß das DMS aus dem Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP) entsteht, das in den Algen akkumuliert wird. Die Produktion von DMSP ist bei den verschiedenen Phytoplanktonarten jedoch sehr unterschiedlich.

Die Messung des Gehaltes an DMSP in natürlichen Phytoplanktonpopulationen soll folgende Fragen klären:

- Menge des akkumulierten DMSP (Daten über einige Arten aus Laborkulturen liegen vor);
- Artenzusammensetzung der Proben in Bezug zum DMSP-Gehalt;
- Ergänzung der vorhandenen Daten über den DMS-Gehalt des Atlantiks, Pazifiks; Daten aus den subpolaren und polaren Bereichen liegen nicht vor.

3.2.10 Meereschemie

3.2.10.1 Organische Spurenstoffe im Wasser (AWI)

Auf dem Fahrtbschnitt ANT-V/5 werden lipophile organische Spurenstoffe im Oberflächenwasser des Süd- und Nordatlantiks untersucht. Biogene Komponenten sollen in charakteristischen Wassermassen der Polargebiete, der gemäßigten und tropischen Zonen verglichen werden, anthropogene Komponenten in einander entsprechenden Meeresbereichen der südlichen und nördlichen Hemisphäre. Alle Untersuchungen werden ausschließlich in küstenfernen Gebieten durchgeführt: Seefahrtswege und unmittelbar kontinental beeinflusste Zonen werden streng vermieden. Schnittproben aus der oberflächenschicht des ozeanischen Wassers werden ergänzt durch einzelne vertikale Probenserien. Um Hinweise auf den Stofftransport zwischen der Wasseroberfläche und der Atmosphäre zu erhalten, sollen die Untersuchungen durch luftchemische Analysen unterstützt werden. Zur Anreicherung hinreichend großer Spurenstoffmengen sollen Wassermengen im Kubikmeterbereich aufgearbeitet werden. Hierzu werden neue Verfahrenstechniken der Probenaufnahme und -verarbeitung eingesetzt.

3.2.10.2 Organische Spurenstoffe in Organismen (AWI)

Die Anreicherung und Verteilung organischer Spurenstoffe im Neuston soll systematisch auf dem Süd-Nord-Meridionalschnitt untersucht werden. In Verbindung mit den gleichzeitig durchgeführten Untersuchungen organischer Spurenstoffe in der oberflächenschicht soll die artspezifische Verteilung der Substanzen in Planktonorganismen untersucht werden. Ferner

sollen in die Untersuchungen Meeresorganismen verschiedener trophischer Stufen einbezogen werden. Hierbei soll festgestellt werden, in welcher Weise sich Nahrungsketteneinflüsse bei der Bioakkumulation lipophiler Komponenten darstellen.

3.2.10.3 Schwermetalle im Zooplankton (AWI)

Die Vertikalverteilung von Schwermetallen im Ozean wird maßgeblich durch Anreicherungsprozesse im Plankton und seinen Exkretionsprodukten, dessen schnellem Absinken als große biogene Partikel und der Freisetzung der Metalle nach dem Abbau der organischen Substanz bestimmt. Für das Verständnis dieser Prozesse ist die großräumige horizontale Schwermetallverteilung im Seewasser und in den marinen Organismen von Bedeutung. Chemische Wasseranalysen sind unabdingbar, erlauben jedoch keine zeitliche Auflösung der Meßdaten während einer Forschungsreise. Zooplanktonorganismen verbleiben während ihrer Lebensdauer in einem Wasserkörper und spiegeln integrierend die Metallkonzentration ihrer Umgebung wieder. Viele Metalle weisen in der Wassersäule eine "nährstoffartige" Verteilung auf (Cd, Zn, Ni, Cu) und sind eng mit den Nährstoffen Phosphat und Silikat verknüpft. Dem Metall/Phosphat-Quotienten soll besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Auf dem Fahrtabschnitt V/5 werden an Tag- und Nachtstationen Neustonproben mit dem Neustonschlitten und Zooplanktonproben mit dem Bongonetz gewonnen. Einzelne Individuen werden unter dem Stereomikroskop unmittelbar nach dem Fang aussortiert, auf Kontamination überprüft und tiefgefroren. Im Institut erfolgt die Analyse auf Cd, Pb, Zn, Cu, Ni und P. Mit dem vollständig aus Teflon hergestellten Mercos-Wasserschöpfer werden außerdem an jeder Station 2 x 500 ml Oberflächenwasser über den Bugausleger gesammelt, in den Probenflaschen sind bereits 0.5 ml HCl suprapur vorgelegt. Die Proben werden in Bremerhaven auf Schwermetalle und Nährstoffe analysiert.

3.2.10.4 Biochemische Untersuchungen (AWI)

Die biochemischen Leistungen von Fischen des Atlantiks werden mit Hilfe enzymatischer Messungen unter Verwendung von Mikrosomalfraktionen der Leber untersucht. Neben der Bestimmung von Cytochrom P-450 als einer zentralen Komponente des Monooxygenasesystems sollen Umsetzungen mit verschiedenen Substraten zur Ermittlung spezifischer Enzymaktivitäten durchgeführt werden. Diese Analysen vermitteln grundlegende Erkenntnisse über das Monooxygenasesystem von Fischen und ermöglichen den Vergleich mit Tieren aus anderen Meeresregionen.

Neben den Enzymuntersuchungen werden gleichzeitig anthropogene Belastungsstoffe in den Lebern quantitativ bestimmt, um Zusammenhänge mit enzymatischen Leistungen aufzuklären.

3.2.11 Strahlungsbilanz auf See (MOH)

Die Kenntnis der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Strahlungsbilanz und ihrer einzelnen Komponenten ist für zahlreiche meteorologische Untersuchungen wichtig. Folgende Strahlungskomponenten sollen während des durch nahezu alle Klimazonen des Atlantiks führenden Fahrtabschnittes gemessen werden: Globalstrahlung, Wärmestrahlung der Atmosphäre und der Meeresoberfläche. Die zur Bestimmung der Strahlungsbilanz fehlende Komponente (Reflexstrahlung) soll mit Hilfe von bekannten Parametrisierungsformeln abgeschätzt werden. Ferner sollen die direkte Sonnenstrahlung sowie die Sonnenscheindauer gemessen werden.

Ziel der Messungen ist

- für die einzelnen Klimagebiete des Atlantiks die Strahlungsbilanz sowie ihre einzelnen Komponenten einschließlich statistischer Kennzahlen zu bestimmen,
- die gemessenen Wärmestrahlung der Atmosphäre mit Modellwerten zu vergleichen, die aus Radiosondendaten gewonnen werden; dazu sollen an Bord zusätzliche Aufstiege durchgeführt werden,
- die Globalstrahlung mit den aus METEOSAT-Daten abgeleiteten Modellwerten zu vergleichen,
- aus Global- und direkter Sonnenstrahlung die diffuse Sonnenstrahlung zu berechnen.

4 Beteiligte Institutionen / participating institutions

Adresse address	Teilnehmer participants	Fahrtabschnitt leg
Bundesrepublik		
AWI Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeres- forschung Columbusstraße D - 2850 Bremerhaven	22,8	4, 5
BAW Bayrische Akademie der Wissenschaften Kommission für Glaziologie Marstall Platz 8 D - 8000 München	1	4
BGR Bundesanstalt für Geowissen- schaften und Rohstoffe Stilleweg 2 D - 3000 Hannover	1	4
BKG Institut für Bioklimatologie Bürgerweg 1 D - 3400 Göttingen	5	5
DHI Deutsches Hydrographisches Institut Berhard-Nocht-Straße 76 D - 2000 Hamburg	1	4
FHH Fachbereich Vermessungs- wesen der FH Hamburg Hebebrandstraße 1 D - 2000 Hamburg	1	4
GIK Geodätisches Institut Universität Karlsruhe Englerstraße 7 D - 7500 Karlsruhe	1	4
GPIH Geol.-Paläontologisches Institut der Universität Hamburg Bundesstraße 55 D - 2000 Hamburg	0	5

GSF	Inst. f. Radiohydrometrie Gesellschaft f. Strahlen- und Umweltforschung Ingolstädter Landstraße 1 D - 8042 Neuherberg	2	4
HLTS	Hapag-Lloyd Transport & Service GmbH Geo-Plate-Straße D- 2850 Bremerhaven	4	4
HSW	Helikopter Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 D - 2000 Hamburg 65	4	4
IACR	Inst. f. Anorganische Chemie der Uni Universitätsstraße 31 D - 8400 Regensburg	2,2	4,5
ICH2	Institut für Chemie 2 Kernforschungsanlage Postfach 1913 D - 5170 Jülich	2	5
ICH3	Institut für Chemie 3 Kernforschungsanlage Postfach 1913 D - 5170 Jülich	2	5
IEH	Institut f. Erdmessung der Universität Nienburger Straße 6 D - 3000 Hannover	3	4
IFAG	Institut für Angewandte Geodäsie Richard-Strauß-Allee 11 D - 6000 Frankfurt a. M. 70	1	4
IFV	Inst. f. Vermessungskunde der TU Braunschweig Pockelstraße 6 D - 3300 Braunschweig	1	4
IMGF	Institut f. Meteorologie und Geophysik Feldbergstraße 47 D - 6000 Frankfurt a.M.	1	5
IUH	Institut für Umweltp Physik der Universität Heidelberg Im Neuenheimer Feld 366 D - 6900 Heidelberg	2	4

MOH	Meteorologisches Observatorium Hamburg Deutscher Wetterdienst Postfach 65 01 50 D - 2000 Hamburg 65	1	5
MPIC	Max-Planck-Institut f. Chemie Saarstraße 23 D - 6500 Mainz	3	5
SWA	Deutscher Wetterdienst - Seewetteramt - Bernhard-Nocht-Straße 76 2000 Hamburg 4	2	4
UB	Universität Bremen Fachbereich Chemie/Biologie Postfach 33 04 40 D - 2800 Bremen 33	2	5
UBW	Universität der Bundeswehr Institut f. Geodäsie Werner-Heisenberg-Weg 39 D - 8014 Neubiberg	1	4

Argentinien

IAA	Instituto Antártico Argentino Post Cerrito 1248 Buenos Aires 1010	1	4
-----	--	---	---

Belgien

RUG	Rijksuniversiteit Gent Laboratorium voor Aardkunde Krijgslan 281 B - 9000 Gent	3	4
-----	---	---	---

Monaco

ILMR	Intern. Laboratory of Marine Radioactivity Musée Oceanographique 3800 Monaco	0,1	4,5
------	---	-----	-----

Norwegen

GIB	Geofysisk Institutt Universitet i Bergen Allégt 70 N - 5000 Bergen	1	4
-----	---	---	---

Österreich

IMGI	Institut für Meteorologie und Geophysik Innrain 52 A - 6020 Innsbruck	1	4
------	--	---	---

Vereinigte Staaten von Amerika

WHOI	Woods Hole Oceanographic Institution Woods Hole, Massachusetts 02543	1	4
------	---	---	---

5 Fahrtteilnehmer / participants

ANT-V/4

Name name	Institut institute
Bässler, Karl-Heinz	AWI
Beyer, Reinhold	IUH
Bullister, John	WHOI
Damaske, Detlev	BGR
Drücker, Cord	AWI
Graf, Wolfgang	GSF
Grindel, Andreas	IFAG
Hain, Stefan	AWI
Henriet, Jean Pierre	RUG
Hinze, Heinrich	IEH
Jokat, Wilfried	AWI
Jokwer, Gustav	HLTS
Karsten, Achim	FHH
Kaul, Norbert	AWI
Kobarg, Wolfgang	AWI
Koehler, H.	SWA
Krause, Reinhard	AWI
Kuhn, Gerhard	AWI
Leibing, Volker	AWI
Lensch, Norbert	AWI
Lindström, Volker	HSW
Lundner, Klaus	GIK
Menßen, Klaus	HSW
Miller, Georg	AWI
Miller, Heinz (Fahrtleiter)	AWI
Moons, Anne-Marie	RUG
Moser, Klaus	IVH
Muhle, Heiko	HLTS
Müller, Norbert	AWI
Neubauer, Johann	IACR
Niederjasper, Fred	AWI
Oerter, Hans	GSF
Oesterhus, Sven	GIB
Oswald, Wolfgang	UBW
Paech, Wolfgang	IEH
Radlinger, Wolfgang	HSW
Reinwarth, Oskar	BAW
Ritter, Bernd	IFV
Rott, Helmut	IMG I
Rutgers v.d. Loeff, Michiel	AWI
Schenke, Hans Werner	AWI
Schlüter, Michael	AWI
Schönhofer, Georg	HLTS
Schuster, Friedrich	AWI
Süßebach, Jürgen	SWA
Sturm, Klaus	AWI
Tanger, Jochen	HLTS

Timmen, Ludger	IEH
Tonn, Rainer	AWI
Unterschütz, Axel	AWI
van Heuverswyn, Erwin	RUG
Völkening, Joachim	IACR
Wasserthal, Claus	HSW
Weynand, Markus	AWI
NN	DHI

Mannschaft / Crew "Belgrano II" (Argentinien)

Raul Ayala Torales
 Claudio Palumbo
 Rodolfo Bonorino
 Alberto Ciz
 Ermes Lescano
 Rolando Jerez
 Juan Lequizamon
 Ignacio Gimenez
 Luis Pistoni
 Luis Sanchez
 Gerardo Soto
 Luis Mondino

ANT-V/5

Behr, Heinz Dieter	MOH
Bingener, Heinz	MPIC
Bluczez, Thaddäus	AWI
Bosselmann, Annette	AWI
Bürgermeister, Stephan	IFMG
Drebing, Wolfgang	AWI
Ernst, Ruth	AWI
Ernst, Wolfgang (Fahrtleiter)	AWI
Gilge, Stephan	ICH2
Gravenhorst, Gode	BKG
Hamm, Stephan	MPIC
Kirst, G. O.	UB
Meyer, M.	UB
Rudolph, J.	ICH3
Schmidt, R.	MOH
Schulz-Baldes, Meinhard	AWI
Smit, Hermann	ICH2
Sonnabend, H.	MOH
Völkening, Joachim	IACR
Watts, Simon	BKG
Weber, Kurt	AWI
Weigelt, Volker	AWI
Zimmermann, Renate	IFMG
N.N.	IACR
N.N.	ICH3
N.N.	ILMR
N.N.	MPIC
N.N.	MPIC
N.N.	BKG

ANT-V/4

Greve	Kapitän
Allers	1. Offizier
Stehr	Naut. Offizier
Korn	Naut. Offizier
Rüger	Offizier
Dr. Grunden	Arzt
Müller	Ltd. Ingenieur
Schulz	1. Ingenieur
Simon	2. Ingenieur
Delff	2. Ingenieur
Ohlandt	Elektriker
Erdmann	Elektriker
Grinda	Elektroniker
Elvers	Elektroniker
Thonhauser	Elektroniker
Geiger	Funkoffizier
Raeder	Funkoffizier
Puberl	Koch
Klauck	Kochsm./Bäcker
Windschüttl	Kochsm.
Peschke	1. Steward
Liboner	Steward./Krankenschw.
Hoppe	Stewardess
Feigler	Stewardess
Hopp	Stewardess
Chiang	2. Steward
Lai	2. Steward
Shyzu	Wäscher
Barth	Lagerhalter
Fabian	Masch.-Wart
Reimann	Masch.-Wart
Jordan	Masch.-Wart
Rottstock	Masch.-Wart
Spuler	Masch.-Wart
Woltin	Bootsmann
Kassubeck	Zimmermann
Soage Curra	Matrose
Balbino Bermudez	Matrose
Pousada Martinez	Matrose
Gandera Rozas	Matrose
Abreu Dios	Matrose
Suarez Paisal	Matrose
Hopp	Matrose
Otero Rodriguez	Matrose

Jonas	Kapitän
Zehler	1. Offizier
Schiel	Naut. Offizier
Varding	Naut. Offizier
Dr. Grunden	Arzt
Walter	Ltd. Ingenieur
Schulz	1. Ingenieur
Hedden	2. Ingenieur
Erreth	2. Ingenieur
Ohlandt	Elektriker
Nitsche	Elektriker
Weitkamp	Elektroniker
Husmann	Elektroniker
Geiger	Funkoffizier
Puberl	Koch
Klauck	Kochsmaat/B.
Windschüttl	Kochsmaat
Peschke	1. Steward
Liboner	Steward./Krankenschw.
Bartzen	Stewardess
Hoppe	Stewardess
Hopp	Stewardess
Chiang	2. Steward
Lai	2. Steward
Shyzu	Wäscher
Barth	Lagerhalter
Fabian	Masch.-Wart
Reimann	Masch.-Wart
Jordan	Masch.-Wart
Rottstock	Masch.-Wart
Spuler	Masch.-Wart
Hopp	Bootsmann
Kassubeck	Zimmermann
Soage Curra	Matrose
Balbino Bermudez	Matrose
Pousada Martinez	Matrose
Gandera Rozas	Matrose
Abreu Dios	Matrose
Suarez Paisal	Matrose

1 Introduction

Following the three cruise legs of the RV "Polarstern", most of which were part of the Winter Weddell Sea Project (WWSPP 86) and during which RV "Polarstern" spent most of its time in the winter pack ice of the Weddell Sea there will be two more cruise legs ANT-V/4 and ANT-V/5.

During the first phase logistic support must be provided for the wintering over base "Georg-von-Neumayer" including crew change and yearly resupply. Besides that there will be a broad spectrum of scientific programs ranging from glaciological fieldwork within the framework of the international Filchner shelf ice program to aerial photogrammetry and oceanographic and marine-earth sciences projects in the southern Weddell Sea region.

During the second phase, at the end of which RV "Polarstern" will reach its homeport Bremerhaven around middle of April 1987 research on trace substances will be carried out along two transects. One of these transects goes from East to West across the southern Atlantic, the other one follows the Greenwich meridian across the equator into middle northern latitudes. A special aim is to sail a heading in such a way as to have head winds as often as possible in order to have optimal sampling conditions.

During both cruise legs scientists from various German and foreign institutions cooperate in joint research programs. Specifics of the programs will be given in the following chapters.

2 Leg ANT-V/4

2.1 Overview

During this leg "Polarstern" will carry out the important task of resupplying the wintering over base "Georg-von-Neumayer". Besides that technical and scientific personnel will be exchanged and repair of scientific equipment at the base will be effected. Also during this cruise in international cooperation the exchange of wintering over personnel of the Argentine base "Belgrano III" will be supported by RV "Polarstern".

Besides these logistic tasks RV "Polarstern" will support land based as well as marine scientific programs. Within the Filchner III program, which is a continuation of earlier work on the Filchner ice shelf, glaciological, geodetic and geophysical measurements will be carried out with the aim to better understand mass balance and dynamics of the Filchner ice shelf. Work will be concentrated along two traverses, one reaching far to the south, the other crossing the ice shelf perpendicular to the mean flow direction. Within this program the two ski equipped aeroplanes D 228/100 will be used, partly for logistics purposes and partly to fly aerial photogrammetry along the ice shelf edge and in parts of the Shackleton range.

During this campaign on the ice shelf marine geological and geophysical work will be carried out in the southern Weddell Sea in continuation of last years program. This work is aimed at resolving the structure of the top part of the earth's crust as well as the reconstruction of the history of sedimentation. Finally an oceanographic program will look at the formation processes of antarctic bottom water employing geochemical as well as isotope tracer methods. It will be supplemented by a standard hydrographic program along the coast of the Weddell Sea embayment. Fig. 1 gives an overview of the planned route for this cruise leg.

2.2 Research programs

2.2.1 Filchner III, Mass Balance and Ice Dynamics of the Filchner-Ronne Ice Shelf (AWI, FHH, GIK, IEH, IFH, UBW)

Filchner III comprises the third phase of the Filchner Ice Shelf Project. This project is a contribution to an international study for assessing and describing the mass balance and ice dynamics of this second largest Antarctic ice shelf. The project is a longterm undertaking reaching into the next decade. It is coordinated by the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (AWI).

The scientific program on the Filchner Ronne Ice Shelf will be carried out by 4 interdisciplinary working-groups:

- 1. "Schwere Traverse": 12 scientists (Glaciology, Geophysics, Geodesy, Drilling)
- 2. "Leichte Traverse": 4 scientists (Geophysics, Geodesy)
- 3. "Schiffsgruppe": 2 scientists (Geodesy)
- 4. "Fluggruppe": 3 scientists (Photogrammetry, Geodesy, Geophysics).

In addition a geodetic - geophysical reference-station will be installed on "Belgrano II" (1 geodesist).

2.2.1.1 Glacial Geodesy (IfV, IEH, GIK, UBM, FHH, AWI)

The geodetic contribution to the glaciological program is focussed on determining the absolute movement of the ice shelf and its deformational behaviour.

The measurements will be carried out by the above named working-groups in conjunction with the reference-station on "Belgrano II" (Fig. 2).

1. In the course of the "Schwere Traverse" it is planned by the geodesists (IfV, IfE) to carry out a motorized trigonometric levelling with an average point distance of 1 km, beginning at the Filchner Station, passing the gridpoints 240, 241 and 340 up to 335 (Borehole 1985/86).

In addition new deformation figure will be installed and absolute positions will be measured in the area of the planned first borehole (Lat. 80°25' S, Long. 57° W) between Berkner Island and Henry Ice Rise. If possible, the new figures will be connected by levelling profiles.

On the return trip the figures 330, 231 and 131 are to be remeasured (1. measurement 85/86).

2. The geodesists of the "Leichte Traverse" (IfE, UBM) shall set up GPS-stations on a parallel profile westward of 131-330 and than parallel to the ice front from Berkner Island up to Orville Coast. The planned point distance is 10 km. If possible, they shall establish new deformation figures in greater distances. The ice movements will be determined by remeasurements during the return trip.
3. The mayor aim of the geodetic "Schiffsgruppe" (GIK, IfE) is to remeasure figure 110 (1. measurement 1983/84) and the in 1985/86 installed deformationfigure near point 130. With second priority a new deformation figure is to be set up and its elevation is to be obtained by levelling to the ice edge and to sea level.

If possible, further GPS-positionings will be carried out in the south of the gridline 110-125.

4. The geodesists of the "Fluggruppe" will carry out GPS-positionings at Drushnaya, Berkner Island and Shackleton Range for the installation of 3 Transponder-stations. Further GPS-positionings in the east and the west of Berkner Island are planned.
5. During the field-campaign of Filchner III a geodesist (IfE) will carry out satellite-measurements on "Belgrano II" continuously in order to achieve the highest possible positioning-accuracy on the Filchner Ice Shelf.

2.2.1.2 Fieldglaciology at the Ronne Ice Shelf (AWI, BAW, GSF, IMGI)

The glaciological field work, started in the 1983/84 season in the eastern part of the Ronne Ice Shelf to provide data on the distribution of accumulation and temperature, related to 10 m firn temperatures and comprising a medium deep core drilling to 100 m depth at 220 km distance from the ice edge, was continued in 1985/86 in the middle part of the ice shelf with an enhanced effort towards trace element glaciology.

For the 1986/87 campaign continuation of the program analogous to 1983/84 is planned with the activities concentrating on the region between the southern part of Berkner Island and Henry Ice Rise towards Foundation Ice Stream. Part of the traverse should connect the grid points 351 - 550 (Fig. 2) with additional measuring sites on parallel or crossing profiles depending on the crevasse situation in this area.

At the different sites snowprofile measurements should provide annual accumulation rates. The final analyses are based on the ¹⁸O content of snow samples taken in the pits. These data

allow a rather more reliable delimitation of annual layers as features of snow stratigraphy would. Shallow drilling to 10 m and measurements of 10 m firn temperatures are further activities to be carried out at the measuring sites. In addition snow sampling for trace element glaciology as well as determination of characteristic parameter for radarback-scattering and microwave-emissivity are included into the program.

The main part of the program consists in a continuation of the firn and ice core drilling. Two drillholes are planned, one at the most southern position (grid point 550) where it is intended to penetrate the accumulated material in order to reach the ice draining the western part of the Antarctic icesheet. The second drilling is proposed approximately at grid point 231, where it should be possible to penetrate to the marked radar reflecting layer within a depth of about 120 m. The drilling equipment, already successfully tested in 1983/84 has been further improved and prepared for drillings to a depth of 300 m.

The glaciological field work will be supplemented by a continuous determination of ice front position as well as freeboard with radar methods from board "Polarstern". This should enable a comparison of the current ice front with existing older maps and an interpolation between the points fixed by satellite positioning as well as yield an estimate of ice shelf thicknesses at the margin.

2.2.1.3 Geophysical investigations (AWI)

During the previous field campaigns various geophysical methods have been used. These investigations will be in parts continued. Emphasis this time lies on reflection-seismic and gravity methods.

Reflection seismic measurements are planned with CMP profiles with multifold coverage with the following aims:

- Determination of P- and S-Wave velocity distribution throughout the ice shelf,
- determination of inner structure as resolvable by the wave lengths generated,
- determination of total ice thickness and thickness of the water layer,
- determination of the structure of the top sedimentary layers.

These investigations will be mainly carried out in the vicinity of the planned boreholes. Along both traverses gravity measurements will be carried out routinely; weight determination will be done partially by trigonometric or by barometric methods.

In continuation of work done during Filchner I tidal registration will be carried out with gravity meters at 6 sites along both traverses over a longer period of time. Together with the gravity meters 2-component tilt meters will be deployed in order to measure the bending of the plate.

The aim of this investigation is to obtain information on the large scale tide-forced movement of a large iceshelf. Furthermore we think that we can obtain information on traveltime and preferential paths of tidal currents, which should give a contribution towards our understanding of ablation and/or accumulation at the base of the ice shelf.

2.2.1.4 GPS base line measurements for determination of the Antarctic Plate crustal movement (IEH)

With the Global Positioning System (GPS) a highly precise base line between Peninsula Antarctica and the eastern margin of the Weddell Sea within the Antarctic Plate will be determined.

During the glaciological field work on the Filchner Ice Shelf one GPS multiplex receiver TI 4100 will be used at the Argentine station "Belgrano II". At the same time GPS satellites will be tracked by GPS geodetic receivers at this site and at a site in the north of Peninsula Antarctica to determine a reference base line for geodynamic investigations. Post processing of the simultaneous observations will yield highly accurate relative coordinates between these stations.

With regard to the precise intrastation vector further measurements will allow predictions about the crustal movement of the Antarctic plate.

2.2.1.5 Photogrammetry (IFAG, AWI)

The areas to be covered by aerial photogrammetry are shown in fig 3. There are two main objects during this season.

- Flights along the ice shelf edge to obtain current positions for comparison with last years position and to determine variations of the ice shelf edge in position and form. Besides this the flight line will be connected to fixed points on the Antarctic peninsula.

- Flights over the eastern part of the Shackleton range in continuation and extension of last seasons work and for the preparation of topographic and orthophoto maps on the scale of 1:25.000 resp. 1:50.000.

2.2.2 Sedimentology and Geology (AWI)

Information on the environmental history of the Weddell Sea is stored in the sediments of the seafloor. This information may be obtained by different investigations and may serve for a reconstruction of specific glacial-marine sedimentation processes and their variations in time. Based on this, the reconstruction of the sedimentological evolution will give answers to some questions of the paleo-oceanographic evolution, the glacial history of the Antarctic continent and finally of the paleoclimatic evolution.

Supply and distribution of terrigenous material and production and accumulation of biogenic hard parts will be investigated with analyses of the sediment composition. Analyses of grain size distributions and sedimentological structures (using radiography) will provide information on sediment-supply, -transport and -re-deposition which lead to a reconstruction of the evolution of bottom water currents. All these investigations are of special interest in the area of the central Weddell Sea between 20 °W and 40 °W, on the continental slope and on the shelf off the Filchner ice shelf (fig. 4). Depending on ice conditions sampling stations on perpendicular transects to the shelf ice edge will be added to previous stations.

Along the continental margin additional samples will be collected for ongoing investigations on the distribution of benthic foraminifera with respect to a correlation with certain water depths or water masses.

Investigations on dropstone distribution on the continental shelf showed five areas with characteristic dropstone composition. It will be investigated to determine whether heavy mineral composition can be used for a similar separation in characteristic areas. Subsequently it may be possible to investigate sediment core samples to reveal the evolution of the heavy mineral distribution areas. The results will provide important information on the ice covered geology of the continent and on variations in supply from the inland ice body.

During ANT-IV/3 a map of different sediment echo character types was constructed from a wide-meshed grid of 3.5. kHz sub-bottom profiling transects. New transects will be added in areas (fig. 4), where information is yet restricted and sediment cores will be taken from different echo character types. In combination to this the morphology of the seafloor will be investigated with a SEABEAM-system. This is of special

interest on the continental slope off Lyddan Island and off Halley Bay because of the rough morphology and the frequent change of sediment types.

Sampling will take place in combination with the 3.5 kHz sub-bottom profiler and the SEABEAM-system on several traverses over the continental margin and in the southern Weddell Sea depending on ice conditions. Sediment cores will be recovered by a gravity corer and mostly undisturbed samples from the sediment surface by a short box corer (50 x 50 cm surface).

Early diageneses of organic material will be investigated in surface sediments collected with a box corer. Depth distributions of dissolved molecular oxygen and nitrate will be measured and used to estimate the benthic respiration rate. The results will give insight into the geographical distribution of the sedimentation rate of organic material.

Analyses of silicate in pore water samples from box - and gravity cores will help to find out where in the sediment siliceous fragments are subject to dissolution.

2.2.3 Marine Geophysics (AWI, RUG)

In continuation and complementation of the geophysical work carried out during the past seasons seismic and magnetic work will be carried out in the southern Weddell Sea (fig. 4) in order to study the structure of the upper crust. Specifically the following is planned

- high resolution seismic reflection work for detailed mapping of sedimentary structures in front of the Filchner ice shelf as basis for studying the history of sedimentation and paläo processes,
- seismic refraction work employing ocean-bottom-seismographs in order to obtain data on the velocity distribution,
- marine magnetic work using a gradiometer system. Magnetics will be done continuously also en route from South-Africa to Antarctica as well as on the return trip.

2.2.4 Oceanography

2.2.4.1 Geochemical-physical oceanography in the southern Weddell Sea (IUH, GIB, WHOI)

This proposal addresses the problem of bottom water formation in the Weddell Sea. Recent investigations show that the Ice Shelf Water which is formed by water-ice interactions under the floating ice shelves play an important role in the

formation of Weddell Sea Bottom Water (Foldvik et al., 1985). These interactions also influence the mass balance of the Filchner Ronne Ice Shelves.

One year of currentmeter observations from the sill of the Filchner Depression show that Ice Shelf Water of average -2.0°C leaves the shelf at the rate $0.8 \cdot 10^6 \text{m}^3 \text{s}^{-1}$ (Foldvik et al., 1985). This water flows down-slope towards the deep Weddell Basin, mixes with Weddell Deep Water and is subsequently being transformed into Weddell Sea Bottom Water. At present we offer the following model to account for the formation of the Ice Shelf Water (ISW): During winter very dense water is formed near the barrier of the Filchner Ronne Ice Shelf due to freezing of sea water. This process is especially intense here due to off-shelf winds which carry the ice away (leaving the salt in the water) and, probably equally important, the tidal action which periodically packs the new ice at the barrier by on-shelf currents and subsequently open up leads by off-shelf currents. The amount of ice formed in the vicinity of the barrier during a season may thus exceed the production on the shelf by a factor of ten or more. The dense Western Shelf Water (WSW) produced this way now flow towards deeper areas under the action of gravity. WSW is observed flowing towards the Filchner Depression where it is partly trapped by the sill and forced to flow south under the ice shelf. Some WSW may also flow south under the Ronne Ice Shelf filling into the Filchner Depression south of the Berkner Island. Water in contact with the underside of the floating ice shelf is cooled to its in situ freezing point mainly by the melting of glacial ice. This Ice Shelf Water of temperature approx. -2.3°C appears at the western slope of the Filchner Depression following the isobaths towards the north until it reaches the sill and overflows as observed.

In the context of bottom water formation the importance of this extremely cold water appears from the non-linear behaviour of the equation of state for sea water whereby the compressibility increases markedly with decreasing temperature. Thus, ISW at -2.0°C produces a denser mixture than WSW at -1.8°C , the salinity and ambient water being the same.

It seems reasonable to assume that the volumes of WSW formed during winter and thus also the volumes of ISW depend on the local climate on the shelf: harsh, cold winters provide more effective cooling than "mild" winters. A monitoring of the outflow of ISW at the shelf break could thus provide a link between the production of bottom water and climate variations on the shelf. Such monitoring has been recommended to be incorporated onto the WOCE program.

We do not know anything about the flow under the floating Filchner Ronne Ice Shelf from direct observations. Also, since we have only a rudimentary knowledge of the topography under the ice shelves it is difficult to predict the possible pathways of the dense WSW. However, beside the classical

parameters temperature and salinity, ^{18}O and ^4He are most useful tracers to study the water-ice interactions under the ice shelves (Weiss et al., 1979, Schlosser, 1986). Data obtained from ANT-III (1985) shows, that ISW is distinctively marked in ^{18}O - and ^4He -concentrations respectively: first of all it is exceptionally depleted in $\delta^{18}\text{O}$ due to admixture of isotopically extremely light melt water from the Filchner Ice Shelf. On the other hand the dissolution of air entrapped in the ice shelf melt water leads to a strong ^4He supersaturation of the ISW. Hence these tracer signals can be used to estimate the fraction of melt water contained in the ISW and therefore enables the application of ^{18}O and ^4He as tracers of ISW in the formation process of the WSBW.

Based on results from ANT-III a detailed ^{18}O - and ^4He -sampling program is planned during the Filchner III program. Additionally, tritium and freon samples will be collected to obtain time information of the circulation of the Ice Shelf Water. This geochemical sampling will be integrated with a CTD/currentmeter mooring program. Work will be carried out, ice conditions permitting, along the three transects shown in fig. 5.

2.2.4.2 Physical oceanography eastern Weddell Sea (AWI, GIB)

The present oceanographic knowledge on the eastern Weddell Sea results only from short term surveys. Therefore, long term measurements are planned to obtain some information on the type and intensity of the fluctuations superimposed on the circulation of the Weddell gyre. These measurements will be carried out with moored current meters, thermistor cables and water level recorders. They will begin in winter 1986/87. It is planned to extend the regional coverage in the forthcoming years.

The observed fluctuations will cover the tides, mesoscale fluctuations of the coastal current as coastal trapped waves or internal Kelvin waves with a typical time scale of 5 to 20 days, and large scale fluctuations of the Weddell gyre.

The measurements will consist in 3 current meter and thermistor cable arrays and a water level recorder at Vestkapp which will be laid during ANT-V/3 and should be recovered on the way back during ANT-V/4 to obtain a record length of 3 to 4 months. The water level recorder will be replaced to obtain a multi-year record. Two further water level recorders will be moored at Atka Bay and Bouvet Island.

2.2.4.3 Sampling of sea water and sea ice for ^{210}Po and ^{210}Pb analyses (IAEA / ILMR)

The levels of the naturally occurring nuclides ^{210}Po and ^{210}Pb in surface sea water are well established, as is the fact that the $^{210}\text{Po} / ^{210}\text{Pb}$ activity ratio is less than unity (typically ca. 0.6) in more than 90 % of the samples so far measured. However, data for ^{210}Po and ^{210}Pb in sea water from Antarctic regions are very scarce.

On the 1984 SIBEX I cruise of RV "Agulhas", six surface sea water samples were measured for ^{210}Po and ^{210}Pb . Most surprisingly, five of the six samples yielded $^{210}\text{Po} / ^{210}\text{Pb}$ ratios greater than one. The purpose of this present sampling is to further investigate the problem on a larger number of Antarctic sea water (and sea ice) samples. If $^{210}\text{Po} / ^{210}\text{Pb}$ activity ratios bigger than one should be typical of certain regions of the Antarctic ocean, an explanation will be needed and valuable information might be obtained about the processes responsible for the removal of nuclides from Antarctic surface water.

2.2.5 Cultivation and Investigations on Antarctic Benthic Invertebrates (AWI)

In continuation of the studies during ANT-V/3 cultivation of selected molluscs, crustacean and fish species on board of RV "Polarstern" is carried out. Observations of organisms' behaviour and different measurements (morphometry, physiology) are planned in order to get some information about the condition and growth of these specimen.

In cooperation with other groups further bottom samples are taken. Organisms of these samples will be taken for observation of maturation stage; these data provide information about reproduction patterns of Antarctic benthic invertebrates.

2.2.6 Investigations of Inorganic Traces at GvN (IACR)

During our stay at GvN in December 1986 and January 1987 different inorganic trace compounds are planned to be analysed in aerosol samples as well as in snow and ice samples.

Part of the work will be the determination of different heavy metals, e.g. Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, and Ni. By analysing the change of metal concentrations with depth and with distance from the ice edge a possible seasonal change, e.g. by maritime influence, should be recognized. By determining some indicator elements in aerosol samples, conclusions on the sources metals in the Antarctic aerosol can be drawn.

Similar investigations will be done for halide and nitrate traces. Here, the analytical methods will be IDMS and ion chromatography. By analysing NO₃ concentrations with depth in the snow we hope to get further informations about seasonal changes of the nitrogen circulation in the atmosphere. Additionally, a possible photochemical decomposition of nitrate deposited in the upper snow layers will be investigated.

3 Leg ANT-V/5

3.1 Scientific goals

During the return trip of "Polarstern" from Capetown to Bremerhaven research on trace substances in the atmosphere and in the surface layer of the ocean will be performed. The main emphases will be given to the investigation of the meridional distribution of natural and man made trace substances over the South and North Atlantic.

Therefore it is planned firstly to steam to the south to cross the Antarctic Convergence zone and to reach the circumpolar air- and water masses. After a cross section through the subtropics and tropics of the Atlantic the belt influenced by the industrialized temperate latitudes will be passed to the north in order to be able to document a possible decrease of concentration towards the Arctic. Since airborne trace substances can only be sampled on board without contamination from the ship when the relative wind is blowing from the bow it is planned to navigate according to the prevailing meteorological situation. The exact route will therefore be determined during the cruise. Furthermore it will be attempted to avoid the general shipping routes and air masses downwind of continents in order to meet representative maritime conditions over the Atlantic.

Concerning the air chemistry investigation main emphasis will be given to the measurements of 1. nitrogen oxides and ozone and other photochemical reaction products, 2. sulphur compounds in the gasphase, particulate and droplet phase, 3. halogenated hydrocarbons. The sea water analysis will concentrate on 1. sulphur compounds dissolved in water and incorporated within photoplankton, 2. halogenated hydrocarbons and 3. xenobiotica (e.g. heavy metals, chlorinated hydrocarbons) in sea water, photoplankton and zooplankton.

The simultaneous determination of various compounds out of one group in the atmosphere as well as in the ocean should help in forming a comprehensive and instructive picture of the situation for trace substances over the different parts of the Atlantic and to quantify relations between the atmosphere and the ocean concerning transfer of trace substances.

3.2 Research programs

3.2.1 Stable sulphur isotopes in maritime aerosol particles (BKG)

In maritime aerosol particles part of the sulfate cannot be attributed to sea salt sulfate. It is argued that this excess sulfate is derived from other sources because of its different size distribution compared to sea salt. During this cruise it will be attempted to support this view by determining the stable sulphur isotopes in size fractionated aerosol samples. Furthermore, the stable isotopes could give us some hints to identify the sources of this excess sulphur over the ocean. Different areas over the ocean may show different isotope ratios thus pointing to contributions from various sources to the maritime sulfate burden. The samples will be collected by a high volume multistage impactor and analysed in the geochemical Institute, University Göttingen.

3.2.2 Reduced sulphur compounds in the air-ocean boundary layer (BKG, IMGF, MPIC)

The ocean acts as an important source for dimethylsulfide (DMS) and other biogenic sulphur compounds (e.g. COS). DMS is liberated from algae in the surface layer of the ocean and escapes into the atmosphere because of its high supersaturation in water.

Measurements of the air and water concentration of DMS will be made in order to estimate the source strengths in the different areas of the Atlantic. The relation of DMS in sea water and marine biological parameters (see project Dr. Kirst, Bremen) will be investigated. Within the atmosphere DMS is oxidized by gasphase reactions to sulphurdioxide (SO₂) and methanesulphur (MSA): Sulphurdioxide can further be oxidized to sulfate. All three components SO₂, MSA and sulfate will be analysed in the marine boundary layer in order to follow up the fate of marine derived DMS.

3.2.3 Low-molecular weight halocarbons (ILMR)

The application of modern analytical techniques has, in recent years, led to the discovery of the occurrence of a variety of low-molecular weight halocarbons in many environmental samples, including oceanic waters and the atmosphere. Their origins have been traced to both biogenic (mainly brominated and iodated compounds) and to anthropogenic sources (mainly chlorinated compounds). The determinations of concentrations and their gradients, in sea water and atmospheric samples have been used to estimate directions and magnitudes of halocarbon balances and to trace and calculate mass transports of air and sea water.

During this cruise, concentrations of CHCl_3 , CHBrCl_2 , CHBr_2Cl , CHBr_3 , CCl_4 , CH_3CCl_3 , $\text{CHCl} = \text{CCl}_2$, and $\text{CCl}_2 = \text{CCl}_2$ will be measured.

Depth concentration profiles in filtered and unfiltered samples from the water column will be determined and compared with other constituents, anthropogenic as well as biogenic ones, nutrients etc. Efforts will be made to sample air for the determination of atmospheric concentrations in order to study air-sea exchange.

The data are expected to allow for estimations of the direction and rates of exchange, and to contribute to knowledge of global mass balances of these compounds.

3.2.5 Investigations of Inorganic Trace Compounds over the Atlantic Ocean (IACR)

During this expedition concentration profiles of different inorganic trace compounds will be determined in South / North direction. The samples to be investigated are aerosols, precipitations, and surface water of the Atlantic Ocean.

Some of the heavy metals to be determined are Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, and Ni. The analytical method for the determination will be isotope dilution mass spectrometry or voltammetry. Analysing the indicator elements aluminum, manganese and vanadium in the same samples the influence of continental and anthropogenic sources on the heavy metal concentration can be detected. Analysing the heavy metals in the surface water of the ocean at the same time, the maritime influence can be determined.

Analogous investigations will be carried out for the determination of nitrate traces in precipitations and in surface water of the ocean to get more detailed informations about the global anthropogenic portion of nitrate in the environment. The chemical treatment of the samples will be done under clean room conditions using a "clean box" on board of the "Polarstern", whereas the instrumental measurements will be carried out at the University of Regensburg.

3.2.6 Atmospheric-chemical Investigations in the Marine Boundarylayer (KFA)

It is intended to make a series of measurements, the aim of this investigation being the determination of the distribution of a number of important atmospheric trace gases. Since a number of relevant components will be measured simultaneously, such data do not only present valuable information for the

basic understanding of the atmospheric-chemical processes in clean marine air and of the global trace gas budgets, but also allow the validation of model calculations.

We intend to make measurements of hydrocarbons, nitrogen oxides, ozone, several aldehydes and ketones as well as -indirectly via the ^{14}CO budget - an averaged OH-radical distribution. The individual measurement series are described in the following abstracts.

3.2.6.1 Latitudinal distribution of aldehydes in the atmospheric boundary layer over the ocean (ICH3)

Aldehydes are important intermediate compounds of photochemical hydrocarbon oxidation. In the remote atmosphere this process is the dominant source for this group of atmospheric trace gases. Formaldehyde (CH_2O) and acetaldehyde (CH_3CHO) are supposed to be the most abundant species. The latitudinal distribution of both compounds shall be investigated. The experimental technique consists of two steps: 1) Stripping of the aldehydes from large air samples (1 m^3) into an aqueous solution of 2.4. DNPH. 2) Analysis of the aldehydes in the form of derivatives of 2.4. DNPH by means of high-performance-liquid chromatography.

The results will be used to evaluate the photochemical source strengths of the aldehydes.

3.2.6.2 Measurements of the tropospheric ozone content and of the ^{14}CO concentration (ICH2)

Due to atmospheric chemical (precursor for OH-radicals, decomposition of trace gases), climatological and toxicological reasons ozone is one of the most important trace gases. In order to understand the natural processes which control the ozone-budget, it is important to know the time-space distribution of ozone in both hemispheres.

For the measurement of the exact vertical ozone-distribution balloon born ozone probes will be flown daily - that is approximately every 3° latitude. For this purpose modified electrochemical sensors are used, which are specially adapted for measurements of ozone in the troposphere. This experiment will give a two-dimensional (longitude/altitude) distribution. In connection with the other data (radiation, hydrocarbons, NO_x etc.) this gives valuable information on the production of ozone in different air masses.

The atmospheric mixing ratio of ^{14}C is about 10^{-19} to 10^{-20} . It is formed by the reaction of cosmic neutrons with atmospheric nitrogen. The production rate of ^{14}C as function of latitude and altitude is known.

^{14}C is nearly exclusively removed by reaction with OH-radicals in the atmosphere. If the atmospheric ^{14}C concentration is known, the concentration of OH radicals can be calculated from a ^{14}C budget.

In this campaign the latitude dependence of ^{14}C will be measured. For the measurements CO (including ^{14}C) will be concentrated from roughly 200 m^3 of air on board of the ship.

The ^{14}C content of the samples is determined later on in the laboratory. This procedure has already been used successfully during several field experiments.

3.2.6.3 Measurements of the Latitude Dependence and the Diurnal Cycles of Atmospheric Hydrocarbons (ICH3)

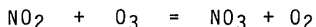
During the past years it has been recognized, that the non methane hydrocarbons play an important role for the chemistry of the marine atmosphere. Especially the light alkenes (ethene and propene) are of considerable importance. Due to their high reactivity towards OH-radicals and ozone they contribute significantly to the photochemical reactions in the atmosphere. Among the reaction products are not only aldehydes and ketones but in the presence of nitrogen oxides also peroxyacetyl nitrate is formed. Measurements of peroxyacetyl nitrate are planned as a part of this study.

In addition to the different reactive trace gases with mainly oceanic sources a considerable number of trace species of continental origin such as benzene, light alkylbenzenes, acetylene, tri- and tetrachloroethene etc. will be measured. This allows inferences on source and sink distribution and long range transport of trace gases in the atmosphere.

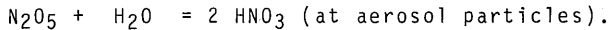
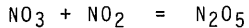
The measurements are made by gas chromatography after pre-concentration of the trace gases from roughly 1 - 2 l of air. Part of the measurements are made on board, other measurements are made by collection of whole air samples and analyses in the laboratory later on. The detection limits are in the lower ppt range and thus are generally sufficient even for measurements in maritime clean air.

3.2.6.4 Measurement of NO_3 , NO_2 , O_3 , SO_2 and CH_2O (ICH3)

Nitrate radicals (NO_3) are almost exclusively formed by the reaction of Ozone with NO_2 :



Destruction of NO₃ is due to several processes, among others by heterogeneous loss of N₂O₅:



Continental NO₃-concentrations range from a few ppt up to ~300 ppt, the atmospheric life time of those radicals is shorter than one hour in most cases (Platt et. al., 1984).

There are no measurements of NO₃-concentrations and -lifetimes in the maritime boundary layer, however.

Therefore on the "Polarstern"-cruise continuous measurements of the concentrations of NO₃, NO₂ and O₃, as well as of SO₂ and CH₂O are planned. Those measurements will give us information on the latitudinal distribution of NO₃ and the strength of its removal mechanisms. In addition to that the data base of the distribution of NO₂, SO₂ and CH₂O will be complemented by measurements using an independent technique (DOAS, see below).

In addition to that, knowledge of the maritime NO₃-concentrations allows us to quantitatively calculate the removal of dimethyl-sulphide (DMS) by reaction with NO₃. Thus it would become possible to check the present theories based on continental NO₃ data (Winer et al. 1984; Andreae et al., 1985).

Measurement technique

The above species are measured by differential optical absorption spectroscopy (DOAS) in the wavelength region from 290 to 670 nm (Platt et al., 1983). The absorption path of 1 km length is folded 200 times, thus the overall length of the instrument is only 6 m. With this arrangement the following detection limits are obtained: NO₃: 1 ppt., NO₂: 80 ppt, O₃: 2 ppb, SO₂: 30 ppt, CH₂: 200 ppt.

Literatur

- Andreae, M.O., R.J. Ferek, F. Bermond, K.P. Byrd, R.T. Engstrom, S. Hardin, P.D. Houmère, F. LeMarrec, H. Raemdonk, and R.B. Chatfield. - J. Geophys. Res. D90, 12.891-12.900, 1985.
- Platt, U., and D. Perner. - Springer Ser. Optical Sci. 39, 95-105, 1983.
- Platt, U., A.M. Winer, H. W. Biermann, R. Atkinson, and J. N. Pitts, Environm. Sci. Techn. 18, 365-369, 1984.
- Winer, A.M., R. Atkinson and J.M. Pitts. - Science 224, 156-159, 1984.

3.2.7 Acetonitrile in the atmosphere (MPC)

Acetonitrile (CH_3CN) is an organic trace gas which contains nitrogen in reduced form. The substance is produced in conjunction with biomass burning and in automobile engines. Its contribution to the total nitrogen cycle in the atmosphere is uncertain, but probably small.

Measurements on board of ships are necessary to study acetonitrile in marine air and to obtain information on its distribution between continental and marine atmospheric regions. In addition, it is important to determine whether the ocean is effective as a sink for atmospheric acetonitrile. The method of study involves the sampling of marine air and gas chromatographic analysis.

3.2.8 Trace gas measurements with tunable diode laser spectroscopy (TDLAS) (MPIC)

The aim is:

- Investigation of the theory of maritime photochemistry.
- Measurements of the latitudinal dependence of photochemical activity air.

The measured concentrations of the intermediates CH_2O and H_2O_2 formed in the photooxidation of hydrocarbons can be used as indicators of the photochemical activity of the atmosphere. Methane is the major remaining hydrocarbon after decoupling of the air from sources on the continents. The best possible model predictions can then be expected in this relatively simple situation.

CH_2O and H_2O_2 will be measured by a TDLAS-system from a container on the front deck. The air is continuously drawn through a cell at 20mbar while the laser light is reflected several times in the cell up to a total of 200 m light path. The detection limit of several 10 ppt is expected to be sufficient. In addition ozone, sun intensity and NO_2 are going to be monitored.

These latter parameters together with those determined by other groups are essential for a theoretical estimate of CH_2O and H_2O_2 .

3.2.9 Sulphur turnover ocean-atmosphere: Content of β -dimethylsulphonioacetate (DMSP) in the phytoplankton (UB)

Dimethyl sulphide gas (DMS) is a major volatile gas in the surface waters of open seas. Its distribution is largely correlated with the chlorophyll content, i.g. with the presence of phytoplankton. The tertiary sulphonium compound

DMSP, which is accumulated in algae, is a likely precursor for DMS. DMSP production and accumulation varies in different phytoplankton species. Estimation of the DMSP content in natural populations of phytoplankton should help to give more information of:

- the amount of DMSP accumulated
- species of the populations and their DMSP content
- data on DMS-content of the sea water from polar and subpolar regions in addition to those already known from the Atlantic and Pacific oceans.

3.2.10 Marine chemistry

3.2.10.1 Trace organic compounds in sea water (AWI)

During ANT-V/5 lipophilic trace components will be investigated in surface water of the Southern and Northern Atlantic Ocean. Biogenic compounds from water in polar, temperate and tropical zones will be surveyed and concentration gradients of man-made compounds in the southern and northern hemisphere compared. The investigations will be conducted in remote areas; lines of heavy ocean traffic and areas directly influenced from the continents will be strictly avoided. Average samples from the surface layer will be supplemented by distinct vertical samples. In order to get some evidence about the transport of trace organics between the ocean surface and the atmosphere chemical analyses of some air samples is also scheduled. Enrichment of trace organic compounds will be done from cubic meters of water. New technical procedures in sampling and work-up will be performed.

3.2.10.2 Trace organic compounds in marine organisms (AWI)

The accumulation and distribution of organic trace compounds will be analyzed in Neuston samples during a meridional section from the southern ocean to the North Atlantic. A species specific pattern of distribution of the organic compounds will be investigated in the plankton organisms in comparison to their concentration in surface water. Organisms of different trophic levels are included in this analytical work in order to study food chain relationship in the bio-accumulation of lipophilic components.

3.2.10.3 Heavy metals in zooplankton (AWI)

The vertical distribution of heavy metals in the ocean is dominated by accumulation patterns in the plankton and its excretion products, the quick sinking of large biogenic particles and the metal release upon destruction of the

organic substance. For understanding these processes the regional horizontal distribution in seawater and marine organisms is of great importance. The chemical water analysis is necessary, but will not indicate the variation with time during the expedition. Zooplanktonorganisms remain within one waterbody during their lifespan and thus reflect the bioavailable metal in their surrounding. Many metals show a nutrient-like distribution within the water column (Cd, Zn, Ni, Cu) and are intimately linked to the nutrients phosphate and silicate. The metal/phosphate ratio in seawater and organisms will be carefully observed during the cruise.

On leg V/5 neuston samples will be collected by aid of neustonsledge at day and night stations and further deeper zooplankton by aid of a bongo net. Individuals will be sorted immediately after the catch, inspected for contamination and deep frozen. They will be analysed at home for Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, and P. Surface water will be sampled using the all-teslon Mercos-sampler at each station and acidified with 0.5 ml HCl suprapure during sampling. The analysis for metals and nutrients follows at the institute.

3.2.10.4 Biochemical investigations (AWI)

Biochemical performance of fish from the Atlantic will be studied using hepatic microsomal fractions. Cytochrom P-450, a central component of the mixed function oxygenase (MFO)-system, will be measured; enzymatic activities of this system will also be studied with a number of substrates in order to establish specific capabilities of transformations potentials.

It is the aim of these investigations to contribute to the knowledge of MFO-distributions and performances in fish from the Atlantic to achieve comparisons of other oceanic areas.

Detailed analyses of anthropogene organic trace compounds in the livers of fish will be executed; in order to investigate their influence on enzymatic relations.

3.2.11 Net Total Radiation at Sea (MOH)

The knowledge of the spatial and temporal distribution of net total radiation and its components is important for numerous meteorological investigations. On the south-north cruise of the vessel, the following radiation components shall be recorded: global solar radiation, atmospheric radiation and terrestrial surface radiation. Reflected solar radiation which is the fourth component of net total radiation shall be computed by known parameterizations. Further, direct solar radiation and sunshine duration shall be measured.

The objectives of the investigations are

- to determine the net total radiation and its components, including statistical parameters, for the climatic regions of the Atlantic Ocean,
- to compare the measured atmospheric radiation with model values derived from radiosonde data; additional soundings shall be performed for this task,
- to compare the measured global radiation with model values derived from Meteosat data,
- to compute diffuse solar radiation from measured global and direct solar radiation.