



FS „POLARSTERN“
Expeditionsprogramm Nr.23



ANTARKTIS X
1+2
1991/92



Z 432

23
1991

22. Juli 1993

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
BREMERHAVEN, NOVEMBER 1991

Expeditionsprogramm Nr. 23

FS "Polarstern"

ANTARKTIS X/1 + 2

1991/92

Koordinator: H. Miller

Fahrtleiter:

ANT X/1 a: O. Schrems
ANT X/1 b: O. Schrems
ANT X/2: H. Miller

Alfred-Wegener-Institut
für Polar- und Meeresforschung
Bremerhaven

November 1991

Deutscher Text
Seite 3 bis 34

English Text
Page 45 to 75

I Zusammenfassung

Die zehnte Antarktisreise des FS "Polarstern" wird sich insgesamt über mehr als ein Jahr erstrecken. Die beiden ersten Fahrtabschnitte von Mitte November 1991 bis Ende März 1992 werden in diesem Heft beschrieben, für die darauf folgenden Abschnitte wird ein eigenes Heft folgen.

Der erste Fahrtabschnitt beginnt mit der Ausreise von Bremerhaven am 14. November, führt mit einem kurzen Halt in Puerto Madryn zum Austausch eines Teils der Wissenschaftler zur Antarktischen Halbinsel und endet am 2. Januar in Punta Arenas. Während dieses Fahrtabschnittes wird ein breites Spektrum wissenschaftlicher Disziplinen bearbeitet. In Fortsetzung bereits früher begonnener Untersuchungen werden vorwiegend luftchemische und meereschemische Arbeiten entlang des Nord-Süd Schnitts im Atlantik durchgeführt; daneben wird ein intensives Fernerkundungs-Meßprogramm mit Hilfe von Lidar Systemen zur Erkundung von Strukturen und Zuständen der mittleren Atmosphäre bearbeitet. Im Bereich der Antarktischen Halbinsel werden zusätzlich marin biologische Forschungsprogramme aufgenommen.

Der zweite Fahrtabschnitt beginnt am 4. Januar in Punta Arenas und führt über die Georg von Neumayer Station in das südliche Weddellmeer. Er endet am 25. März in Kapstadt. Während der Rückreise werden auch Wissenschaftler von der Georg Forster Station abgeholt. Während dieses Abschnittes werden von FS "Polarstern" neben dem marinen Forschungsprogramm auch Aktivitäten auf dem Eis unterstützt; ebenso wird die Ver- und Entsorgung der Georg von Neumayer Station, die während der Saison mit Unterstützung eines eigenen Versorgungsschiffes neu gebaut wird, geleistet. Die Forschungsprogramme sind im wesentlichen Fortsetzungen bereits früher begonnener Arbeiten. So wird eine relativ starke Gruppe von Glaziologen im Rahmen des internationalen Filchner Ronne Schelfeisprogramms Arbeiten auf dem Ronne Schelfeis durchführen, Biologen werden die Ökophysiologie von Robben und Pinguinen im Drescher Inlet untersuchen. Den Schwerpunkt der marinen Forschungsprogramme bilden geophysikalische und geologische Untersuchungen zu Aufbau und Struktur der Erdkruste und ihrer sedimentären Bedeckung im Übergangsbereich Kontinent - Ozean. Meeresuntersuchungen mit Hilfe von Fernerkundungsmethoden als Kontrolle für ERS-1 Radarbilddaten, eine ozeanographisch-meteorologisches Bojenprogramm sowie detaillierte bathymetrische Untersuchungen in ausgewählten Gebieten runden das Programm ab.

II Forschungsprogramm

1 Fahrtabschnitt Bremerhaven - Punta Arenas (ANT-X/1a + b)

1.1 Übersicht

Die ersten beiden Fahrtabschnitte der 10. Antarktisreise des Forschungsschiffes "Polarstern" beinhalten die atlantische Nord-Süd-Traverse (ANT X/1a) von Bremerhaven nach Puerto Madryn (Argentinien) und ein umfangreiches Forschungsprogramm im Bereich der antarktischen Halbinsel (ANT X/1b). FS "Polarstern" wird am 14. November 1991 von Bremerhaven Richtung Puerto Madryn auslaufen, wo es am 9. Dezember eintreffen wird. Auf dem Nord-Süd-Schnitt im Atlantik werden u.a. umfangreiche luftchemische und meereschemische Untersuchungen durchgeführt. Die von einigen Arbeitsgruppen vorgesehenen Spurenstoffuntersuchungen knüpfen teilweise an vorausgegangene Reisen an und sollen Informationen über die von der geographischen Breite abhängige Verbreitung natürlicher und anthropogener Spurenstoffe, die Bildungsprozesse von natürlichen Spurenkomponenten sowie Austauschvorgänge liefern. Sie sollen hiermit einen Beitrag zur Ermittlung von Stoffflüssen und zur Belastungssituation des Nord- und Südatlantiks ermöglichen. Schwerpunkte der Untersuchungen sind: Halogenverbindungen, Peroxide, Schwefelverbindungen, CO₂, das Karbonatsystem und organische Verbindungen. Mikrobiologen werden ferner auf der Überfahrt die regionale Verbreitung von Bakterien, die bakterielle Aktivität sowie die Tiefenanpassung von Bakterienpopulationen untersuchen.

Mehrere Arbeitsgruppen werden auf beiden Fahrtabschnitten ein umfangreiches Fernerkundungs-Meßprogramm durchführen. Im Blickpunkt des Interesses steht hierbei die Mesosphäre - also der Bereich der Atmosphäre in Höhen über 50 km. Mit mehreren Lidar-Systemen sollen u.a. Parameter wie Lufttemperatur, Luftdichte, Natrium, Aerosol und Wolkenteilchen gemessen werden. Weitere Geräte werden eingesetzt werden um Wasserdampf, OH und Ozon zu messen.

In Puerto Madryn wird ein Teil der wissenschaftl. Mannschaft ausgetauscht. Im folgenden Fahrtabschnitt (ANT X/1b) wird "Polarstern" schwerpunktmäßig im nördlichen Bereich der antarktischen Halbinsel im Einsatz sein. Zu den bereits seit Fahrtbeginn laufenden Untersuchungen werden dann noch insbesondere biologische Forschungsprogramme hinzukommen, so z. B. die Untersuchungen von Mikropilzgemeinschaften, marinen Pilzen und Benthos. Einige der Fahrtteilnehmer werden zu Forschungsaufenthalten an Land auf verschiedenen Inseln abgesetzt werden. Der Fahrtabschnitt wird in Südchile enden. Der Zielhafen Punta Arenas wird am 2. Januar 1992 angelaufen.

1.1.1 Luftchemische Untersuchungen

1.1.1.1 Organobromverbindungen in der marinen Troposphäre und im atlantischen Oberflächenwasser (AWI)

Als Teil der luftchemischen Untersuchungen sollen horizontale Konzentrationsprofile von leichtflüchtigen Organobromverbindungen ermittelt werden. Beispiele sind Bromoform (CHBr_3) und Methylbromid (CH_3Br), welche hauptsächlich von Makroalgen produziert werden, während die fluorierten Organobromverbindungen anthropogenen Ursprungs sind. Die letzteren Verbindungen gelten wegen ihrer chemischen und photolytischen Stabilität in der Troposphäre als langfristige, potentielle Quelle für Br-Radikale in der Stratosphäre und sind dort in den katalytischen Ozonabbau involviert. Ein signifikantes Ozonerstörungspotential der biogenen Organobromverbindungen wird in der Literatur diskutiert. Der Schwerpunkt der Messungen konzentriert sich auf das Vorkommen dieser Verbindungen in der marinen polaren Troposphäre, speziell an der Eisgrenze. Dort wurden auf der Expedition ANT IX/2 erhöhte Methylbromid-Konzentrationen festgestellt. Als Meßmethode soll die kryogene Anreicherung der Organobromverbindungen auf einem geeigneten Trägermaterial (z. B. TENAX) und anschließende gaschromatographische Trennung und Quantifizierung (Elektroneneinfang (ECD)-detektor) angewendet werden.

1.1.1.2 Wasserstoffperoxid in der marinen Troposphäre (AWI)

Wasserstoffperoxid ist eines der wichtigsten troposphärischen Oxidationsmittel, das für die Oxidation von SO_2 Oxidation zu Sulfat (SO_4^{2-}) verantwortlich ist. Bisher gibt es nur wenige Feldmessungen bezüglich der Konzentration und der geographischen Verteilung von H_2O_2 , speziell in der marinen Troposphäre, so daß über die wichtigsten Faktoren, welche die H_2O_2 Bildung beeinflussen, nur wenig bekannt ist.

Die Rekombination von HO_2 Radikalen ist die bedeutendste H_2O_2 - Bildungsreaktion in der Gasphase. Wegen seiner guten Wasserlöslichkeit wird es in Regentropfen und Schnee in beachtlichen Mengen angereichert. Dort oxidiert es bevorzugt Schwefeldioxid zu Schwefelsäure und spielt somit eine wichtige Rolle bei den sogenannten Säuredepositionsprozessen (saurer Regen). Daneben wird H_2O_2 aber auch direkt in der flüssigen Phase (-> Regentröpfchen) durch zahlreiche, z. T. weniger gut verstandene Reaktionsmechanismen gebildet.

Ziel ist es, horizontale geographische Konzentrationsprofile von H_2O_2 in der Gasphase, in Regentropfen, Schnee und Meerwasser, speziell in der anthropogen wenig beeinflussten Südhemisphäre mittels einer fluorimetrischen Methode (nach Lazrus) zu bestimmen.

1.1.1.3 Klimakontrolle - Wechselwirkungen zwischen Dimethylsulfid [DMS] und Wolkenkondensationskernen [CCN] (MPIM)

Die Produktion von Wolkenkondensationskernen in der marinen Troposphäre als Folge der Oxidation biogenen Dimethylsulfids in der Luft wird als eine Möglichkeit

angesehen, innerhalb der Biosphäre der globalen Erwärmung entgegenzuwirken. Unser Ziel ist daher die Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Dimethylsulfid marinen biogenen Ursprungs und Wolkenkondensationskernen in der maritimen Troposphäre.

Atmosphärische Partikel im Submikromillimeterbereich haben möglicherweise einen bedeutenden Einfluß auf das Klima der Erde. Sie können die Rückstrahlung von Sonnenstrahlen verstärken, als Wolkenkondensationskerne (CCN) wirken, dabei die Reflektivität (Albedo) der Erde beeinflussen, diese dadurch steigern und letztlich Wolken bilden, die den hydrologischen Kreislauf ändern können. Der Beweis für einen biologischen Rückkopplungsmechanismus für globale Erwärmung ist umständlich. Marines Plankton produziert DMS, und es wurden Zusammenhänge beobachtet zwischen der Menge an DMS in der Meeresoberfläche und der in der darüberliegenden Luft, zwischen der Konzentration atmosphärischen DMS und der Anzahl an Kondensationskernen (CN) und zwischen der Anzahl von CN und Wolkenkondensationskernen (CNN).

Während der "Polarstern"-Fahrt ANT X/1 werden einige Untersuchungen an Bord durchgeführt werden, einschließlich der Messung chemischer Spezies des Schwefelkreislaufs (gelöstes und atmosphärisches DMS, sowie die Oxidationsprodukte Methansulfonsäure und Nichtseesalzsulfat in der Aerosolphase) und Anzahl der Aerosole (Gesamt-CN, größenfraktionierte Partikel und CCN). Von besonderem Interesse wird die gleichzeitige Bestimmung von DMS und CCN im Südatlantik und dem südlichen Ozean sein. Dies ist wichtig, da nur wenige Daten für diese individuellen Bestandteile vorliegen und die Messungen daher zu einem Grundliniendatenset beitragen würden. Wichtiger jedoch ist, daß simultane Messungen eine Einschätzung des Zusammenhangs zwischen DMS und CCN ermöglichen werden.

1.1.1.4 Peroxiradikale Messungen in maritimer Luft (MPI)M

Peroxiradikale (RO_2 z.B. HO_2 , CH_3O_2 , CH_3COO_2 u.s.w.) spielen bei verschiedenen Prozessen in der Chemie der Troposphäre eine wichtige Rolle z.B:

- 1) die Umwandlung von NO in NO_2 , das anschließend photolytisiert wird und Ozon bildet, d.h. eine troposphärische, photochemische O_3 -Quelle;
- 2) ihre Reaktionen mit NO und O_3 bilden OH, das wichtigste Oxydationsmittel der Troposphäre;
- 3) ihre Selbstreaktionen bilden wasserlösliche, instabile Superoxide (H_2O_2 , CH_3O_2H u.s.w.), welche wichtige Oxydationsmittel in Wolken und Regen sind.

Die Hauptquelle der RO_2 -Radikale ist der Abbau organischer Verbindungen (z. B. die Oxidation von Methan). Über diesen und ähnliche Zyklen ist die OH- und RO_2 -Chemie der Troposphäre gekoppelt.

Obwohl RO_2 -Radikale eine entscheidende Rolle in der troposphärischen Chemie haben, ist die erwartete Konzentration aufgrund ihrer hohen Reaktivität klein [10^7 bis 10^9 Moleküle cm^{-3} ; (0.4 bis 40 pptv)].

Vor kurzem wurde ein neuartiges Instrument zur Bestimmung von RO_2 -Radikalen, basierend auf der Methode des chemischen Verstärkers, die von Stedman und

Mitarbeitern vorgeschlagen wurde, am Max-Planck-Institut für Chemie entwickelt. Während der "Polarstern"-Reise ANT X/1a, soll dieses Gerät zur Messung der RO_2 Konzentration der maritimen Grenzschicht über dem Nord- und Südatlantik eingesetzt werden.

Die Hauptziele dieses Experimentes sind die Messung von RO_2 in entfernter nord- und südhemisphärischer, maritimer Luft und ein Vergleich mit vorhandenen troposphärischen Modellen.

1.1.2 Meereschemische Untersuchungen

1.1.2.1 Kontinuierliche Messungen des CO_2 -Partialdruckes im Oberflächenwasser des Ozeans und in der Atmosphäre (NIOZ)

Ein großer Teil des CO_2 -Ausstoßes bei der Benutzung von fossilen Brennstoffen wird von den Ozeanen aufgenommen. Diese Aufnahme ist nur ein Teil des gesamten CO_2 -Austausches zwischen den Ozeanen und der Atmosphäre. Schätzungen der Nettoaufnahme schwanken zwischen weniger als 20 % und 40 % des emittierten anthropogenen CO_2 . Die Hauptursachen dieser Diskrepanz sind der Mangel an Meßdaten und die Unsicherheit der Modelkonstanten.

Modelliert wird der Gasaustausch zwischen den Ozeanen und der Atmosphäre in Form von molekularer Diffusion durch einen stagnierenden Grenzfilm, bestehend aus Wasser (Broecker and Peng, 1982). In diesem Modell ist der Fluß des CO_2 proportional zum Gradient der Konzentration zwischen dem gut gemischten Oberflächenwasser und der Atmosphäre. Der CO_2 -Fluß (F) kann beschrieben werden als:

$$F = V_p \times S \times (p\text{CO}_2 \text{ Luft} - p\text{CO}_2 \text{ Ozean})$$

mit V_p als Transportgeschwindigkeit in $\text{m} \times \text{s}^{-1}$, S als Löslichkeitskoeffizient des Gases in $\text{mol} \times \text{m}^{-3} \times \text{atm}^{-1}$ und $p\text{CO}_2$ als CO_2 -Partialdruck in atm. Die Transportgeschwindigkeit hängt ab von der Windgeschwindigkeit und der Wassertemperatur; der Löslichkeitskoeffizient von der Temperatur, dem hydrostatischen Druck und dem Salzgehalt. Es gibt nur wenige Messungen der Transportgeschwindigkeit auf See (Liss und Merlivat, 1986). Insbesondere für Windgeschwindigkeiten größer als $15 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$ (7 auf der Beaufort Skala) fehlen Daten (Watson et al., 1991a).

Es ist noch wenig bekannt über die räumliche Variation des CO_2 -Partialdruckes im Oberflächenwasser. Forschungen von Watson et al. (1991b) weisen darauf hin, daß bereits große Variationen auftreten können bei Abständen, die kleiner sind als 100 km.

Daten des Pazifischen Oberflächenwassers zeigen ein Minimum des CO_2 -Partialdruckes bei ungefähr 40° südlicher Breite. Es gibt kaum Messungen im Bereich zwischen 30° - 60°S des südlichen Breitengrades des Atlantischen und Indischen Ozeans.

Während des geplanten Fahrtabschnittes von Bremerhaven nach Puerto Madryn soll der CO_2 -Partialdruck des Oberflächenwassers und der Atmosphäre gemessen werden. Hierdurch erhofft man Informationen über pCO_2 -Werte im Süd-Atlantischen Ozean, um deren räumliche Variation zu bekommen. Der Vergleich und die Kalibration dieser pCO_2 -Daten mit denen von Dr. B. Schneider des IfMs, Kiel, scheinen sehr interessant.

Luftproben werden an der Front- und Hinterseite des Schiffes gewonnen. Seewasserproben werden durch die Tauchglocke genommen und direkt durch eine Luft/Seewasserkammer geleitet mit einem Duschkopf, der kontinuierlich Seewasser sprüht. Von der wassergesättigten Luft in der Kammer werden Proben genommen. Der CO_2 -Partialdruck der Luftproben wird mit einem Gaschromatographen analysiert. Die Temperaturdifferenz zwischen dem Seewasser beim Einströmen in die Tauchglocke und dem Wasser in der Luft/Seewasserkammer wird registriert. Der atmosphärische Druck wird im Labor analysiert. Interessante Größen können Windgeschwindigkeit, Salzgehalt, Chlorophyllgehalt, pH-Wert, totaler CO_2 -Gehalt und Alkalinität sein.

1.1.2.2 Untersuchungen zum Karbonatsystem (IfMK)

In dem Untersuchungsgebiet sollen die CO_2 -Partialdruckdifferenzen zwischen der ozeanischen Deckschicht und der Atmosphäre ermittelt werden. Diese Größe stellt die treibende Kraft für den CO_2 -Austausch dar und kann, sofern hinreichende Kenntnisse über die globale Verteilung vorliegen, benutzt werden, um die CO_2 -Flüsse an der Meeresoberfläche zu bilanzieren und somit die aktuelle CO_2 -Aufnahme durch den Ozean abzuschätzen.

Daneben sollen an ausgewählten Stationen die vertikalen Verteilungen der Parameter des Karbonatsystems erfaßt werden. Anhand solcher Datensätze kann unter bestimmten Bedingungen und bei Kenntnis der Sauerstoff- und Nährstoffgehalte die vorindustrielle, noch nicht durch anthropogenes CO_2 belastete Deckschicht des Ozeans rekonstruiert werden und somit das anthropogene Signal erkannt werden.

Die Stationen werden nach Möglichkeit so gelegt, daß sie entweder durch eigene Vorarbeiten oder Messprogramme anderer Gruppen (GEOSECS) schon einmal bezüglich des Karbonatsystems beprobt worden sind. Hierdurch soll zum einen versucht werden, die saisonale Variabilität der Parameter des Karbonatsystems, insbesondere des CO_2 -Partialdrucks, herauszuarbeiten, zum anderen soll hiermit der Grundstein für langfristige Zeitserien gelegt werden.

Die Untersuchungen des Karbonatsystems erstrecken sich auf alle vier messtechnisch zugänglichen Größen: Gesamtkarbonatgehalt, Titrationsalkalinität, Partialdruck und pH. Durch diese Überbestimmung (zwei Größen sind hinreichend zur Beschreibung des Systems) ist es möglich, einen thermodynamische Konsistenzprüfung der erhaltenen Messdaten vorzunehmen.

Zusätzlich sollen kontinuierlich aus Oberflächenwasser und an den ausgewählten Stationen aus Tiefenwasserproben Humin- und Fulvinsäuren extrahiert sowie Proben für DOC- und DON-Bestimmungen genommen werden. Damit sollen einerseits die Konzentrationen an Huminstoffen absolut und prozentual vom DOC gemessen

und andererseits in Laboruntersuchungen herausgefunden werden, ob und bei welchen Konzentrationen diese Säuren die Titrationsalkalinität beeinflussen.

Parallel zu allen Proben für die Bestimmung des Karbonatsystems werden Nährstoffe und Chlorophyll gemessen, um den Einfluß der Biologie auf die Bestandteile des Karbonatsystems abschätzen zu können.

1.1.2.3 Iodierte Kohlenwasserstoffe im Atlantik und polaren Gewässern (ICHR)

Im Rahmen des Fahrtabschnittes ANT X 1a/b sollen biogen gebildete, iodierete aliphatische C1->C4-Kohlenwasserstoffe sowohl im Atlantik als auch in polaren Gewässern und an ausgewählten Stellen in der Atmosphäre mit gaschromatographischen Methoden (GC/ECD) untersucht werden. Über die Bildung dieser iodorganischen Verbindungen im Meerwasser liegen bis heute nur geringe Kenntnisse vor. Gleichzeitige Untersuchungen biogener bromierter Substanzen sowie die Korrelation der untersuchten Verbindungen zur biologischen Aktivität im Meerwasser (Messung des Chlorophyllgehaltes mittels Fluoreszenzspektroskopie) sollen Aussagen über Quellen, jahreszeitliche Schwankungen, sowie über den Bildungsmechanismus oben genannter Organohalogenverbindungen ergeben. Außerdem soll der Eintrag dieser Substanzen aus dem Meerwasser in die Atmosphäre untersucht werden. Dies ist von besonderer Bedeutung, da die untersuchten Verbindungen ein Vielfaches des Treibhauspotentials von Kohlendioxid besitzen sowie den troposphärischen und evtl. sogar den stratosphärischen Ozonabbau beeinflussen können.

1.1.2.4 Organische Spurenstoffe in Wasser (AWI)

In Fortsetzung von Arbeiten auf früheren Expeditionen (ANT V/5 und ANT VII/5) wird die globale Verteilung organischer Spurenstoffe im offenen Ozean und in polaren Gewässern untersucht.

Fahrtabschnitt 1a

Während des ersten Teils der Expedition werden Wasser und Aerosole aus der Grenzschicht Ozean/Atmosphäre abschnittsweise aufgenommen und organische Spurenstoffe kontinuierlich angereichert. Zum ersten Mal wird versucht, Einzelstoffe bereits an Bord durch GC/MS-Analysen zu identifizieren und zu quantifizieren. Verstärktes Gewicht wird auf das Sammeln von atlantischem Tiefenwasser zur Analyse von Biomarkern gelegt (Zusammenarbeit mit Mikrobiologen des AWI). Das Wasser wird mit Großraumschöpfern dort aufgenommen, wo gleichzeitig partikuläres Material *in situ* gesammelt wird. Es werden Tiefen nahe am Boden und in der Mitte charakteristischer atlantischer Wassermassen an Stationen der GEOSECS Expeditionen ausgewählt. Zur Untersuchung der globalen PAH- Verteilung werden unabhängig Wasserproben aufgenommen und mit spurenanalytischen Methoden analysiert.

Fahrtabschnitt 1b

Die Wasseruntersuchungen auf dem zweiten Teil der Expedition werden technisch wie für 1a beschrieben fortgeführt. Die Strategie der Probenahme ist ausgerichtet auf die Charakterisierung von organischen Spurenstoffen in antarktischem Ober-

flächenwasser. Das Schicksal dieser Stoffe soll bei der Tiefenwasserbildung und Tiefenwasserausbreitung verfolgt werden. Arbeiten werden zunächst modellhaft in der Bransfield Straße durchgeführt. Besonderes Gewicht wird dabei auf die Analyse von marinen Sterolen gelegt, deren vertikale Verteilung im Bereich von drei tiefen Becken untersucht werden soll. Wasser zur Analyse von Kohlenwasserstoffen soll nahe an hydrothermalen Systemen gewonnen werden. Für Vergleichszwecke werden Proben in der angrenzenden nordöstlichen Bellinghausen See und in der Drake Passage aufgenommen. In der nordwestlichen Weddell See wird Oberflächenwasser an der Eiskante gesammelt, wo hohe Gehalte an Biomarkern vermutet werden. Tiefenwasser in diesem Gebiet wird nahe am Kontinentalabhang beprobt, wo Abkühlung und Eisbildung im Winter Absinken von Oberflächenwasser auslöst.

1.1.2.5 Nährsalze, gelöster organischer Stickstoff und Huminstoffe (AWI)

Die Nährsalze - Nitrat, Nitrit, Ammonium, Phosphat und Silikat- sollen an ausgewählten Stationen analysiert werden. Die Bestimmung der stickstoffhaltigen Nährsalze ist auch Grundlage für die Untersuchung des gelösten organischen Stickstoffs (DON) und der Huminstoffe.

Ein Hauptbestandteil des DONs sind wahrscheinlich die Huminstoffe sowie die gesamten freien und gebundenen Aminosäuren. Daher sollen neben der DON-Bestimmung auch Huminstoffe angereichert und auf ihren Stickstoffgehalt untersucht werden. Weiterhin sollen die Wasserproben durch Bestimmung von Nährstoffen, gebundenen und freien Aminosäuren in den Originalproben und den Huminstoff-Extrakten charakterisiert werden. Durch die Anreicherung größerer Mengen von Huminstoffen soll deren C/N Verhältnis bestimmt werden.

Da die Konzentration der anorganischen N-haltigen Nährsalze in antarktischen Gewässern sehr hoch sind, z.B. im Vergleich zur Arktis, ist eine Abschätzung des DONs wichtig, um eine Bilanzierung des Stickstoffkreislaufs erstellen zu können. Diese Bilanzierung ist auch zur Interpretation von Sedimentationsraten und Grazing wichtig.

Die Untersuchungen stehen im Vergleich zu Bestimmungen in der Arktis, wo Zusammenhänge zwischen DON und biologischer Aktivität festgestellt wurden.

1.1.2.6 Adenosintriphosphat als Biomasseindikator (AWI)

Alle lebenden Organismen enthalten Adenosintriphosphat (ATP) als zentrale Komponente des Energiestoffwechsels. Nach dem Absterben der lebenden Zellen wird das ATP schnell zerstört. Da der ATP-Gehalt vieler Organismen bekannt ist, kann aus der quantitativen Bestimmung von ATP die Biomasse ermittelt werden. Die Bestimmung des ATP erfolgt enzymatisch mit dem Luciferin-Luciferase-System in den Trispuffer-Extrakten von abfiltriertem Mikroplankton. Mit dieser Methode soll in Verbindung mit den Untersuchungen der Arbeitsgruppe Prof. Kirst, FMB, die Abhängigkeit der DMSP-Gehalte von der Biomasse untersucht werden. Ein Vergleich der Biomassenermittlung nach der ATP- und Chlorophyllmethode wird angestrebt.

Weiterhin soll die Bestimmung von ATP in Einzelorganismen atlantischer Zooplanktonorganismen vervollständigt werden.

1.1.2.7 Gehalt an Dimethylsulfoniumpropionat im Phytoplankton des Nord- und Südatlantik (FMB)

Die schwefelorganische Verbindung Dimethylsulfoniopropionat (DMSP) wird in verschiedenen Phytoplanktonorganismen angereichert. Sie stellt die Vorstufe zum Dimethylsulfid dar, der mengenmäßig häufigsten biogenen Schwefelverbindung, die einen erheblichen Teil der Schwefelbelastung in der Atmosphäre ausmacht. In Fortführung und Ergänzung entsprechender Arbeitsprogramme früherer Expeditionen wird während des Nord-Süd-Schnittes durch den Atlantik der DMSP-Gehalt, der Chlorophyllgehalt und die Artenzusammensetzung im Phytoplankton des Oberflächenwassers untersucht. Als physiologische Parameter werden Photosynthese- und Atmungsrate des Phytoplanktons bestimmt. Dabei interessiert die Korrelation zwischen DMSP Akkumulation in den Organismen, der Planktondichte und dem Vorkommen bestimmter DMSP-reicher Arten, wie z.B. Phaeocystis oder einiger Coccolithophoraceae. Parallel soll dazu von anderen Arbeitsgruppen der ATP/ADP Gehalt und die DMS Konzentration des Wassers, ggf. auch die der Atmosphäre bestimmt werden (vgl. Arbeitsprogramm Prof. Ernst). Mit diesen Daten wird ein weiterer Beitrag zur besseren Abschätzung der DMSP-Produktion in den Organismen des Atlantischen Oberflächenwassers geleistet. Nord- und Südatlantik, sowie der Äquatorialbereich unterscheiden sich erheblich bezüglich der DMSP/DMS Abgabe in die Atmosphäre.

1.1.3 Meeresbiologie

1.1.3.1 Ökophysiologie der Eisalgen: Dimethylsulfoniumpropionat- Gehalt und die Freisetzung von Dimethylsulfid während der Eisschmelze (FMB)

Während der Bildung des Meereises formen sich Kavernen und Kanäle im Eis, die eine hoch konzentrierte, nicht gefrierende Salzlösung enthalten. In diesen Salzkanälen ("Brine-pockets") leben Eisalgen, die kleinmolekulare organische Verbindungen als Osmolyte akkumulieren, wie z.B. die Aminosäure Prolin oder die schwefelorganische Verbindung Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP). Das DMSP zerfällt leicht in Dimethylsulfid (DMS) und Acrylsäure. Bei der Eisschmelze werden daher hohe Freisetzungsraten von DMS erwartet, das von den in großen Mengen aus dem Eis entlassenen Algen stammt. Durch vergleichende und gleichzeitige Messungen von DMSP im Phytoplankton, in Eisalgen aus Eiskernen und von DMS im freien Wasser, im Eis und unter der Packeisdecke sowie in der Atmosphäre soll diese These überprüft und damit der Zusammenhang zwischen organismischem DMSP und der DMS Entstehung bestätigt werden (vgl. Arbeitsprogramme von Prof. Andreae und Prof. Ernst). Neben den DMSP Messungen werden in den Proben Bestimmungen des Chlorophyllgehaltes, der Artenzusammensetzung und weiterer Inhaltsstoffe (Prolin, s.o.) durchgeführt. Als Kriterium für die physiologische Aktivität werden Photosynthese- und Atmungsraten bestimmt. Den typischen Eisalgenegenschaften: Innereisalgen, Algen in der Salzsole (Brine) und den Algen der Infiltrationsschicht an der Schnee-Eis Grenze gilt dabei das besondere Interesse. Nach Möglichkeit werden Langzeitstationen für Tagesgänge (36 Stunden) und Tiefen-

profile gefahren. Die Ergebnisse tragen zu einer weiteren Klärung der sogenannten Phytoplankton - Klima Beziehung bei, da die Oxidationsprodukte des DMS, u.a. Sulfat und Methansulfonat, eine wichtige Rolle als Kondensationskerne bei der Wolkenbildung spielen.

1.1.3.2 Sekundärmetabolite des antarktischen Benthos (AWI)

Sekundärmetabolite der antarktischen Fauna sind bisher kaum untersucht worden. Sie sind jedoch von Bedeutung, da die isolierte Entwicklung der Antarktis-Fauna möglicherweise auch zu spezifischen chemischen Strukturen geführt hat. Mit vielen Sekundärmetaboliten sind ökologische Funktionen verbunden, die auf Expeditionen zukünftig aufgezeigt werden sollen.

Auf der Grundlage der Erfahrungen und Ergebnisse von der Expedition ANT VIII/4 sollen spezielle Benthos-Arten und weitere bisher nicht untersuchte wirbellose Tiergruppen mit Agassiz-Trawls und Bodengreifern an der Antarktischen Halbinsel gefangen und ihre Sekundärmetabolite analysiert werden. Vielversprechend ist die Untersuchung von Gorgonarien und der Fauna, die mit diesen assoziiert lebt oder die diese möglicherweise frißt. Anhand der in der Gattung *Thouarella* bereits nachgewiesenen Sesquiterpene sollen ökologische Beziehungen mit biochemisch-analytischen Methoden erfaßt werden. Die Attraktion der Begleitfauna durch Gorgonarien wird in Aquarien an Bord getestet.

Die Tiere werden an Bord für die Analysen tiefgefroren und später im Labor unter Einsatz von Gaschromatographie und Massenspektrometrie untersucht. Mit diesen Methoden werden auch chemische Verbindungen analysiert, die für Lebensprozesse unter extrem kalten Bedingungen charakteristisch sind.

1.1.3.3 Tiefseemikrobiologie (AWI)

Mit der Beprobung von 5 Tiefseebecken im Atlantischen Ozean werden die Untersuchungen zur Tiefenanpassung von Bakterienpopulationen fortgeführt. Insbesondere sollen die Kenntnisse über die Rolle der druckangepaßten, barophilen Bakterien im Tiefseebereich sowie über das Schicksal der aus oberflächennahem Wasser in die Tiefe sedimentierenden Mikroorganismen erweitert werden.

Die in unterschiedlichen Wassertiefen und am Boden vorkommenden Bakteriengemeinschaften sollen mit differenzierenden Kulturmethoden auf Druck- und Temperaturtoleranz geprüft werden. Darüber hinaus ist geplant, die pelagischen Bakterien mittels *in situ* Partikelsammler anzureichern und in Zusammenarbeit mit der Sektion Chemie des AWI auf Biomarker, die eine Tiefen- bzw. Druckabhängigkeit anzeigen können, zu analysieren. Von Aktivitätsmessungen bei unterschiedlichen Inkubationsbedingungen werden weitere Daten zur Abschätzung der mikrobiellen Leistungen im Tiefseebereich erwartet.

Die Frage nach der Existenz und Quantität von barophilen, dekompensationsempfindlichen Bakterien soll weiterverfolgt werden. Dafür ist der Einsatz eines Druckwasserschöpfers geplant, mit dem aus größeren Volumina bodennahen Tiefsee-

wassers Bakterien angereichert und unter Beibehaltung des Tiefseedrucks an Bord gebracht sowie weiter kultiviert werden können.

1.1.3.4 Untersuchungen zur Verbreitung, Dichte und Aktivität von Pilzen in marinen und terrestrischen Lebensräumen der Antarktis (IfMB, AWI)

Das Vorkommen von Mikropilzen (Asco-, Basidio- und Deuteromycetes) auf dem Antarktischen Kontinent ist durch zahlreiche Veröffentlichungen hinlänglich belegt. Die spezifischen Stoffwechselleistungen dieser heterotrophen Mikroorganismen sind jedoch erst seit kurzem Gegenstand zunehmenden Interesses, und zwar sowohl der Grundlagenforschung als auch der anwendungs-orientierten Forschung. Während ANT X/1 b sollen an verschiedenen Standorten der maritimen Antarktis Pflanzen-, Moos-, Flechten- und Bodenproben gewonnen werden, um hinsichtlich ihres Pilzgehaltes und der Anzahl isolierbarer Arten bzw. Stämme untersucht zu werden. Dabei wird angestrebt, anthropogen wenig beeinflusste Standorte zu beproben, um vor allem die einheimische Pilzflora zu erfassen. Die isolierten Pilzstämme werden mit Hilfe einschlägiger Laborexperimente physiologisch charakterisiert, chemotaxonomisch eingeordnet und mit Isolaten aus alpinen Habitaten verglichen.

Pilze kommen aber auch im Meereis und Meerwasser der Antarktis vor (Schaumann, 1986). Hier ist es insbesondere die Gruppe der Thraustochytiaceen (pilzähnliche Protisten), die hinsichtlich ihrer Diversität, Aktivität sowie der saprophytischen und/oder parasitischen Lebensweise und nicht zuletzt auch bezüglich ihrer physiologischen Adaptationsfähigkeit von Interesse sind. Ziele unserer jetzigen Arbeiten sind:

1. die qualitative und quantitative Aufnahme der Mikropilzgemeinschaften der antarktischen Halbinsel bzw. der vorgelagerten Inseln (TU-Braunschweig);
2. die Erfassung der Vorkommen und Aktivitäten pilzartiger Protisten im Meereis, Meerwasser und Plankton (insbesondere Phytoplankton und Krill) des Antarktischen bzw. Subantarktischen Ozeans (AWI) ;
3. die Isolation zahlreicher, insbesondere psychrophiler Stämme höherer und niederer Pilze (TU-Braunschweig + AWI), sowie
4. ihre physiologische Charakterisierung und die experimentelle Untersuchung auf Sekundärmetaboliten-Produktion (TU-Braunschweig + AWI).

1.1.3.5 Untersuchungen zur latitudinalen Verbreitung, Dichte und Aktivität mariner Pilze im Atlantischen Ozean (AWI)

Marine Pilze, insbesondere aus der Gruppe der Thraustochytriaceen, sind als osmoheterotrophe Mikroorganismen an Abbau und Umsetzung sowohl partikulärer als auch gelöster organischer Substanzen (POM+DOM) im Meer beteiligt. Während über das oft massenhafte Vorkommen und die Aktivitäten mariner Pilze in Ästuarien und Küstenmeeren gut gesicherte Kenntnisse vorliegen, ist über ihre Verbreitung, Dichte und Aktivität im Pelagial des offenen Ozeans kaum etwas bekannt. Durch eine Profiluntersuchung vom Nordatlantik über den äquatorialen Atlantik bis in den Südatlantik (und im folgenden Fahrtabschnitt: den Antarktischen Ozean) soll nun erstmalig die latitudinale Variation der qualitativen und quantitativen Zusammen-

setzung mariner Pilzgemeinschaften und ihrer Aktivitäten, sowie (in Zusammenarbeit mit dem IfM Kiel) ihrer Wechselbeziehungen zu den entsprechenden Phyto-, Zoo- und Bakterioplankton-Gemeinschaften durchgeführt werden. Neben der kontinuierlichen Erfassung der Chlorophyll-Fluoreszenz in 10 m Wassertiefe, werden diskontinuierlich in verschiedenen Wassertiefen bestimmt: Chlorophyll-Konzentration, Keimzahl und Aktivität mariner Pilze, Bakterienkeimzahl (cfu), Vorkommen parasitischer Pilze auf Phyto- und Zooplanktonorganismen. Eine repräsentative Anzahl, insbesondere psychrophiler saprophytischer Pilze soll isoliert und hinsichtlich ihrer physiologisch-biochemischen Adaptationsfähigkeit untersucht werden.

1.1.3.6 Mikrobiologie (IfMK)

Abgesehen von einigen wenig bedeutsamen Ausnahmen sind die heterotrophen Bakterien die einzigen Organismen, welche die im Gewässer in relativ großer Menge anfallende gelöste organische Substanz (DOS) verwerten können. Ihre Tätigkeit führt dazu, daß zum einen die in der DOS enthaltenen Pflanzennährstoffe wieder freigesetzt und erneut verfügbar gemacht werden und zum anderen ein Teil der gelösten organischen Substanz in partikuläre Substanz (Bakterienbiomasse) überführt und so in die Nahrungskette eingeschleust werden kann. Aufgrund dieser Doppelfunktion spielen die Bakterien eine wichtige Rolle im Gewässersystem.

Die Bakterienzahl und -biomasse sowie die bakterielle Aktivität im Meer unterliegen teilweise ausgeprägten regionalen Veränderungen. Nach bisherigen noch sehr lückenhaften Erkenntnissen scheint es so zu sein, daß die regionalen Unterschiede auch von "qualitativen" Änderungen begleitet sind. So sind in den oligotropen subtropischen und tropischen Meeresgebieten die Bakterienzahl und die -aktivität quantitativ zwar niedrig, ihre funktionale Bedeutung für den Stoffkreislauf dieser Gebiete dürfte aber eher größer sein als in den eutrophen gemäßigten Regionen des Meeres.

Die Forschungsreise ANT X von FS "Polarstern" von Bremerhaven in die antarktischen Zielgebiete bietet die einmalige Gelegenheit, großräumige mikrobiologische Untersuchungen durchzuführen. Auf dieser Fahrt, die vom gemäßigten Nordatlantik über die subtropischen und tropischen Meeresgebiete bis in den polaren Südatlantik führt, soll deshalb die regionale Verbreitung der Bakterien und der bakteriellen Aktivität untersucht werden. In relativ kurzen Abständen (ca. 50 Sm) sollen über die gesamte Fahrtstrecke Wasserproben aus der durchmischten Deckschicht genommen werden, in denen die Gesamtzahl der Bakterien, der relative Anteil der metabolisch aktiven Bakterien, die bakterielle Biomasse, die bakterielle Produktion sowie die Hydrolyse- und Turnover-Raten hochmolekularer und niedermolekularer organischer Substanzen bestimmt werden. Diese Untersuchungen werden begleitet von planktologischen Studien, die die Bestimmung der Zahl der Cyanobakterien, der Chlorophyll-Konzentration und der Primärproduktion (letztere unter Standardbedingungen) beinhalten. Eine derartige großräumige und umfassende Untersuchung ist bisher noch nicht durchgeführt worden.

Von den Ergebnissen erwarten wir eine verbesserte Kenntnis über die räumliche Verbreitung der Bakterien und darüber hinausgehend neue Einsichten in die funktionale Bedeutung dieser Organismengruppe im Stoffkreislauf des Meeres.

1.1.3.7 Benthosuntersuchungen (ZIH)

An insgesamt 14 Stationen (7 Stationen auf Weichboden, 7 Stationen auf Hartboden) im Bereich der Antarktischen Halbinsel sollen Fänge für Bodentieruntersuchungen durchgeführt werden. Ausgewählte Arten sollen lebend beobachtet werden.

7 der oben genannten Stationen sind an vorangegangenen Expeditionen bereits untersucht worden. Hier sollen Mehrfachfänge mit dem Bodengreifer tiefergehende Aufschlüsse über kleinräumige Verteilung und Populationsdynamik ausgewählter Arten im Vergleich zu früheren Probenreihen geben.

Bevorzugt an Stationen mit Hartboden sollen Polychaeta und Ostracoda gesammelt werden. Im Container-Labor sind Lebendbeobachtungen an Polychaeta vorgesehen, besonders an einer mit Hornkorallen assoziierten Art (Ernährung, Revierverhalten, Brutpflege, Pigmentierung).

Ebenfalls im Laborcontainer sollen Studien an lebenden Ostracoda durchgeführt werden, um Bewegung, Nahrungsaufnahme und Fortpflanzungsverhalten zu studieren und Reaktionen auf Licht zu überprüfen. Ferner ist geplant, das auf einer früheren Reise begonnene Strandprogramm fortzuführen. Hierbei stehen die Tiere des interstitiellen Lebensraums im Vordergrund. Messungen ökologischer Parameter sind geplant.

In der Gattung *Monobrachium* (Hydrozoa, Athecata) sind bisher 3 Arten beschrieben: *M.parasitum* aus dem Nordatlantik, der Arktis und dem Pazifik vor Kalifornien, Nordkanada und Japan, *M.drachi* aus dem tropischen Ostatlantik und *M.antarctica* aus der Weddell See. Fixiertes und lebendes Material von früheren Reisen der "Polarstern" gibt Anlaß zu der Vermutung, daß es sich bei *M.parasitum* und *M.antarcticum* um nur eine Art handelt. Es soll versucht werden, dies an lebendem Material zu überprüfen und gegebenenfalls eine Revision der Gattungen vorzunehmen.

Aus Agassiztrawl-Fängen werden vor allem Polychaeta, Amphipoda und Ophiuroidea sortiert. Beyerschlittenfänge sollen weitere Informationen über Mysidacea und Ostracoda des Hyperbenthos bringen. Bestimmte Arten von Ophiuroidea und Bivalvia werden für Altersanalysen gesondert fixiert.

1.1.4 Physik des Ozeans

1.1.4.1 Physikalische Ozeanographie (AWI, IfMK)

Um die Oberflächenzirkulation im atlantischen Sektor des Antarktischen Zirkumpolarstroms (ACC) zu untersuchen, ist ein Experiment mit Oberflächendriftern geplant. Zu diesem Zweck werden satellitengeortete, mit Segel und Temperaturfühler bestückte Drifterkörper eingesetzt. Die Segel hängen in einer Tiefe von 100 m, so daß die Drifter abgekoppelt von meteorologischen Ereignissen der Strömung unterhalb der direkt vom Wind getriebenen Ekman-Schicht folgen.

Es ist beabsichtigt, während der Überquerung der Drake Passage 25 dieser Drifter entlang des Schiffsurses zu verteilen. Infolge der geringen meridionalen Erstreckung der Drake Passage ist hier die Voraussetzung erfüllt, die Drifter innerhalb eines schmalen Breitenbereichs auszusetzen, der den gesamten ACC einschließt. Ergänzt wird das Experiment durch einen gleichzeitig ausgeführten XBT-Schnitt quer über die Passage, um zum Zeitpunkt des Aussetzens die Zuordnung der Drifter zu den Frontalbereichen des ACC's zu ermöglichen.

Ziel dieses Experiments ist es, neben der reinen Beschreibung der Trajektorien ein besseres Verständnis für die Dynamik des ACC's - auch im Hinblick auf die numerische Modellierung des Zirkumpolarstroms - zu entwickeln. Hierbei wird von besonderem Interesse sein, die Verteilung der kinetischen Energie der mittleren Zirkulation und die des Wirbelfeldes entlang des ACC's zu trennen, sowie den Einfluß der Bodentopographie auf die Verteilung dieser Energieanteile zu ermitteln.

1.1.5 Mesosphäre

1.1.5.1 Geomorphologische Geländereferenzuntersuchungen zu ERS-1 Fernerkundungsdaten auf eisfreien Standorten im Bereich der Antarktischen Halbinsel (FGB)

Ziel der geomorphologischen Untersuchungen während der "Polarstern"-Fahrt ANT X/1b ist zu prüfen, inwieweit die SAR-Daten (Radarbilder) des ERS-1 Satelliten zur Erfassung verschiedener geomorphologischer und glaziologischer Phänomene (u.a. Strandterrassenniveaus, Gletschervorfelder, Strukturböden, Auftaudynamik des Permafrosts, Ausaperungsentwicklung, Küstenfesteistypen) geeignet sind. Zum Vergleich sollen neben der Feldkartierung von Referenzgebieten und Geländemessungen zur Charakteristik typischer Periglazialstandorte dazu sowohl analoge als auch andere digitale Fernerkundungssysteme, wie z. B. LANDSAT TM, SPOT oder auch NOAA-Wettersatellitendaten, herangezogen werden.

In Kombination mit anderen Datenquellen, die aus Kartierungen und Meßreihen resultieren, sollen die Radardaten mit Bodenreferenzdaten auch unter Einbezug digitaler Geländemodelle innerhalb eines Geographischen Informationssystems verknüpft werden. Der bisher vielversprechende Einsatz von Radardaten soll für die glaziologische und geomorphologische Analyse von Periglazialgebieten angewandt werden und zum besseren Verständnis der Auftau- und Abschmelzdynamik sowie deren räumlicher und zeitlicher Struktur beitragen.

1. Radaraufnahmesystem

Der im Sommer 1991 gestartete Europäische Fernerkundungs-Satellit (ERS = European Remote sensing Satellite) ERS-1 ist als Radarsatellit ein aktives Mikrowellenfernerkundungssystem, dessen großer Vorteil die Unabhängigkeit von Beleuchtungs- und Bewölkungsbedingungen ist. Über einen Mikrowellensender wird dabei elektromagnetische Energie erzeugt, beim ERS-1 Wellen des C-Bands mit 5,3 cm Wellenlänge, die nach schräg unten abgestrahlt wird, auf den Boden auftrifft, gestreut und reflektiert wird, und dann als rückgestreute Strahlung über eine Antenne aufgezeichnet wird. Die Radarbilder setzen sich dann aus unterschiedlich starken Radarechos zusammen, die hauptsächlich von der Oberflächenrauigkeit und den Dielektrizitätseigenschaften der Oberflächenmaterialien abhängen.

Die Aufnahmen des ERS-1 für den Bereich der Antarktischen Halbinsel werden von der federführend von Deutschland erstellten und betriebenen Satellitenstation bei der chilenischen Antarktisstation O'Higgins (63°19'S 57°54'W) empfangen.

2. Feldarbeiten in antarktischen Referenzgebieten

Während der Landaufenthalte auf verschiedenen Inseln vor der Antarktischen Halbinsel und auf dem Festland sollen deshalb auch geomorphologische Kartierungen, Substratanalysen, Messungen der Dielektrizitätskonstante, seismologische bzw. geoelektrische Profile gelegt sowie klimatologische Messungen durchgeführt werden. Die dabei erzielten Resultate sollen als Karten und Datensätze festgehalten werden und mit anderen Expeditionsergebnissen aus der Antarktis und Spitzbergen verglichen werden. Es ist geplant, speziell zu eisfreien Standorten auf der König Georg Insel an der Maxwell Bucht oder auf Nelson und Livingston Island zu gehen in Abhängigkeit von den logistischen Möglichkeiten.

Geomorphologisch kartiert werden eisfreie Standorte der Süd-Shetland Inseln mit periglazialen Formenschatz sowie die unmittelbare Randbereiche der Eiskappen und Gletscher, also Gletschervorfelder mit Moränen und Sandern. Die Kartierung wird unter Zuhilfenahme verfügbarer Karten und Luftbilder in möglichst großen Maßstäben (1:5000 bzw. 1: 25 000) vorgenommen werden. Dazu wird auch die fotografische Dokumentation kleinräumig wechselnder Oberflächenformen gehören. Zur Kartierung gehören Hangneigungs- und Höhenmessungen ebenso wie Expositionsaufnahmen, womit bereits erstellte Karten aus digitalen Geländemodellen überprüft werden sollen, bzw. weil diese Parameter auch entscheidenden Einfluss auf das zurückgestrahlte Radarsignal haben.

3. Radarsignal und Standortparameter

Beprobungen für Korngrößenanalysen sind zusätzlich wichtig, weil beispielsweise beim C-Band des ERS-1 Oberflächen mit Substraten aus Korngrößen kleiner als 5,3 cm Durchmesser der Radarstrahlung gegenüber "glatt" wirken, und diese vom Sender weg reflektieren, somit im Radarbild nur ein schwaches Signal aufgezeichnet wird. Größere Korngrößen streuen die Strahlung, wodurch ein helleres Signal erzeugt wird.

Zur Überprüfung der sommerlichen Auftaumächtigkeit werden Handbohrungen durchgeführt bzw. hammerschlagseismische Profile gelegt werden, denn möglicherweise können daraus im Zusammenhang mit Bodenfeuchteanalysen Rückschlüsse für deren Erkennbarkeit aus dem Satellitenbild gezogen werden.

Die Dielektrizitätskonstante der verschiedenen Oberflächenmaterialien kann mit einer Sonde zur Messung des Radarrückstrahlquerschnitts im Gelände bestimmt werden. Die klimatologischen Untersuchungen, vor allem die Temperaturmessungen der bodennahen Luftschichten und in verschiedenen Bodentiefen, dienen dem Erfassen der energetischen Austauschprozesse zwischen Boden und Luft sowie der zeitlichen Entwicklung der Auftauschicht.

Von den ERS-1 Daten, die ja einen ganz anderen Wellenlängenbereich als herkömmliche Erderkundungssatelliten abdecken, erhoffen wir uns durch die Kombination mit anderen Fernerkundungsdaten eine Verbesserung für geomorphologische Anwendungen.

Die Feldstudien sind die erste Kampagne im Programm mehrerer koordinierter Projekte, die vom BMFT (= Bundesministerium für Forschung und Technologie) finanziert werden, zum Studium der Anwendung der Daten des von der ESA (= European Space Agency) gestarteten europäischen Fernerkundungssatelliten für die Fragen der Ozean-Eis-Atmosphären-Beziehung. Eine Zusammenarbeit besteht speziell mit dem Institut für Physische Geographie der Universität Freiburg (Prof. Gossmann).

1.1.5.2 Bestimmung der Temperatur der oberen Mesosphäre aus OH*-Emissionen (FPW)

Die Mesopause ist als Bindeglied zwischen Mesosphäre und Thermosphäre ein sehr wichtiger Bereich der Atmosphäre, der auch mit modernen Meßtechniken nur schwer zugänglich ist. Sie wird typischerweise mit dem Minimum des Temperaturprofils zwischen Mesosphäre und Thermosphäre identifiziert und liegt zwischen 80 und 100 km Höhe. Ihre genaue Lage ist im wesentlichen von der geographischen Breite und der Jahreszeit abhängig. In der oberen Mesosphäre und der unteren Thermosphäre reagiert Ozon mit atomarem Wasserstoff und bildet in einer exothermen Reaktion angeregte OH-Moleküle (OH*). Als Folge dieser Reaktion entsteht eine Schicht von OH*-Molekülen mit einem Dichtemaximum bei 86 km Höhe und einer Halbwertsbreite von etwa 8 km.

Beim Übergang zu niedrigeren Energieniveaus emittieren die OH*- Moleküle Strahlung im infraroten und im sichtbaren Spektralbereich. Die von uns beobachtete Infrarotstrahlung ($\approx 1.5 \mu\text{m}$ Wellenlänge) entsteht bei Übergängen der OH*(3,1)-Vibrations-Rotationsbande. Ihre Intensität hängt von der kinetischen Temperatur der Atmosphäre im betrachteten Höhenbereich ab.

Durch bodengebundene nächtliche Messungen dieser Strahlung mit IR- Spektrometern kann die mittlere Temperatur der OH*-Schicht bestimmt werden. Das von der Universität Wuppertal verwendete Spektrometer ist mit einem Germanium-Detektor ausgerüstet, der im Wellenlängenbereich von 0.8 - 1.8 μm bei einer Betriebstemperatur von -196°C eine hohe Empfindlichkeit bei geringem Eigenrauschen aufweist. Dadurch ist es möglich, Temperaturen im Bereich der Mesosphäre mit einer Genauigkeit von $\pm 2.5^\circ \text{C}$ zu ermitteln. Die Messungen lassen sich in klaren Nächten sowie bei geringer bis mittlerer Bewölkung durchführen. Die Universität Wuppertal hat zwei dieser IR-Spektrometer seit 1980 mit Erfolg an verschiedenen Orten betrieben. Durch diese Messungen sind Rückschlüsse auf die Dynamik und die Chemie der genannten Atmosphärenschicht möglich. Aus der Variabilität der OH*-Temperatur können z.B. wellenartige Veränderungen der Atmosphäre, wie sie bei planetaren Wellen auftreten, abgeleitet werden. Weiter ist es möglich, Rückschlüsse auf die Breitenabhängigkeit der Temperatur in der betrachteten Schicht zu ziehen. Darüber hinaus gibt es Hinweise auf einen Langzeittrend, wie er z.B. bereits in der Stratosphäre im Zusammenhang mit dem Treibhauseffekt beobachtet wurde.

Die Messungen des OH*-Spektrometers während der Polarsternfahrt haben die folgenden Ziele:

1. Meßmethodenvergleich:

Die von dem OH*-Gerät gemessenen Temperaturen sollen mit den von den Lidarstationen gemessenen Daten verglichen werden. Hieraus läßt sich ableiten, ob die OH*-Schicht einen Breitengang aufweist. Die hohe Meßgeschwindigkeit des OH*-Gerätes erlaubt es dabei, die für den Vergleich optimalen Zeitperioden auszuwählen (Vermeidung gestörter Bedingungen). Diese Eigenschaft des OH*-Gerätes könnte generell für die Interpretation der Lidardaten von Interesse sein.

2. Wellenaktivität:

Langperiodische Oszillationen (Planetare Wellen) zeigen einen charakteristischen Jahresgang an der Mesopause. Ein Breitengang wird ebenfalls erwartet. Da die "Polarstern"-Fahrt vom Winter in den Sommer führt und dabei einen großen Breitenbereich überdeckt, werden deutliche Änderungen der Wellenaktivität während der Fahrt erwartet. Als Referenz bei diesen Messungen dienen Dauerbeobachtungen an je einer Station in mittleren und nördlichen Breiten (Wuppertal, 51°N, 7°E; Buenos Aires, 35°S, 59°W). Dies sollte die Trennung von räumlichen und zeitlichen Variationen erleichtern.

3. Breitengang der Temperatur:

Die Mesopausentemperatur zeigt einen erheblichen Jahres- und Breitengang. Der Jahresgang ist inzwischen - u.a. durch viele OH*-Messungen - gut dokumentiert. Während der DYANA-Kampagne (1990) wurden auch die Unterschiede mit der geographischen Länge untersucht. Der Breitengang ist dagegen viel weniger gut bekannt. Ein Nord-Süd-Schnitt mit einem OH*-Gerät wurde unseres Wissens bisher noch nicht durchgeführt. Die Ergebnisse können ggf. der Verbesserung der CIRA Referenz-Atmosphäre dienen, deren Qualität im Mesopausenbereich gegenwärtig diskutiert wird. Die OH*-Messungen auf der "Polarstern" sollen in diesem Zusammenhang abgestützt werden durch die gleichzeitigen Dauermessungen an den oben genannten Stationen in Wuppertal und Buenos Aires.

1.1.5.3 Projekt LADIMAS - Latitudinal Distribution of Middle Atmosphere Structure - (PIB, FPW, PSU)

Derjenige Teil der mittleren Atmosphäre, der oberhalb 50 km Höhe liegt, ist bis heute noch vergleichsweise wenig erforscht. In den vergangenen Jahren wurden jedoch moderne Beobachtungsmethoden entwickelt, die es gestatten, wichtige Eigenschaften der oberen Atmosphäre vom Boden aus zu messen. Im Rahmen des Projektes LADIMAS werden eine größere Anzahl solcher Meßgeräte auf der "Polarstern" installiert, von wo aus sie gleichzeitig und am gleichen Ort die in Tab. 1 genannten Eigenschaften der mittleren Atmosphäre vermessen sollen. Die Durchführung dieser Messungen während der "Polarstern"-Fahrten ARK VII/3, ANT X/1a und 1b bietet die bisher einzigartige Möglichkeit, nicht nur die atmosphärischen Parameter selbst, sondern auch ihre Abhängigkeit von der geographischen Breite (von 70°N bis ca. 60°S) und - in gewissem Umfang - von der Jahreszeit studieren zu können. Im Vordergrund des Interesses stehen dabei:

1. Vermessung der Breitenabhängigkeit der thermischen Struktur der mittleren Atmosphäre von 70°N bis 60°S, insbesondere die der Temperatur und Höhe der Mesopause.

2. Vermessung der Häufigkeit und Stärke, der Höhen- und Breitenabhängigkeit von internen Schwerewellen, sowie deren zugehörigen "Sättigungshöhen".
3. Vermessung der Höhenprofile und der Breitenabhängigkeit der Dichte von Wasserdampf, Ozon, Natrium und Eisen oberhalb 50 km Höhe.
4. Suche nach nicht-molekularen Rayleigh-Streuteilchen, Mie-Streuteilchen, Aerosolen und Wolkenteilchen in der gesamten mittleren Atmosphäre.
5. Erforschung von Metallatom-Schichten in Höhen zwischen 80 und 110 km Höhe, insbesondere:
 - a) erstmalige großräumige Vermessung der Eisenschicht,
 - b) gleichzeitige Beobachtungen der Eisen- und Natrium-Schichten,
 - c) Breitenverteilung sporadischer Metallatom-Schichten und
 - d) deren Korrelation mit dem Auftreten sporadischer E-Schichten.

Tab. 1: Die während LADIMAS zu messenden Parameter der mittleren Atmosphäre

Parameter	Höhenbereich	Instrument	Institution
Lufttemperatur	80 - 110 km 86 km	Na Resonanz-Lidar OH*-Spektrometer	PUB GHW
	10 - 80 km	Rayleigh/Raman-Lidar	PSU
Luftdichte	10 - 90 km	Rayleigh/Raman-	PSU
<u>Zusammensetzung:</u>			
Wasserdampf	50 - 80 km	Mikrowellen-Radiometer	PSU
Ozon	Mesosphäre	O ₂ (¹ Δ)-Photometer	US
Natrium	80 - 110 km	NA Resonanz-Lidar	PUB
Aerosol, Wolkenteilchen	10 - 40 km	Rayleigh/Raman-Lidar	PSU
Elektronendichte	90 - 150 km	Ionosonde	NRS

2 **Fahrtabschnitt Punta Arenas - Kapstadt (ANT X/2)**

2.1 Übersicht

Zum zweiten Fahrtabschnitt wird "Polarstern" am 4. Januar von Punta Arenas auslaufen und zunächst zur Georg von Neumayer Station fahren. Von dort wird die - hoffentlich vorhandene - Küstenpolynia bis zur Filchner Station verfolgt, wo die auf dem Ronne Schelfeis arbeitende Gruppe abgesetzt wird.

Neben allgemeinen geodätischen Arbeiten zur Bestimmung des Bewegungs- und Deformationsfeldes im östlichen Teil des Ronne Schelfeis wird ein Höhentestfeld von etwa 40 mal 40 km² eingerichtet. Es dient als Referenz- und Eichgebiet für das ERS-1 Altimeter und SAR und liegt im Kreuzungspunkt von sich im Dreitagesrhythmus wiederholenden Satellitenbahnen. Ebenfalls für Bodenkontroll- und Eichmessungen für die genannten ERS-1 Systeme werden die Reflexions- und Emmissions-eigenschaften der Schneedecke über ein weites Areal bestimmt. Kernstück der Filchner IV Kampagne sind glaziologische und ozeanographische Arbeiten, für die eine Kernbohrung bis etwa 350 m Tiefe und mehrere großkalibrige Heißwasserbohrungen, die das Schelfeis durchteufen, niedergebracht werden. Die Kernbohrung soll Eis marinen Ursprungs, das an der Unterseite des Schelfeises akkumuliert, für weitere Untersuchungen fördern, die Heißwasserbohrungen sollen den Zugang für die Beprobung des Meerwassers unter dem Schelfeis schaffen.

Im Drescher Inlet des Riiser Larsen Schelfeises wird eine Gruppe von Biologen das Freß- und Tauchverhalten von Robben und Pinguinen durch in situ Messungen bestimmen.

Das marine Forschungsprogramm findet seinen Schwerpunkt in geophysikalischen Untersuchungen im Bereich der kontinentalen Berandung des Weddellmeeres zwischen der Antarktischen Halbinsel im Südwesten und dem Gunnerus Rücken im Osten. Je nach Eissituation werden seismische, magnetische und gravimetrische Messungen durchgeführt, die Strukturen der Erdkruste und ihrer sedimentären Bedeckung auflösen und so einen Beitrag zur Bestimmung der geologischen Entwicklung wie auch der Klimageschichte leisten sollen. Das geophysikalische Programm wird ergänzt durch ein marin geologisches, das durch die Beprobung der oberflächennahen Sedimente rezente glazial-marine Sedimentationsprozesse erfassen und einen Beitrag zur jüngsten Klimageschichte liefern soll. Eine kontinuierliche bathymetrische Vermessung entlang der Schifffskurse oder flächenhaft in ausgewählten Gebieten mit dem Fächerecholot "Hydrosweep" ergänzt die restlichen geowissenschaftlichen Arbeiten.

Untersuchungen des Meereises mit Hilfe von Fernerkundungsverfahren dienen der Kontrolle von ERS-1 Altimeter- und Radarbilddaten und ergeben ein Bild der kinematischen und dynamischen Veränderungen des Meereises. Weitere wichtige Parameter im System Ozean-Eis-Atmosphäre werden durch das Aussetzen von AR-GOS Bojen bestimmt.

Neben den wissenschaftlichen Aufgaben sind während dieses Fahrtabschnittes auch Versorgungsaufgaben zu erledigen. Die Georg von Neumayer Station wird

ver- und entsorgt. Ebenso wird eine Gruppe von Wissenschaftlern, die im Gebiet der Schirmacher-Oase arbeitet, am Ende der Saison abgeholt und nach Kapstadt zurückgebracht.

Die Rückreise wird für weitere profilierende Messungen genutzt, auch werden in ausgewählten Gebieten im Bereich des antarktischen und subtropischen Frontensystems pre-site surveys für künftige ODP-Bohrungen durchgeführt.

Die Reise wird am 25. März in Kapstadt enden.

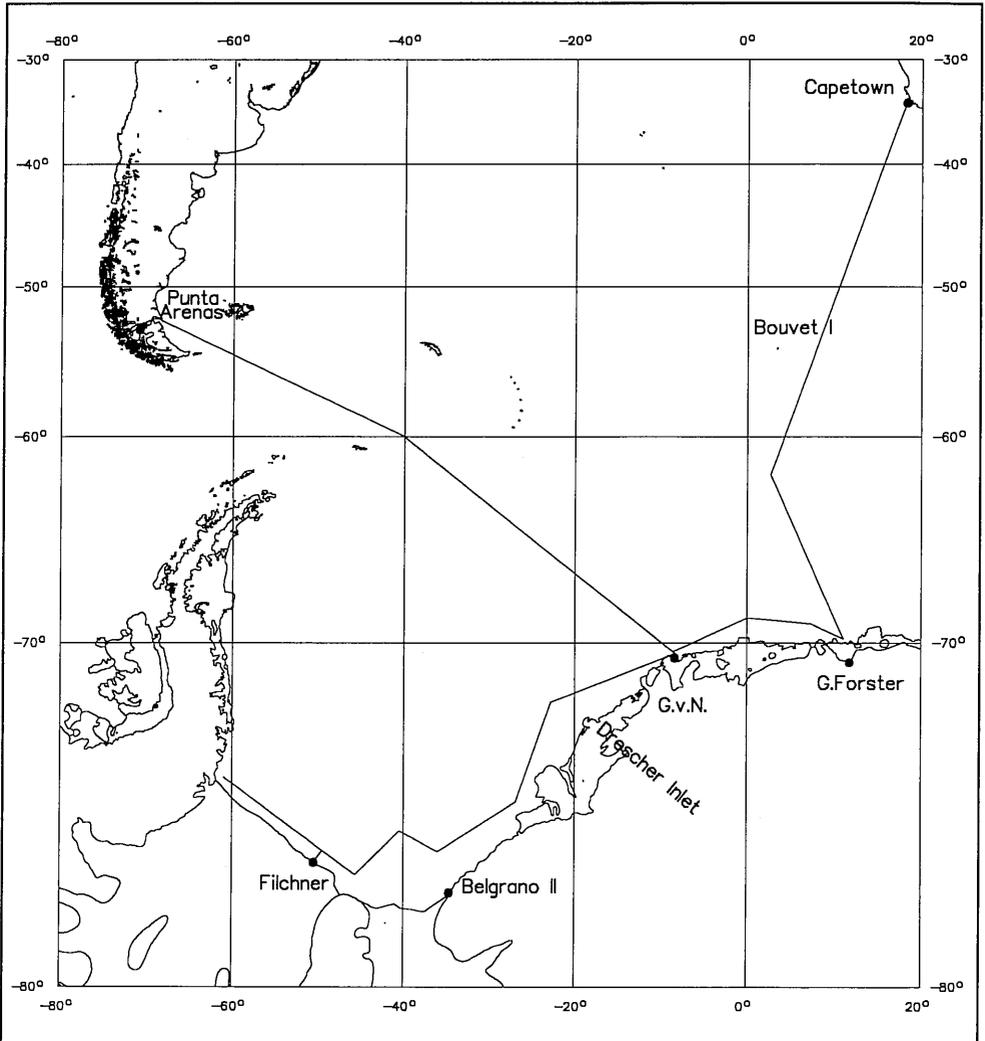


Abb. 1: Geplanter Routenverlauf für ANT-X/2

2.2 Geologie

2.2.1 Untersuchungen zur Interpretation glazial-mariner Sedimentationsprozesse im südöstlichen Weddellmeer (AWI)

Ziel der Sedimentgeologie ist die Untersuchung rezenter glazial-mariner Sedimentationsprozesse in ihrem topographischen, ozeanographischen und glaziologischen Umfeld und Interpretation der zeitlichen Entwicklung dieser Prozesse.

Dafür soll zum einen das Stationsnetz auf dem südlichen Schelf des Weddellmeeres, an einigen interessanten Stellen des Kontinentalhanges und auf dem Seamount im südlichen, tieferen Teil des Weddellmeeres durch Oberflächenproben (Großkastengreifer) und Sedimentkerne (Kolbenlot und Schwerelot) ergänzt werden. Zum anderen soll das Profilnetz der Sedimentechographie durch weitere PARASOUND Aufzeichnungen verdichtet und erweitert werden, damit durch die Interpretation der verschiedenen Sedimentechotypen die Verteilung und Entstehung der unterschiedlichen Struktureinheiten (Sedimentrücken und Erosionsrinnen) zu deuten ist.

Am Fuß einer Erosionsstufe (73°37,6'S; 26°07,0'W) ist ein Strömungsmesser-Verankerungssystem wieder aufzunehmen, das über ein Jahr lang bodennahe Strömungen registriert haben sollte.

Durch ein Ost-West verlaufendes Profil im Zentralen Weddellmeer soll mit dem PARASOUND auch der nördliche Verlauf der im südlichen Weddellmeer vorhandenen Erosionsstufen kartiert werden.

Auf der Rückfahrt nach Kapstadt sollen auf dem Schelfgebiet vor der Schirmacher-Oase durch einige Oberflächenproben mit dem GKG die Faziesvariationen in einem kleinräumigen Gebiet untersucht werden und das Probennetz der Fahrt ANT-IX/3 verdichtet werden.

Als pre-site survey für zukünftige Bohrungen im Ocean Drilling Program sollen in bis zu 5 Zielgebieten auf einem S-N Schnitt über das antarktische - subtropische Frontensystem hinweg neben hochauflösender Seismik und Sedimentechographie im südlichsten Zielgebiet auch auf 2 bis 3 Stationen Sedimentkerne genommen werden.

2.3 Marine Geophysik (AWI, RCMG)

Durch frühere marin geophysikalische Messungen sind die hauptsächlichlichen Strukturen und die großen tektonischen Linien der Erdkruste des südlichen Weddellmeeres in etwa bekannt. So sind das Explora und das Andenes Escarpment Lineamente, die den Zerfall Gondwanas belegen und die durch ihre Morphologie und ihren Ausdruck im Schwere- und Magnetfeld Hinweise über die damals wirkenden geodynamischen Prozesse liefern. Sie werden getrennt durch das Gebiet um die Polarstern Bank, die während ANT VIII/5 entdeckt wurde. Die Genese dieser morphologischen Erhebung ist noch nicht ganz klar und es bedarf weiterer detaillierter marin geophysikalischer Messungen, um die offenen Fragen zu klären. Die sedimentäre Bedeckung des Untersuchungsgebietes und ihre seismostratigraphi-

sche Erfassung erlaubt die Entschlüsselung der geologischen Entwicklung, der Paläozeanographie und über die Koppelung bestimmter seismostratigraphischer Sequenzen mit glazialen Ereignissen auch paläoklimatische Aussagen. So sind beispielsweise im mächtigen Sedimentfächer nördlich der Filchner Rinne deutliche Hinweise auf wechselnde Ablagerungsbedingungen zu erkennen, aber auch Spuren der nördlichen Grenze des während vergangener Kaltzeiten weit vorgerückten Inlandeises.

Ziel der Arbeiten wird es sein, diese Fragen weiter zu verfolgen und insbesondere dort zu messen, wo die Eisverhältnisse den Einsatz der geschleppten Systeme erlauben und wo weitere Messungen noch offene Fragen klären können. Die Hauptarbeitsgebiete werden im Bereich der Filchner Rinne, im Bereich der Polarsternbank, zwischen Kapp Norvegia und GvN, sowie im Bereich des Astrid und Gunnerus Rückens liegen.

Mit Hilfe tiefenseismischer Untersuchungen soll des weiteren auch der Übergang von ozeanischer zu kontinentaler Kruste entlang ausgewählter Linien untersucht werden. Hierfür ist der Einsatz von im wesentlichen automatisch arbeitenden Registrierstationen auf dem Eis vorgesehen; die Anregung seismischer Energie erfolgt mit Hilfe eines großvolumigen Luftpulsers auf See.

Neben den hochauflösenden seismischen Mehrkanal-Reflexionsprofilen, die das genaueste Abbild der Strukturen im Untergrund liefern, werden fallweise magnetische profilierende Messungen durchgeführt. Die Anomalien des Erdschwerefeldes werden kontinuierlich mit Hilfe eines Seegravimeters registriert. Die Analyse der letztgenannten Potentialfelder ergibt wichtige ergänzende Information für die Erstellung der geophysikalischen Modelle.

2.4 Biologie

2.4.1 Robben und Pinguine im Drescher-Inlet, Vestkapp (AWI)

Die Untersuchungen an Weddellrobben und Kaiserpinguinen im Drescher Inlet werden von Mitte Januar bis Ende Februar 1992 fortgesetzt. Eine temporäre Feldstation (für 4 Biologen) ist auf dem Schelfeis über dem Inlet vorgesehen.

Ergebnisse von ANT VIII-5 haben gezeigt, daß das Tauchverhalten adulter Weddellrobben in zwei Kategorien einzuteilen ist: pelagische Tauchgänge bis auf etwa 150 m oder Tauchgänge bis zum Meeresboden in knapp 500 m Tiefe. Die Tauchtiefen wurden von einem "time-depth-recorder" registriert, und gleichzeitig konnten mit einem aufgeklebten Dehnungsmeßstreifen die Kieferbewegungen einer Robbe während des Beutefangs gemessen werden. Beide Meßsysteme wurden modifiziert und sollen nun auch zur Untersuchung des Tauch- und Freßverhaltens von Kaiserpinguinen eingesetzt werden. Ein wichtiger neuer Schritt für unser Projekt ist die Anwendung eines Magen-Temperatur-Loggers. Die Registrierung der Magentemperatur kann Aufschluß geben über den Zeitpunkt der Nahrungsaufnahme und (nach geeigneter Kalibrierung) auch über die aufgenommene Nahrungsmenge im Laufe der durch "time-depth recorder" gleichzeitig registrierten Tauchgänge in unterschiedliche Wassertiefen.

2.5 Meteorologisch-Ozeanographische Untersuchungen mit driftenden Bojen (AWI)

Das Bojenmeßprogramm zielt darauf ab, Informationen zur Thermodynamik der Meereisentwicklung und zur Wechselwirkung zwischen der Eisbewegung und der Dynamik der ozeanischen Deckschicht zu gewinnen. Besonderer Schwerpunkt ist das südliche Weddellmeer.

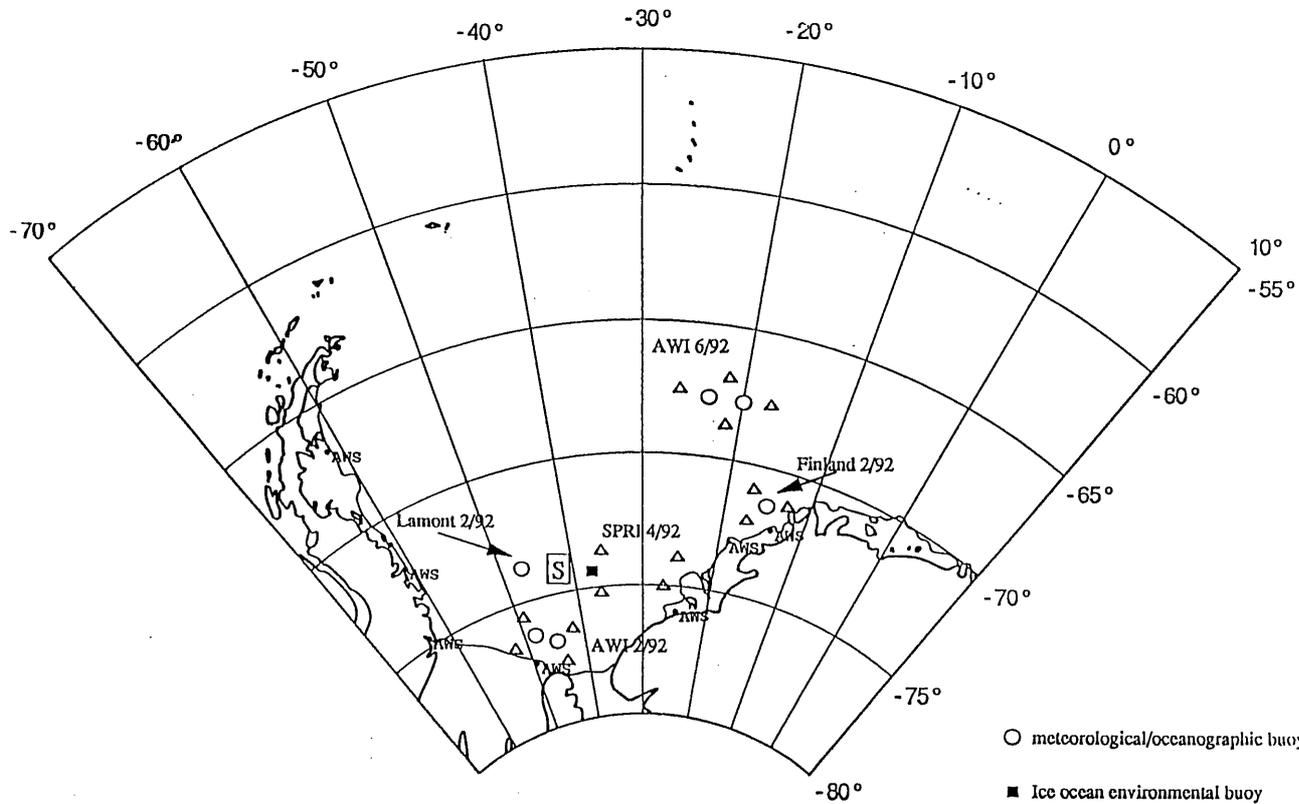
Diese Region ist mit unterschiedlich viel Meereis bedeckt, das im Sommer nicht schmilzt und durch große Windschubspannungen und Küsteneffekte beeinflußt wird. 6 Bojen mit Argos-Datenübertragung werden auf Eisschollen ausgesetzt. Die Anordnung (Abb. 2) besteht aus zwei zentralen Bojen, die von 4 Geräten umgeben sind, die den Luftdruck und die Lufttemperatur messen. Die Bojen bilden ein Polyeder mit einem Abstand von ca. 100 km zwischen den Geräten. Die zentralen Bojen werden mit Thermistorketten ausgerüstet, mit denen sich die vertikale Temperaturstruktur in der Deckschicht und im Eis bestimmen läßt. Sie werden mit einem akustischen Abstandssensor zur Bestimmung der Schneehöhe ausgestattet, welche im antarktischen Meereisgebiet nahezu unbekannt ist. Das Bojenprogramm wird voraussichtlich 12 Monate dauern. Wir werden deshalb auch Vergleichsdaten für den Betrieb des SAR des ERS-1-Satelliten gewinnen.

Eine automatische Wetterstation wird am Drescher-Inlet (75°35' S, 26°43' W) in Betrieb genommen.

2.6. Fernerkundung von Meereis (AWI)

Hauptschwerpunkt des Fernerkundungsprogramms ist die Erhebung von in situ Daten am Boden und in der Atmosphäre, um die Auswertung von SSM/I, ERS-1 SAR und AVHRR Daten zu validieren. Auf Hubschrauberflügen werden Bilder mit der Zeilenrasterkamera (Linescan) genommen. Die Aufnahmezeiten sollen sich an den Satellitenüberflügen orientieren. Kalibrierung und einfache Analysen sollen an Bord vorgenommen werden, während Eisstypen und Eiskonzentration am AWI noch detaillierter bestimmt werden. Die Bedingungen der Eisoberfläche werden zusätzlich durch die Eisbeobachtungen von der Brücke abgeschätzt. Oberflächentemperaturen werden mit dem IR-Sensor KT-4 von der Reling gemessen, Lufttemperaturen und Windgeschwindigkeiten sind standardmäßig verfügbar. Radiosondenaufstiege werden so mit der Wetterstation koordiniert, daß sie etwa zur Zeit der SSM/I Überflüge erfolgen.

Die AVHRR Empfangsanlage an Bord von Polarstern stellt Bilder von Bewölkung und Meereis bereit. Die notwendige Software, um Eiskonzentration in Echtzeit zu bestimmen, ist vorhanden und getestet. Dadurch wird es an Bord möglich, die Eisbeobachtungen mit Zeilenrasterkameraaufnahmen, AVHRR-Auswertungen und Eiskarten aus SSM/I-Bildern, die vom Atmospheric Environment Service in Kanada zur Polarstern gefaxt werden, zu vergleichen. Der gesamte so verfügbare Satz von in situ Daten und Satellitenbildern wird bei der Interpretation und der Entwicklung automatischer Algorithmen zur Auswertung von ERS-1 SAR-Daten am AWI eingesetzt. Die sehr umfangreichen Informationen, die der ERS-1 liefern kann, werden ohne gründliche Vergleiche mit anderen Datensätzen unverstanden bleiben.



ANZONE DRIFTING BUOY PLANS

Planning status: August, 27th, 1991 Ch. Kottmeier

- meteorological/oceanographic buoy
- Ice ocean environmental buoy
- △ meteorological buoy
- drifting station
- AWS automatic weather station

2.7 Filchner IV - Massenhaushalt und Dynamik des Filchner-Ronne-Schelfeises (AWI, IUPH, GSF, IfV, IfAG, IEH, IMGI, MSSL)

Filchner IV ist die 4. Expedition im Rahmen des Filchner-Ronne-Schelfeis-Programms. Das Filchner-Ronne-Schelfeis-Programm ist Teil einer langfristig angelegten internationalen Studie zur Erfassung und Beschreibung des Massenhaushalts und der Dynamik dieses zweitgrößten Schelfeises der Antarktis. Als besondere Eigenart weist es in seinem zentralen Teil eine bis zu 300 m mächtige basale Eisschicht marinen Ursprungs auf. Deshalb werden die jetzt und in Zukunft anstehenden Arbeiten verstärkt auf die Prozesse an der Unterseite des Schelfeises und die Wechselwirkung mit dem Ozean gerichtet sein. So sind für die Filchner-IV-Kampagne schwerpunktmäßig eine Kernbohrung (max. 350 m), die Probenmaterial für physikalische und chemische Untersuchungen liefern soll, und Heißwasserbohrungen, die das Einbringen von Meßfühlern und die Wasserprobennahme aus dem Ozean ermöglichen, vorgesehen, und zwar in einem Gebiet mit Akkumulation marinen Eises an der Schelfeisunterseite.

Ergänzt werden diese Studien durch weitere geodätische Messungen zur Bewegung und Oberflächenform (trigonometrisches Nivellment) sowie Sondierung des Schelfeises in der Umgebung der Bohrungen mit Hilfe elektromagnetischer Verfahren.

2.7.1 Kernbohrung (AWI, IUPH, GSF)

Die geplante Kernbohrung liegt auf einer abgeschätzten Fließlinie durch den Bohransatzpunkt der Bohrung B13 aus dem Jahr 1990, im Bereich des Punktes D236 (Abstand zur Eiskante ca. 175 km, Abb. 3). Mit dieser Bohrung soll vorrangig die bisherige Kenntnis über Struktur, Eigenschaften und Entstehungsgeschichte des marinen Eises und damit über die langfristig an der Grenzschicht Eis-Ozean ablaufenden Prozesse erweitert werden.

Für die anstehenden Bohrarbeiten wurde das am AWI verfügbare Bohrsystem umgebaut, so daß jetzt 4"-Kerne gewonnen werden können. Die Schelfeismächtigkeit bei D236 beträgt ca. 450 m, die Grenze meteorisch-marin liegt ca. 180 m unter der Oberfläche. Die Bohrung wird maximal 350 m in das Schelfeis eindringen, und so das marine Eis zwar weiter als 1990 durchteufen können, aber in sicherem Abstand von der möglicherweise mehrere 10er Meter dicken, noch nicht komplett verfestigten Eisschicht an der Schelfeisunterseite enden.

Das in-situ-Arbeitsprogramm am Bohrkern wird in dieser Saison erheblich erweitert und umfaßt zusätzlich zu Protokollieren, Photographieren und Wägen des Kerns die kontinuierliche Messung der elektrischen Leitfähigkeit (AC und DC), Ultraschallmessungen (p-Wellen) und Gamma-Absorptionsmessungen zur Dichtebestimmung. Ferner ist eine kontinuierliche Erfassung der elektrolytischen Leitfähigkeit, des pH-Wertes und Na-Konzentration mit einer Apparatur des IUPH vorgesehen.

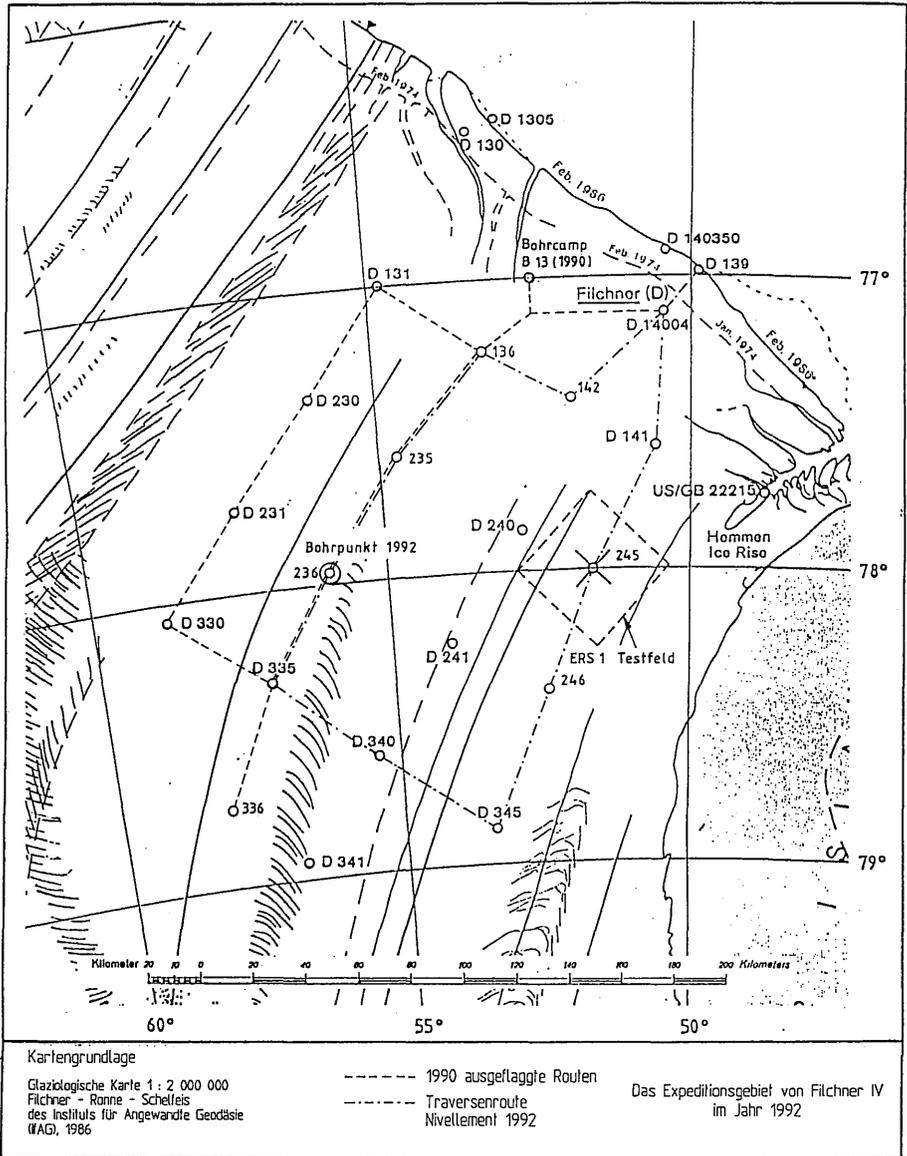


Abb. 3: Das Expeditiongebiet von Filchner IV im Jahr 1992

Im Labor sollen der Kern später isopenstratigraphisch datiert und vor allem im salinen Eis weitere physikalische und chemische Parameter des Eises bestimmt werden.

2.7.2 Heißwasserbohrungen (AWI)

Im Bereich der Kernbohrung sollen Heißwasserbohrungen durch das Schelfeis geschmolzen und so der Zugang zum Ozean bis zum Meeresboden in ca. 700 m Tiefe unter der Schelfeisoberfläche (Schelfeismächtigkeit ca. 450 m) eröffnet werden. Bei diesen Bohrungen soll eine neu gebaute Heißwasserbohranlage, die auf einen Wasserdurchsatz von 2,7 m³/h ausgelegt ist, zum Einsatz kommen. Um den Energieverbrauch beim Schneeschmelzen zu reduzieren, ist vorgesehen, das Schmelzwasser aus dem Bohrloch wiederzugewinnen und dem Bohrkreislauf erneut zuzuführen. Zur Kontrolle der Bohrlochgeometrie werden Kaliber- und Neigungslogs gefahren.

Es ist vorgesehen, über ein Bohrloch mehrere CTD-Lotungen durchzuführen und Wasserproben für Salzgehalts- und Isotopenmessungen (¹⁸O, ²H) aus dem Ozean zu gewinnen.

Für Dauermessungen werden eine CTD-Meßkette im Ozean und eine Temperaturmeßkette im Schelfeis installiert, deren Meßdaten über das ARGOS-System für die Dauer von zwei Jahren nach Bremerhaven übertragen werden.

Während Filchner IIIa, 1989/90, wurden ca. 50 km westlich der Filchner-Station, nahe der Bohrlokalisierung B13 (Abb. 3) vom IGMS Temperaturmeßketten ins Eis eingebracht, die bis in das Meerwasser unter dem Schelfeis reichen. Diese Ketten, letztmalig am Ende der Saison 1990 beobachtet, sollen erneut abgelesen und für die Dauer der Filchner-IV-Kampagne an ein Datenerfassungsgerät angeschlossen werden.

2.7.3 Boden-EMR (AWI)

Durch einen Vergleich zwischen den Ergebnissen aus der Kernbohrung und denen der Boden-EMR-Messungen soll untersucht werden, welche physikalische, chemische oder kristallographische Inhomogenitäten einer detektierbaren dielektrischen Inhomogenität zugewiesen werden können. Für die EMR-Messungen wird dazu eine Fläche von 20 x 20 km² mit einem Profilaraster belegt, dessen Profilarstand systematisch von 5 km bis 100 m variiert; das Zentrum der engsten Profillinien liegt etwa 4 km stromaufwärts von der Bohrlokation (Abb. 3). (Eine weitergehende Konzentration des Netzes auf die Bohrlokation ist nicht ratsam, da ansonsten Camp und Bohrausrüstung die Messungen zu sehr beeinträchtigen würden.) Die Messungen erzielen lokal mit vergleichsweise hoher lateraler und sehr hoher vertikaler Auflösung ein dreidimensionales, dielektrisches Abbild des Eiskörpers, wobei insbesondere die Morphologie des Übergangs von meteorischem zu marinem Eis im Vordergrund der Untersuchungen stehen.

Für diese Messungen kommt erstmals eine neu am AWI entwickelte Meßausrüstung für EMR-Messungen zum Einsatz. Die Sendeeinheit emittiert quasi gleichzeitig transversal-linear polarisierte Signale mit einer Mittenfrequenz von 100 und 300 MHz, die Empfangseinheit registriert longitudinal und transversal polarisierte Signale gleichzeitig in beiden Frequenzbereichen (4 Kanäle). Registrierdynamik und das Verhältnis von Abtastintervall zu Registrierzeitfenster sind mit modernen reflexionsseismischen Apparaturen vergleichbar. Für die Arbeiten auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis beträgt das Registrierzeitfenster 2 bzw. 4 μ s.

2.7.4 Bewegung, Deformation und Höhe des Schelfeises (IfV)

Das geodätische Meßprogramm sieht ein motorisiertes trigonometrisches Nivellement entlang der in der Abb. 3 gekennzeichneten Route mit Punktabständen von 1,25 km vor. Der Höhenanschluß an den Meeresspiegel soll ebenso wiederholt werden, wie einige bereits 1990 nivellierte Teilabschnitte, um Höhendeformationen der Eisoberfläche zu analysieren und um die rd. 500 km lange Schleife 1992 zu schließen. Im ERS-1-Testfeld werden zusätzlich mehrere Profile, die von der Altimetrie-Gruppe angelegt und durch Satellitenmessungen zu bestimmen sind, auch terrestrisch nivelliert.

Beobachtungen mit einem GPS-Empfänger an den Deformationfiguren und Übernachtungspunkten stützen durch Einzelpunktauswertung die Ermittlung der absoluten Lage aller nivellierten Punkte. Nach Auswertung der Simultanmessungen der Traversengruppe und auf der Referenzstation im ERS-1-Testfeld erfolgt die präzise Bestimmung von Koordinatenunterschieden (ΔB , ΔL , Δh ellipsoidisch) und nach Wiederholungsmessungen die Bestimmung des Fließverhaltens der Eisoberfläche.

Die terrestrische Vermessung der 1990 angelegten und erstmals beobachteten Deformationsfiguren 136, 235, 236 und 336 ist vorgesehen. Verfügbare Arbeitszeit vorausgesetzt, sollen bei 142, 246 und 245 Deformationsfiguren eingerichtet werden. Das Strainverhalten der Eisoberfläche kann sehr zuverlässig aus den terrestrischen Messungen abgeleitet werden.

2.7.5 Einrichtung eines Testfeldes für die Satellitenaltimetrie auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis (AWI, IEH)

Ein zweiter Schwerpunkt der Filchner-IV-Kampagne steht im Zusammenhang mit der Mission des europäischen Forschungssatelliten ERS-1 und beinhaltet ground-truth Messungen für Altimetrie und SAR (Synthetic Aperture Radar). Die Arbeiten konzentrieren sich auf ein Testfeld beim Punkt 245 .

Die Schelfeise und große Teile des Inlandeises der Antarktis (bis 82°S) können von dem Altimeter des im Juli 1991 gestarteten europäischen Satelliten ERS-1 (European Remote Sensing Satellite) vermessen werden.

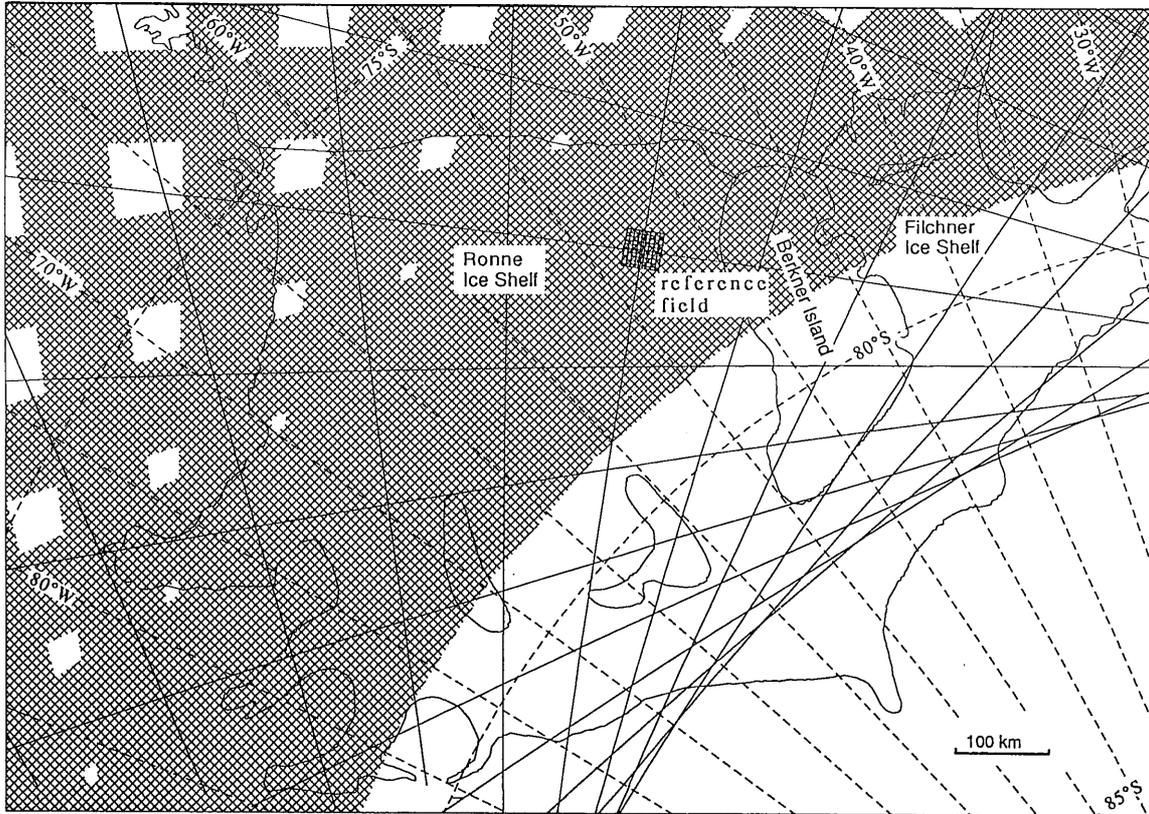


Abb. 4: Schelfeisuntersuchungen mit WRS-1: SAR Überdeckung (gerastert) und Radaraltimeter subtracks auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis (nach ESA / ESTEC, ERS-1, 3-Tage-Umlauf (43), - 128,2°)

Um Aussagen zur Meßgenauigkeit des Altimeters des ERS-1 über dem Schelfeis liefern zu können, soll auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis, etwa 80 km südlich der Filchner-Station, ein engmaschiges hochgenaues Höhenreferenzfeld angelegt werden. Das geplante Gebiet hat eine Ausdehnung von 40 km * 40 km und liegt im Bereich zweier sich kreuzender Satellitenbahnen (Abb. 4).

Das Testgebiet soll mit parallelen Profilen im Abstand von einem Kilometer und zur Kontrolle mit mehreren Querprofilen abgefahren werden. Die Profile werden orthogonal zu den morphologischen Formlinien angelegt, um eine präzise Erfassung der Topographie zu gewährleisten.

Die Höhen- und Lagebestimmung auf den Meßprofilen erfolgt mit relativer kinematischer GPS-Positionierung. Zur Messung fahren zwei Meßschlitten auf parallelen Profilen im Abstand von einem Kilometer (Sichtweite) nach vorgegebenen Koordinaten, unterstützt durch einen GPS-Navigationsempfänger TRANSPAK, Genauigkeit ± 100 m. Die GPS-Phasenmessungen werden kontinuierlich während der Fahrt aufgezeichnet. Alle vier Kilometer erfolgt eine Balisen-Vermarkung, die so ausgelegt wird, daß sie nach zwei oder drei Jahren für Wiederholungsmessungen aufgefunden werden kann.

Soweit möglich werden am Saisonende einige der zu Beginn der Kampagne vermessenen Punkte erneut besetzt, um Geschwindigkeits- und Deformationsdaten für das gesamte Testfeld zu bestimmen.

Zur hochgenauen kinematischen Positionsbestimmung im relativen Modus müssen gleichzeitig Referenzmessungen auf einer bekannten Station erfolgen. Hierzu werden Referenzmessungen auf der Basisstation im Testfeld durchgeführt. In dem Projekt werden drei P-Code ASHTECH-Empfänger eingesetzt. Die Nutzung von P-Code Empfängern ist für die kinematische Positionierung notwendig, da die Messungen durch starke Störungen der Ionosphäre in hohen geographischen Breiten erheblich beeinflusst werden.

Die Bestimmung der absoluten Koordinaten des Zentralpunktes (Basisstation) im Testfeld erfolgt durch Relativmessungen zu einem Referenzpunkt bei der argentinischen Station Belgrano II (Abb. 3), der sich auf Fels befindet und bereits 1983 mit Doppler-Satellitenverfahren vermessen wurde. Auf Belgrano und auf der Basisstation werden je zwei Texas Instruments TI-4100 P-Code Empfänger eingesetzt. Dabei werden je zwei der 4-Kanal-Empfänger an eine Antenne angeschlossen. Bis zu sieben Satelliten können gleichzeitig beobachtet werden.

2.7.6 Passive und aktive Radarreflektoren (IfAG)

Unter Nutzung von SAR-Bildsignalen des Satelliten ERS-1 sollen für antarktische Bereiche Stereobildpaare nach der interferometrischen Methode erzeugt werden, welche nach der Auswertung als dreidimensionale digitale Geländemodelle hoher Genauigkeit für weitere wissenschaftliche Arbeiten von Bedeutung sind. Die dazu geplanten Bodenvergleichsmessungen (ground truth) ermöglichen die notwendige geometrischen und radiometrischen Korrekturen der Radarbilddaten.

Dazu sind passive Radarreflektoren (corner reflectors), als im Radarbild identifizierbare Figuren, längerfristig im Testfeld aufzubauen. Jede der zwei im Abstand von ca. 20 km geplanten Figuren besteht aus 5 x 2 einzelnen Reflektoren, die in L-Form angeordnet sind. Ein Reflektorpaar hat eine Grundfläche von ca. 2 x 4 m² und eine Höhe von 2 m. Die Hauptreflexionsachse der Reflektoren ist entweder auf den aufsteigenden oder den absteigenden Bahnbogen des Satelliten ERS-1 auszurichten. Auch die Abhängigkeit der Reflexionseigenschaften von der Schneebedeckung der Corner-Reflektoren soll untersucht werden.

Ferner ist vorgesehen, mit zwei aktiven Reflektoren (Transpondern) Messungen an verschiedenen Standorten und bei unterschiedlicher Höhe durchzuführen. Pro Transponderstandort sind vier Satellitenpassagen (3-Tage-Orbit) zu registrieren.

Alle Reflektorstandorte sind geodätisch einzumessen, die passiven Reflektoren im Verlauf der Expedition mindestens zu drei verschiedenen Zeitpunkten, die aktiven Transponder am jeweiligen Meßtag.

Ergänzt werden diese Beobachtungen durch die Registrierung meteorologischer Daten, durch physikalische Untersuchungen an der Schneeoberfläche sowie Probenahmen für isotope-chemische Analysen zur Bestimmung der Schneeeakkumulation (in Zusammenarbeit mit 2.7.8).

2.7.7 Mikrowellensignaturen und physikalische Eigenschaften der Schneedecke (IMGl, MSSL, AWI)

Die Messungen sollen grundlegende Daten über die Wechselwirkungen von Mikrowellen mit polarem Firn liefern. Diese Information dient der Entwicklung von Analysemethoden und der Eichung von Messungen des AMI (Active Microwave Instrument) im SAR- und Scatterometer-Modus und des Altimeters auf ERS-1 sowie der Verifikation von theoretischen Modellen zur Mikrowellenreflexion und Emission in Schnee.

Es wird die Rückstreuung und Emission in Abhängigkeit von Einfallswinkel und Polarisation in den Frequenzen 5,3 GHz und 10,3 GHz (entsprechend den Frequenzen des ERS-1 AMI) gemessen, weiters die Intensität der Rückstreuung in Abhängigkeit von Schneeschichtung und Beschaffenheit mit einem FMCW-Scatterometer bei 13,5 GHz (entsprechend der Frequenz des ERS-1 Altimeters).

Ergänzend dazu sind Messungen der Oberflächenrauigkeit mit einem Laser-Profilometer, Messungen der Mikrowellentransmission durch die Schneedecke, der Schneestruktur (Stereologie) und Schneeschachtstudien sowie Flachbohrungen bis 10 m geplant.

Die Untersuchungen sollen im ERS-1 Testfeld (Abb. 3) und entlang einer Traverse, die weitgehend der Nivellementroute folgt, durchgeführt werden, um auch die räumliche Variabilität der Mikrowelleneigenschaften des Schnees zu erfassen.

2.7.8 Untersuchungen anionischer Spurenstoffe und Speziesanalytik in Umweltproben (ICHR)

In Bezug auf die Luftchemie ist das Ziel dieser Antarktisexpedition, die natürlichen Kreisläufe des Nitrats und des Iods durch Ergänzung des bereits vorhandenen Datenmaterials aufzuklären. Durch die Bestimmung des Verhältnisses partikuläres Nitrat / gasförmige HNO_3 und die Analyse der Iodspezies wird erwartet, daß detailliertere Aussagen getroffen werden können, als dies bisher durch die Gesamtgehaltsbestimmungen von Nitrat und Iod möglich war.

Während der Anreise zur Filchner-Station sollen mittels eines fünfstufigen Impaktors Aerosole größenfraktioniert gesammelt werden. Vom Größenverteilungsmuster der Aerosolpartikelgehalte in der marinen antarktischen Atmosphäre werden Aufschlüsse über die Quellen des an Partikel gebundenen Iods erwartet.

An der Filchner-Station werden Luftbesaugungen mit verschiedenen Filtersystemen durchgeführt. Die Analyse dieser Beprobung soll einerseits Erkenntnisse über das Verhältnis von partikulärem Nitrat zu gasförmiger HNO_3 , andererseits über anorganische Iodspezies erbringen. Der Großteil der besaugten Filter für die Thematik des Nitrats soll dabei bereits auf der Rückreise für die spätere massenspektrometrische Isotopenverdünnungsanalyse aufgearbeitet werden. Parallel zur Probennahme für die anorganischen Iodbestandteile der antarktischen Atmosphäre sollen Besaugungen von Adsorptionsröhrchen für die gaschromatographische Analyse der flüchtigen organischen Iodspezies durchgeführt werden.

Die an der Filchner-Station gesammelten Neuschnee-, Oberflächenschnee- sowie Reifproben werden vor Ort mittels der Ionenchromatographie auf ihre Nitrat-, Chlorid- und Sulfatgehalte hin untersucht. Von besonderem Interesse sind dabei die Reifproben, weil bei ihrer Bildung die atmosphärischen Spurenstoffe angereichert werden.

2.8 Meteorologie - Bodenbeobachtungen und Aerologie (SWA)

Das Personal der Bordwetterwarte führt, unterstützt durch andere am meteorologischen Programm beteiligte Gruppen, dreistündlich eine vollständige WMO-Observation durch. Ferner wird üblicherweise um 00, 06 und 12 UTC, zeitweise auch in dichter Folge ein Radiosondenaufstieg mit OMEGA-Windbestimmung gestartet. Es wird angestrebt, den 12-UTC-TEMP, nach Möglichkeit auch den 00-UTC-TEMP täglich in das GTS einzusteuern.

2.9 Meteorologische Beratung (SWA)

Der Bordmeteorologe berät Fahrtleitung und Schiffsführung hinsichtlich der kurzfristig bis mittelfristig zu erwartenden Wetter- und Eisverhältnisse. Darüberhinaus obliegt ihm die Beratung der Hubschrauberbesatzungen über die Flugwetterbedingungen im Einsatzgebiet.

Beteiligte Institutionen / Participating Institutions

Adresse address	Teilnehmerzahl je Abschnitt participants per leg ANT X/1a + 1b	2
<u>Belgien</u>		
RCMG Renard Centre of Marine Geology State University of Gent Kriegslaan 21 B-9000 Gent		2
<u>Bundesrepublik</u>		
AWI Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße D-2850 Bremerhaven	24	39
FfWB Forschungsstelle für Wirbeltierforschung Alfred-Kowalke-Str. 17 O-1136 Berlin	1	
FGB Universität Bremen Fachbereich 5 Geowissenschaften Postfach 33 04 40 D-2800 Bremen 33	1	
FMB Universität Bremen Fachbereich 2 Meeresbotanik Postfach 33 04 40 D-2800 Bremen	4	
FPW GH Universität Wuppertal Fachbereich 8 Physik Gaußstr. 20 D-5600 Wuppertal 1	1	
FHH Fachbereich Vermessungswesen der FH Hamburg Hebebrandstraße 1 D-2000 Hamburg 60		1

GCK	Geophysik Consulting GmbH Marthastr. 10 D-2300 Kiel 1	1	
GSF	GSF - Institut für Hydrologie Ingolstädter Landstraße 1 D-8042 Neuherberg		1
HSW	Helicopter Service Wasserthal GmbH Kärtnerweg 43 D-2000 Hamburg 65		4
ICHR	Institut für Angewandte Chemie Universität Regensburg Universitätsstraße 31 D-8400 Regensburg	1	1
IEH	Institut für Erdmessung Universität Hannover Nienburger Straße 6 D-3000 Hannover 21		1
IfAGL	Institut für Angewandte Geodäsie Außenstelle Leipzig Karl-Rothe-Straße 10 - 14 O-7022 Leipzig		1
IfAG	Institut für Angewandte Geodäsie Richard-Strauss-Allee 11 D-6000 Frankfurt 70	3	
IfMB	TU Braunschweig Institut für Mikrobiologie, Biozentrum Konstantin-Uhde-Str. 5 D-3300 Braunschweig	1	
IfMK	Institut für Meereskunde Abt. Meereszoologie Düsternbrooker Weg 20 D-2300 Kiel 1	12	1
IfV	Institut für Vermessungskunde der TU Braunschweig Pockelstraße 4 D-3300 Braunschweig		1
IPGF	Institut für Physische Geographie Werderring 4 D-7800 Freiburg	2	

IVPB	Institut für Veterinär-Physiologie Koserstr. 20 W-1000 Berlin 33		1
IUPH	Institut für Umweltphysik der Universität Im Neuenheimer Feld 366 D-6900 Heidelberg		1
MPIM	Max-Planck-Institut für Chemie Abt. Biogeochemie Postfach 3060 D-6500 Mainz	6	
PIB	Universität Bonn Physikalisches Institut D-5300 Bonn	5	
SWA	Deutscher Wetterdienst Seewetteramt Bernhard-Nocht-Str. 76 D-2000 Hamburg	1	1
ZIH	Zoologisches Institut und Zoologisches Museum Martin-Luther-King-Platz 3 D-2000 Hamburg 13	4	

Die Niederlande

NIOZ	Netherlands Institute for Sea Research Landschiep 4 NL-1797 SZ 't Horntje, Texel	1	
------	--	---	--

Österreich

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

U.K.

MSSL	Mullard Space Science Laboratory Dept. of Physics and Astronomy University College London Holmbury St. Mary Dorking, Surrey RH5 6NT	1
------	---	---

USA

FAZ	Frankfurter Allgemeine Zeitung 57 Overhill RD Orinda, CA 94563	1
PSU	Penn State University 311 Electrical Engineering East University Park PA 16802, USA	7

Fahrtteilnehmer / Participants

ANT X/1a + 1b

Name Name		Institut Institute
Ahlers,	Petra	AWI
Alpers,	Matthias	PIB
Andreae,	Meinrat	MPIM
Andreae,	Tracey	MPIM
Bakker,	Dorothee	NIOZ
Bannasch,	Rudolf	FfWB
Bluszcz,	Thaddäus	AWI
Buchholz,	Friedrich	IfMK
Burrows,	John Philip	MPIM
Collins,	Thomas W.	PSU
Culik,	Boris	IfMK
Drebing,	Wolfgang	AWI
Fiekas,	Heinz-Volker	AWI
Gerchow,	Peter	AWI
Gocke,	Klaus	IfMK
Goerke,	Helmut	AWI
Goßmann	Hermann	IPGF
Graef,	Hans-Helmut	FPW
Haase,	Rita	FMB
Hanke,	Georg	AWI
Haris,	Paul A. T.	PSU
Hartmann,	Gerhard	ZIH
Hartmann-Schröder,	Gesa	ZIH
Hase,	Hayo	IfAG
Helmke,	Elisabeth	AWI
Hochschild,	Volker	FGB
Höffner,	Josef	PIB
Hoppe,	Hans-Georg	IfMK
Jarms,	Gerhard	ZIH
Johnson,	Leland	IfAG
Jürgens, J	utta	AWI
Karbach,	Ute	IfMK
Kattner,	Gerhad	AWI
Kirst,	Gunter-Otto	FMB
Klöser,	Heinz	AWI
Koppe,	Regine	IfMK
Krack,	Axel	AWI
Lara,	Ruben	AWI
Laternus,	Frank	AWI
Lorenz-Schmidt,	Heike	AWI
Lüers,	Jan	FMB
Lysak,	Daniel	PSU

Machuga,	David W.	PSU
Martone,	Joseph P.	PSU
Mintrup,	Ludger	IfMK
Möller,	Christine	IfMB
Mora de,	Stephan	MPIM
Mühlenhardt-Siegel,	Ute	ZIH
Müller,	Annegret	AWI
Niederjasper,	Fred	AWI
Nottarp,	Klemens	IfAG
Osterroth,	Christph	IfMK
Peters,	Gerrit	IfMK
Philbrick,	Charles R.	PSU
Pols,	Hans-Arnold	SWA
Reins,	Torsten	IfMK
Schall,	Christian	ICHR
Schaumann,	Karsten	AWI
Schmitz,	Stefan	PIB
Schneider,	Bernd	IfMK
Schrems,	Otto (Fahrtleiter)	AWI
Schupp,	Michael	MPIM
Serwazi,	Marcus	PIB
Stevens,	Timothy D	PSU
Stölting,	Ilsetraut	AWI
Tietze,	Gunnar	GCK
Unverricht,	Sieglinde	AWI
Wanzek,	Michael	FMB
Weber,	Kurt	AWI
Weissenmayer,	Michael	MPIM
Weller,	Rolf	AWI
Wierhake-Kattner,	Heike	AWI
Wilson,	Rory P.	IfMK
Wunderle,	Stefan	IPGF
Zahn von,	Ulf	PIB

Fahrtteilnehmer / Participants

ANT X/2

Name Name	Institut Institute	
Bamber,	Jonathan	MSSL
Bornemann,	Horst	IVPB
Drücker,	Cord	AWI
Eckstaller,**	Alfons	AWI
El Naggar,	Saad	AWI
Fechner,	Notker	AWI
Fischer,	Holger	AWI
Frenzel,	Andreas	AWI
Gingele,	Franz	AWI
Hausen,	Manfred	HSW
Heesemann,	Bernd	AWI
Heidland,	Clemens	AWI
Heitmüller,	Karl-Heinz	HSW
Hillebrandt,	Oliver	HSW
Hoppe,	Herbert	AWI
Hübscher,	Christian	AWI
Jokat,	Wilfried	AWI
Karsten,	Achim	FHH
Kipfstuhl,	Josef	AWI
Kleefeld	Christoph	AWI
Kohnen,*	Heinz	AWI
König-Langlo	Gert	AWI
Kunsch,	Brunhilde	AWI
Lensch,	Norbert	AWI
Lukait,	Christian	AWI
Mandler,	Holger	AWI
Maus,	Bertram	AWI
Meyer,	Uwe	AWI
Miller,	Heinz, Fahrtleiter	AWI
Minikin,	Andreas	IUPH
Möller,	Hans-Joachim	SWA
Müller,**	Norbert	AWI
Müller	Christian	AWI
Nixdorf,	Uwe	AWI
Oerter,	Hans	AWI
Plötz,	Joachim	AWI
Pütz,	Klemens	IfMK
Rademacher,	Horst	FAZ
Reinhold,	Andreas	IfAGL
Rentsch	Harald	AWI
Ritter,	Bernhard	IfV
Schenke,	Hans-Werner	AWI

Schlosser	Elisabeth	AWI
Schmidt-Gröttrut,	Markus	AWI
Schöne	Thilo	AWI
Stadler,	Wilhelm	GSF
Steinmetz,	Richard	AWI
Sturm	Klaus	IMGI
v. Heuverswyn,	Erwin	RCMG
Versteeg,	Vim	RCMG
Völkxen,	Christof	IEH
Wasserthal,	Claus	HSW
Wege,	Christoph	AWI
Weynand,	Markus	AWI
Wittenzeller,	Joachim	ICHR
Wohltmann,	Holger	AWI
Ziffer,	Albert	AWI
NN, NN, NN,		AWI

* mit "Polarstern" Punta Arenas - Antarktis

** mit "Polarstern" Antarktis - Kapstadt

Schiffspersonal / ShipsCrew

ANT X/1a und 1 b

Suhrmeyer	Kapitän
Gerber	1. Naut. Offz.
Grundmann	Naut. Offz.
Rodewald	Naut. Offz.
Schröder, Dr.	Arzt
Geiger	Funkoffizier
Wanger	Funkoffizier
Müller	Ltd. Ingenieur
Erreth	Techn. Offz.
Fengler	Techn. Ifz.
Ziemann	Techn. Offz.
Eivers	Elektroniker
Muhle	Elektroniker
Muttersbach	Elektroniker
Kampen	Elektroniker
Arendt	Elektroniker
Schuster	Elektrotechn.
Hopp	Bootsmann
Marowsky	Zimmermann
Schierl	Lagerhalter./SM
Gil Iglesias	Matrose
Soage Curra	Matrose
Abreu Dioas	Matrose
Pousades Martinez	Matrose
Garcia Martinez	Matrose
Iglesias Bermudez	Matrose
Carstens	Motorenwärter
Müller	Motorenwärter
Husung	Motorenwärter
Reitz	Motorenwärter
Dufner	Motorenwärter
Kubicka	Koch
Dutsch	Kochsmaat
Hüneke	Kochsmaat
Vollmeyer	1. Steward
Rothmann	Stewardess/Krankenschwester
Hopp	Stewardess
Dröse	Stewardess
Mui	Steward/ess
Tu	2. Steward
Yu	2. Steward
Chang	Wäscher

Schiffspersonal / Ships Crew

ANT X/2

Suhrmeyer	Kapitän
Götting	1. Naut. Offz.
Bürger	Naut. Offz.
Schwarze	Naut. Offz.
Pönitzsch	zusätzl. Naut. Offz.
NN	Arzt
Müller	Funkoffizier
Butz	Funkoffizier
Schulz	Ltd. Ingenieur
Delff	Techn. Offz.
Simon	Techn. Ifz.
Schulz	Techn. Offz.
Hoops	Elektroniker
Lembke	Elektroniker
Piskorzynski	Elektroniker
Hamm	Elektroniker
NN	Elektroniker
Erdmann	Elektrotechn.
Hopp	Bootsmann
Kassubeck	Zimmermann
Barth	Lagerhalter./SM
Winkler	Matrose
Suarez Paisal	Matrose
Mais Torres	Matrose
Novo Loveira	Matrose
Pereira Portela	Matrose
Prol Otero	Matrose
Junge ((B'mann/SBM)	zusätzl. Matrose
Heger	zusätzl. Matrose
Heurich	Motorenwärter
Jordan	Motorenwärter
Buchas	Motorenwärter
Reimann	Motorenwärter
Fritz	Motorenwärter
Kowing	Koch
Roggatz	Kochsmaat
Kästner	Kochsmaat
Peschke	1. Steward
Meier	Stewardess/Krankenschwester
Hopp	Stewardess
NN	Stewardess
Mui	Steward/ess
Tu	2. Steward
Yu	2. Steward
Chang	Wäscher

I **Summary**

The tenth Antarctic cruise of RV "Polarstern" will last in total more than one year. The first two cruise legs between mid November 1991 till end of March 1992 will be described in this volume, for the following legs further volumes will appear.

The first cruise leg starts in Bremerhaven on November 14 th and follows an Atlantic north south transect to the Antarctic Peninsula. It ends in Punta Arenas on January 2nd, 1992. During this cruise leg a broad spectrum of scientific disciplines will be active. In continuation of previous research mainly atmospheric as well as marine chemistry programs will be carried out. In addition an intensive remote sensing program using lidar systems is planned for the investigation of state and structures of the Mesosphere. In the area of the northern Antarctic Peninsula more emphasis will be placed upon marine biological research, especially in the marginal ice zone.

The second cruise leg begins January, 4th, 1992 in Punta Arenas and via the wintering over base Georg von Neumayer will reach the southern Weddell sea. At the end of the season Georg Forster Station will be visited and a group of scientist working there during the austral summer will be picked up. The cruise leg ends March 25th in Capetown. Besides the marine research program carried out from RV "Polarstern" also field campaigns on the ice will be supported, as also resupply of Georg von Neumayer base, which during this season will be replaced by a new base at the same general location. The research programs are mainly continuations of earlier work. Thus a relatively strong group of glaciologists within the framework of the international Filchner Ronne Ice Shelf Program will carry out work on the Ronne Ice Shelf, Biologists will work on the ecophysiology of Seal and Penguin in Drescher Inlet. Within the marine programs main emphasis will be put on geophysical and geological studies of structure of the Earth's crust and its sedimentary cover in the region of the continent ocean transition. Sea ice studies using remote sensing techniques for ground truthing of ERS-1 will also be carried out as well as an oceanographic-meteorological buoy program.

II Research Program

1 Leg Bremerhaven - Punta Arenas (ANT-X/ 1a + b)

1.1 General Overview

The first two legs of the 10th Antarctic cruise of RV Polarstern are composed of a north-south transect (ANT X/1a) from Bremerhaven to Puerto Madryn (Argentina) and an extensive research programme in the region of the Antarctic Peninsula (ANT X/1b). RV "Polarstern" will leave Bremerhaven on 14 November, 1991 and will arrive in Puerto Madryn on 9 December. During the first leg (north-south section) there will be - among others - extensive investigations of air chemistry and marine chemistry programmes. The measurements of trace compounds performed by some of the research groups will add valuable information to results obtained during previous cruises. They will provide information on global distribution of trace compounds of either biogenic or anthropogenic origin. Furthermore, information will be gained on processes of formation and exchange, as well as pollution of the North and South Atlantic. The main emphasis of the investigations will be laid on halogen compounds, peroxides, sulfur compounds, CO₂ and carbonate system as well as organic trace compounds. Additionally, microbiologists will study the regional distribution of bacterial numbers, metabolic activities and adaptation of bacterial populations to depths.

Some research groups will perform an extensive remote sensing research programme. The main interest is focused to the mesosphere, the atmospheric region at heights above 50 km. With a number of Lidar systems parameters like air temperature, air density, sodium, iron, aerosol and cloud particles will be measured. A number of other instruments will be used to investigate water vapour, OH and ozone.

In Puerto Madryn some members of the scientific crew will leave the ship and a group of new scientists will come aboard. In the following leg (ANT X/1b) RV Polarstern will mainly operate in the northern region around the Antarctic Peninsula. The investigations in the Antarctic region will be supplemented by some biology research programmes, like investigations of microfungi, marine fungi and benthos. Various islands will be used as research platforms by some scientists for their investigations. This leg will end in the South of Chile. The harbour of Punta Arenas will be reached on 2 January, 1992.

1.1.1 Air chemistry of the marine troposphere

1.1.1.1 Organobromine compounds in the marine troposphere and the Atlantic surface water (AWI)

As a part of the atmospheric chemistry program it is intended to measure horizontal concentration profiles of volatile organobromine compounds. Examples are CHBr_3 and CH_3Br which are produced by marine macro algae, whereas fluorinated organobromine compounds on the other hand are anthropogenic source gases, which have a substantial tropospheric life time. Therefore these anthropogenic compounds are a potential reservoir for stratospheric bromine radicals which can be involved in the catalytic ozone depletion processes. Furthermore, a significant ozone depletion potential of the biogenic organobromine compounds is discussed in the literature. We will focus our interest on determining these compounds in the polar troposphere in particular at the ice edge zone. On a previous expedition (ANT IX/2), we have observed enhanced CH_3Br abundance close to the ice edge zone.

The applied methods are cryogenic preconcentration of the air samples on a suitable adsorbent (e.g. TENAX). The samples will be analyzed by means of a gas-chromatograph equipped with an electron capture detector.

1.1.1.2 Hydrogen peroxide in the marine troposphere (AWI)

Hydrogen peroxide (H_2O_2) is probably the dominant species in oxidizing atmospheric SO_2 to sulfate (SO_4^{2-}). The limited amount of field data, especially in the marine atmosphere, currently available on the geographic concentration and distribution of H_2O_2 hinders the identification of the major factors affecting the formation of atmospheric H_2O_2 .

The recombination of HO_2 radicals is the main gas phase reaction yielding H_2O_2 . Due to the high solubility in water, H_2O_2 is enriched in water droplets (rain, fog, clouds, snow). The oxidation of SO_2 by H_2O_2 preferentially takes place in such water droplets. The reaction product sulfuric acid (H_2SO_4) is one of the most significant atmospheric pollutants involved in acid rain. Furthermore there exist some liquid phase reactions providing H_2O_2 which are not well characterized.

We aim to measure horizontal concentration profiles of tropospheric H_2O_2 in the gas phase, rain and seawater, especially in pristine regions of the South Atlantic and Antarctic Ocean by means of a fluorimetric method (Lazrus).

1.1.1.3 Climate Control - the relationship between dimethylsulfide [DMS] and cloud condensation nuclei [CCN] (MPIM)

The objective of these investigations is to study the relationship between dimethylsulfide of marine biogenic origin and cloud condensation nuclei in the maritime troposphere. The production of cloud condensation nuclei in the marine troposphere following the aerial oxidation of biogenic dimethylsulfide has been implicated as a means by which the biosphere may counteract global warming. Atmospheric particles in the sub-micron size range are likely to exert a significant influence on the

earth's climate. They may enhance backscatter of solar radiation, act as cloud condensation nuclei (CCN) thereby having an influence on the earth's albedo, causing it to increase over the oceans, and finally, form clouds which can alter the hydrological cycle. The evidence for a biological feedback mechanism for global warming is circumstantial. Marine plankton produce DMS and correlations have been observed between levels of DMS in the oceans' surface and the overlying air, between atmospheric DMS concentrations and the number of condensation nuclei (CN) and between the numbers of CN and cloud condensation nuclei (CCN).

Several measurements will be undertaken aboard the Polarstern, involving chemical species in the sulfur cycle (aqueous and atmospheric DMS, and the oxidation products methansulfonic acid and non-sea salt sulfate in the aerosol phase) and aerosol numbers (total CN, size fractionated particles, and CCN). Of particular relevance will be the concurrent determination of DMS and CCN in the South Atlantic and Southern Ocean. This will be of value in that there remains a paucity of data for these individual constituents and so measurements would contribute toward a baseline data set. However, more important is that simultaneous measurements will better enable an assessment to be made of the link between DMS and CCN.

1.1.1.4 Peroxy Radical Measurements in the Maritime Air (MPIM)

The peroxy radicals (RO_2 e.g. HO_2 , CH_3O_2 , CH_3COO_2 etc.) have a variety of important functions in the chemistry of the troposphere, for example:

- i) they convert NO to NO_2 , which is subsequently photolysed producing O_3 i.e. a photochemical source of O_3 ;
- ii) their reactions with NO and O_3 lead to the production of OH, the most important tropospheric oxidant;
- iii) their self reaction produces semi-stable water soluble peroxides (H_2O_2 , CH_3O_2H etc.), which are active oxidants in cloud and rain water.
- iv) their reaction with NO_2 produces the semi-stable reservoir species peroxy nitrates (RO_2NO_2).

The atmospheric source of RO_2 radicals is the OH initiated oxidation of organic hydrocarbons. The OH and RO_2 chemistry of the troposphere are coupled together via this and other atmospheric reaction cycles.

Although RO_2 radicals play a critical role in determining the chemical behaviour of the troposphere, due to their high reactivity, their stationary state concentration is predicted to be small, 10^7 to 10^9 molecule cm^{-3} (0.4 to 40 pptv). Consequently determining the amount of RO_2 is difficult and few measurements exist.

Recently a novel instrument, designed to measure ambient levels of RO_2 and based on the chemical amplification method first proposed by Stedman and co-workers, has been developed at the Max Planck Institut für Chemie. During the first leg of the Polarstern cruise ANT X(1a), this instrument will be used for the measurement of

the concentration of RO₂ radicals in the marine boundary layer above the North and South Atlantic ocean.

The principle scientific objective of such measurements is to establish the levels of RO₂ present in remote maritime regions of the atmosphere. These measurements will subsequently be compared with that predicted by current models of the troposphere.

1.1.2 Marine Chemistry

1.1.2.1 Continuous measurement of the partial pressure of CO₂ in ocean surface water and marine air.(NIOZ)

A large part of the anthropogenically emitted CO₂ is taken up by the oceans. This uptake is only a small part of the huge exchange of CO₂ between the oceans and the atmosphere. Estimates of the net uptake vary from less than 20 % to 40 % of the fossil fuel emissions. The main reasons for the discrepancy between the estimates are the paucity of data for large areas of the oceans and uncertainties in model constants.

The gas-exchange between the ocean and the atmosphere is often modeled as molecular diffusion through a stagnant boundary film of water (Broecker and Peng, 1982). In this model the flux of CO₂ is proportional to the concentration gradient between the well mixed surface water and the air. The flux can be described as:

$$\text{Flux} = V_p \times S \times (p\text{CO}_2 \text{ air} - p\text{CO}_2 \text{ ocean})$$

with V_p the transfer velocity in $\text{m} \times \text{s}^{-1}$, S the solubility coefficient of the gas in $\text{mol} \times \text{m}^{-3} \times \text{atm}^{-1}$ and $p\text{CO}_2$ the partial pressure of CO₂ in atm. The transfer velocity depends on the windspeed and the temperature, the solubility coefficient on water temperature, hydrostatic pressure and salinity. Few measurements of the transfer velocity as a function of windspeed have been done at sea (Liss and Merlivat, 1986). Especially for windspeeds higher than $15 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$ (7 on the scale of Beaufort) data are sparse (Watson et al., 1991a).

Few information is available on the spatial variability of $p\text{CO}_2$ of surface water. Research by Watson et al. (1991b) indicates that large variations at distances of less than 100 km may occur.

Data of the Pacific surface water show a distinct $p\text{CO}_2$ minimum at about 40°S latitude. Virtually no observations of $p\text{CO}_2$ surface water are available at the 30 - 60°S latitude range of the Atlantic and Indian Oceans. Atmospheric values suggest here a large CO₂-sink.

During the cruise of the RV Polarstern from Bremerhaven to Puerto Madryn the partial pressure of CO₂ in the surface water and the atmosphere will be measured continuously while sailing. This will give information on $p\text{CO}_2$ - values in the Southern Atlantic and on their spatial variability. Of special interest will be compari-

son and intercalibration of our $p\text{CO}_2$ data with those of Dr. B. Schneider from IfM, Kiel.

Marine air will be sampled with long tubing running to the front and back of the ship. Seawater will be collected from the well in the ship's hull and will be pumped through an air/seawater-"equilibrator". This will consist of a showerhead continuously sprinkling seawater into a headspace, that will be sampled. The measurement of $p\text{CO}_2$ will be carried out with a gas chromatograph. The temperature difference between the seawater at the inlet of the well and in the equilibrator will be recorded. Atmospheric pressure will be analysed near the equilibrator. Variables of interest measured by other researchers will be wind speed, salinity, the amount of chlorophyll, pH, total CO_2 and alkalinity.

1.1.2.2 Investigation of the carbonate system (IfMK)

CO_2 partial pressure differences ($p\text{CO}_2$) between the atmosphere and the sea surface will be measured in the area under investigation. This quantity is the driving force for the air/sea exchange of CO_2 and may be used to calculate the net flux of anthropogenic CO_2 into the ocean, provided sufficient information about the global distribution of CO_2 is available.

Vertical profiles of the parameters of the carbonate system will be determined at selected stations. Such data, in connection with oxygen and nutrient concentrations, may be used to reconstruct the conditions in pre-industrial ocean surface waters and thus identify the anthropogenic signal. The stations will be located at positions where previous investigations of the carbonate system, either by our own or other groups (GEOSECS), have been performed. This will allow us to assess the seasonal variability. In addition, such measurements may form the basis for long term time series.

The investigations of the carbonate system will comprise all four parameters which are available by measurements: total carbonate, alkalinity, partial pressure, and pH. By this over-determination (two parameters are sufficient to describe the system) the measured data may be checked for thermodynamical consistency.

In addition, humic- and fulvic acids will be extracted and samples will be taken for DOC- and DON-determinations continuously from surface water and at the given stations from deep water samples. This gives the possibility to determine the absolute concentrations of humic and fulvic acids as well as their percentage of the DOC. Experiments in onshore labs shall give evidence, if the measured concentration of humic- and fulvic acids has any influence on the titration of alkalinity.

Measurements of nutrients and chlorophyll will be performed simultaneously for all determinations of the carbonate system in order to estimate the influence of the biology on the components.

1.1.2.3 Iodinated hydrocarbons in the Atlantic and polar waters (ICHR)

During the expedition leg ANT X 1a/b biogenic, iodinated aliphatic C1-C4-hydrocarbons should be investigated gas chromatographically in the surface layers of the Atlantic Ocean and of the polar sea. Additionally air samples should be taken and analyzed. Until today only little is known about the formation of these iodinated hydrocarbons in seawater. The simultaneous measurement of brominated biogenic compounds and the correlation of these species with the biological activity in seawater (measurement of the concentration of chlorophyll-a with fluorescence spectroscopy) should give information about sources, seasonal dependences and about the mechanism of the formation of these substances. Additionally the input of the investigated substances from the ocean into the atmosphere is investigated, because these iodinated hydrocarbons have a multiple potential in the green house effect compared to carbon dioxide and they are possibly able to influence the tropospheric and even the stratospheric decay of ozone.

1.1.2.4 Trace organic compounds in water(AWI)

In continuation of work from previous expeditions (ANT V/5 and ANT VII/5) distribution of trace organic compounds in open ocean areas will be investigated on a global scale.

Leg ANT X/1a:

During the first part of the expedition water and aerosols from the boundary layer ocean/atmosphere will be sectionally sampled and worked off for trace organic compounds using continuous flow and enrichment techniques. For the first time analysis will be carried to the final GC/MS identification and quantification of individual compounds on board. Improved stress is layed upon sampling of deep Atlantic water for biomarker analysis (cooperation with AWI- microbiologists). Water will be taken by high volume samplers at depths, where particulates are simultaneously collected *in situ*. Depths near the sea floor and amidst characteristic Atlantic water masses will be selected; positions of GEOSECS stations are chosen. For the investigation of global PAH distribution separate sampling and analysis will be conducted using rigorous clean experimental techniques.

Leg ANT X/1b:

Water investigations during the second part of the expedition will be technically continued as described for the first leg. As far as possible sampling strategy is directed toward elucidation of trace organics in antarctic surface water as source for deep water constituents of the Atlantic ocean. Activities are concentrated on sampling in the Bransfield Street as a model system. Special interest will be given to the analysis of marine sterols in three basins of this area; emphasis is also laid upon water sampling near hydrothermal systems for hydrocarbon analysis. For comparison some samples will be taken in adjacent areas of the northeastern Bellinghousen Sea and the Drake Passage. In the northwestern Weddell Sea surface water sampling will be tried near the ice edge, where high concentrations of biomarkers probably occur. In this area deep water sampling will be performed near the continental slope, where winter cooling is suspected to trigger descent of surface water into the abyss.

1.1.2.5 Nutrients, dissolved organic nitrogen and humic substances (AWI)

The nutrients - nitrate, nitrite, ammonium, phosphate and silicate - will be determined in samples from selected stations. The determination of the nitrogen containing nutrients will be used also for the investigation of dissolved organic nitrogen (DON) and humic substances.

Important components of the DON are probably humic substances and total free and combined amino acids. Therefore, in addition to the determination of DON, humic substances will be extracted and analyzed for their nitrogen content. Furthermore, the water samples will be characterized by the determination of nutrients, free and combined amino acids in the original samples and in the humic extracts. The C/N ratio of dissolved humic substances will be determined on humic material extracted from larger water volumes.

Since the concentration of inorganic nitrogen-containing nutrients in the Antarctic is very high, in comparison to the Arctic, the determination of DON is important in order to obtain a balance of the nitrogen cycle. This balance is also important for the interpretation of sedimentation rates and grazing.

The investigations will be compared with determinations in the Arctic, where relationships between DON and biological activity have been already observed.

1.1.2.6 Adenosine triphosphate in micro- and zooplankton (AWI)

As a central compound of energy metabolism all living cells contain adenosinetriphosphate (ATP). Since ATP-levels in a number of organisms are well established, determinations of ATP offer the possibility to measure biomass. After the extraction of ATP from corresponding samples, measurements are performed by using the luciferine-luciferase system. This method will be used for the development of dimethyl sulfide from dimethyl-sulfoniumpropionate in connection with the working group Prof. Kirst, UB. Additionally a survey on the distribution of ATP in zooplankton organisms will be completed.

1.1.2.7 Dimethylsulfoniumpropionate in phytoplankton of the Northern and Southern Atlantic (FMB)

Dimethylsulfoniumpropionate (DMSP) is accumulated in various phytoplankton organisms. This compound is a precursor of dimethylsulfide (DMS) which accounts for a large portion of the atmospheric sulfur content. In continuation of a long term research project the DMSP and the chlorophyll content as well as the species composition of phytoplankton samples obtained from surface waters will be measured during the North Atlantic - South Atlantic cruise. Photosynthesis and respiration rates of the samples will also be estimated to indicate physiological activity. The correlation between DMSP, plankton population and the abundance of high DMSP producers such as *Phaeocystis* or species of the *Coccolithophoridae* is of special interest. In parallel the ATP/ADP content and the DMS concentration in the water and in the atmosphere will be measured (cf. project by Prof. Ernst). This will contri-

bute to further assess the DMSP production in surface waters of the Atlantic. North- and South Atlantic as well as the equatorial region differ remarkably with respect to DMSP / DMS release into the atmosphere.

1.1.3 Marine biology

1.1.3.1 Ecophysiology of icealgae: Dimethylsulfoniumpropionate content and release of dimethylsulfide during the ice melt (FMB)

During the process of sea ice formation brine pockets and channels develop which contain numerous microalgae. These algae accumulate low molecular weight organic compounds as osmolytes such as the amino acid proline and the tertiary sulfonium compound dimethylsulfoniumpropionate (DMSP). DMSP is the precursor of dimethylsulfide (DMS). With the onset of the ice melt large amounts of algae will be released into the water column which in turn results in an increase of the concentrations of DMSP / DMS in the water and the atmosphere. Measurements conducted in parallel with algal samples obtained from the infiltration layer, the brine, from within the ice cores and from the under ice water column as well as atmospheric DMS estimations will provide data to assess the turnover of organismic DMSP and its effect on the sulfur cycle ocean - atmosphere (see also projects by Prof. Andreae and Prof. Ernst). In addition to DMSP the chlorophyll content, the species composition and other organic osmolytes (e.g. proline) are investigated. Photosynthetic and respiratory rates of algal samples are used as a test for metabolic activity. Long term stations to investigate time courses (36 hours) and depth profiles are planned. The results will contribute to our knowledge on the plankton - climate relationship, assuming that the oxidation products of DMS, mainly sulfate, play an important role as cloud condensation nuclei and thus affecting cloud formation at least on the southern hemisphere

1.1.3.2 Secondary metabolites of Antarctic benthos (AWI)

There have been only few investigations on the occurrence and function of secondary metabolites in the Antarctic fauna. However, studies on these compounds are of importance, since the evolution of the fauna in Antarctic isolation possibly resulted also in specific chemical structures. It has been shown for many secondary metabolites to have ecological functions, which will be investigated in Antarctic waters only during later expeditions.

On the basis of the experiences and results of the expedition ANT VIII/4, selected benthic species and further invertebrate taxa not yet investigated will be sampled by Agassiz trawls and grabs at the Antarctic Peninsula in order to analyse them for secondary metabolites. Research on Gorgonaria, their possible predators and their associated fauna is promising, since the sesquiterpenes already isolated in the genus *Thouarella* are expected to allow the detection of ecological relations by biochemical analytical methods. In aquarium containers aboard the associated animals will be tested for attraction by Gorgonaria.

The specimen selected for chemical analyses will be deep-frozen aboard and investigated by gas chromatographic and mass spectrometric methods later in the la-

boratory. By these methods further chemical constituents are analysed, which are characteristic for aquatic life at low temperatures.

1.1.3.3 Deep-sea microbiology (AWI)

Our investigations on the adaptation of bacterial populations to depths will be continued with studies in five different basins of the Atlantic Ocean. Special interest shall be focused on the role of pressure-adapted, barophilic bacteria in the deep sea and on the fate of sedimented microorganisms originating from near surface waters.

Differentiating cultural methods will be applied to improve our knowledge about pressure- and temperature tolerance of the bacterial communities occurring in different water bodies as well as at the bottom. Furthermore it is planned to enrich the pelagic bacteria by means of *in situ* particle samplers and to analyse the organisms in collaboration with the Chemistry Section of the AWI on biomarkers, which may indicate dependencies of hydrostatic pressure and depth respectively. Studies on bacterial activities under simulated *in situ* conditions shall improve our understanding for deep-sea processes.

In order to learn more about the existence and quantity of barophilic, decompression-sensitive bacteria a water sampler will be employed which allows to maintain the *in situ*-pressure during sampling.

1.1.3.4 Studies on the distribution, abundance and activity of fungi in marine and terrestrial habitats of Antarctica (IfMB, AWI)

The occurrence of microfungi (Asco-, Basidio- and Deuteromycetes) on the Antarctic continent has been proven by numerous publications. However, the characteristic metabolic activities of these heterotrophic microorganisms have received increasing attention in pure and applied science only recently.

During leg 1 b of RV "Polarstern" cruise ANT X, plant-, moss-, lichen-, and soil-samples will be taken at different terrestrial sites of the Antarctic Peninsula and the surrounding islands. Fungi will be isolated from these materials by various methods. Since it is the aim to provide an account of the endemic mycoflora, attempts will be made to visit undisturbed habitats. The isolated strains will be characterized physiologically, and will be compared with isolates from alpine habitats. The respective strains will be screened by molecularbiological techniques and will be classified chemotaxonomically.

Fungi have also been detected in Antarctic sea water and sea ice during a foregoing cruise (Schaumann, 1986). In particular the fungus-like protist group of Thraustochytriaceae (aquatic Phycmycetes) is of special interest with respect to its diversity, abundance, metabolic activity, parasitic and/or saprophytic way of life, and also the physiological adaptability of these microorganisms. Therefore, the primary aims of our present investigations are:

1. The qualitative and quantitative estimation of the terrestrial mycroflora of the Antarctic Peninsula and the offshore islands (TU Braunschweig);
2. The enumeration of occurrence and activities of lower fungi in sea water and sea ice, and also on/in plankton organisms of the Southern Ocean (AWI);
3. The isolation of higher and lower fungi, in particular psychrophilic strains (TU Braunschweig + AWI);
4. The physiological characterization and screening for secondary metabolites of the isolated strains (TU Braunschweig + AWI).

1.1.3.5 Studies on the latitudinal distribution, abundance and activity of marine fungi in the Atlantic Ocean (AWI)

The osmoheterotrophic marine fungi, especially the members of the Thraustochytriaceae, are actively involved in the degradation and transformation of particulate as well as dissolved organic matter (POM+DOM) in the sea. Species composition, mass occurrences and the activities of these fungi are well documented for estuarine and coastal waters, but not for the open ocean, where data on global distribution, abundance and activities of these fungi are largely lacking. Therefore, during this cruise (ANT X/1 a) the qualitative and quantitative composition of marine fungal assemblages, as well as their interrelationships with the corresponding phyto-, zoo- and bacterioplankton associations will be studied by direct (microscopic) and indirect (cultural) methods sampling along a transect from the North-, through the Equatorial-, to the South-Atlantic (and also the Southern Ocean during the following leg 1 b). This will be achieved in cooperation with the respective plankton research groups of the IfM Kiel. In detail the following parameters will be determined continuously or from discrete water samples and plankton net hauls: Chlorophyll-a concentration; number and activity of fungal propagules; occurrence of parasitic fungi on or in phyto- and zooplankton organisms; number of saprophytic bacteria (cfu). Moreover, a representative number of saprophytic, especially psychrophilic fungi will be isolated, and investigated with respect to their potential of physiological and biochemical adaptation to salt and cold temperature stress (AWI).

1.1.3.6 Microbiology (IfMK)

Apart from some minor exceptions the heterotrophic bacteria are the only organisms capable of utilizing the dissolved organic material (DOM), which enters the aquatic system in comparatively large quantities. Bacterial activity mineralizes the DOM, releasing plant nutrients and converting a fraction of the dissolved organic material into particulate material (bacterial biomass), which then is introduced into the food web. It is obvious that due to this double function the bacteria play an important role in the aquatic system.

The number of bacteria and their biomass and activity may undergo distinct regional variations. Even though knowledge is far from being complete it seems that quantitative regional variations are accompanied by qualitative ones. Thus, in the oligotrophic subtropical and tropical regions of the sea, bacterial numbers and activity may be low but their functional importance is probably greater than in eutrophic temperate areas.

The research cruise ANT X of RV "Polarstern" presents an excellent opportunity to perform large scale microbiological studies between Bremerhaven and the antarctic areas. During this cruise, which leads from the temperate North Atlantic over the subtropical and tropical areas into the polar South Atlantic, water samples will be taken from the mixed surface layer at intervals of approximately 50 nautical miles.

This study will include the determination of the total bacterial numbers, the fraction of the metabolically active bacteria, the bacterial biomass, the bacterial (secondary) production and the hydrolysis- and turnover rates of high and low molecular organic substances. These measurements will be accompanied by planktological studies including the determination of the number of cyanobacteria, chlorophyll concentrations and primary production (under controlled conditions). To our knowledge such a large scale study has not been performed up to now.

We hope that the results will lead to better information about the regional distribution of bacterial numbers and metabolic activities and provide new insight into the functional importance of these organisms in the cycling of matter in the sea.

1.1.3.7 Benthos investigations (ZIH)

At 14 stations (7 on soft bottom, 7 on hard substratum) in the Antarctic Peninsula region zoo benthic analyses are planned. Certain species are of special interest for observations of living animals or for special fixation.

7 soft bottom stations are permanent stations. Multiple grab samples are planned to get further information concerning small scale distribution and population dynamics of selected species. These data will be compared with those of previous cruises.

Especially from hard bottom polychaetes and ostracods should be taken. In aquariums in the container laboratory living polychaetes should be studied. A species associated with a gorgonid coral is of special interest (feeding, territorial behaviour, brood protection, pigmentation).

Ostracods from hard bottom samples should be taken, because new results are expected there. Living animals should be studied in aquariums (container laboratory) with respect to their mode of locomotion, feeding activities, reproduction and response to light stimulation. Sampling on beaches shall be continued, especially of animals of interstitial systems. Ecological factors will be measured.

Three species are described within the genus *Monobrachium* (Hydrozoa, Athecata): *M.parasitum* from Arctic, North Atlantic and Pazific from California, Canadian Pacific and Sea of Japan, *M.drachi* from Tropical East Atlantic and *M.antarctica* from Weddell Sea. Preserved material and living specimen from earlier cruises of RV Polarstern give rise to the hypothesis *M.parasitum* and *M.antarctica* is only one valid species. Dr. Jarms wants to proof this by examination of living material and perhaps revise the genus.

From the Agassiz trawl catches especially polychaetes, amphipods and brittle stars will be collected. Beyersledge trawls will bring further information concerning my-

sids and ostracods of the hyperbenthos. Ophiuroids and bivalves will be fixated separately for age determination analyses.

1.1.4 Physics of the Ocean

1.1.4.1 Physical Oceanography (AWI, IfMK)

An experiment with surface drifting buoys is planned in order to study the surface circulation of the Antarctic Circumpolar Current (ACC) in the Atlantic sector. For this purpose satellite-tracked buoys equipped with a sail and a temperature sensor will be deployed. The sails are attached at a depth of 100 m to follow the flow below the directly wind-driven Ekman layer independently from meteorological events.

In the Drake Passage 25 of these drifters will be deployed along the ship's track. Due to the meridional confinement of the Drake Passage the ACC passes this strait within a small range of latitude - a perfect premise for setting out the buoys. The experiment will be complemented by an XBT section across the Passage, allowing the location of the drifters relative to the frontal zones of the ACC.

The aim of this experiment is to develop a better understanding of the dynamics of the ACC beyond the pure description of the trajectories - especially with respect to numerical modelling. In this context, the distribution of mean and eddy kinetic energy in the region of ACC as well as the influence of the bottom topography on the distribution of the energy partition will be of particular interest.

1.1.5 Mesosphere

1.1.5.1 Geomorphological fieldwork and ground check with ERS-1 remote sensing data at ice-free locations in the Antarctic Peninsula region (FGB)

Goal of the geomorphological research during "Polarstern" cruise ANT/X 1b is to examine how suitable the SAR data (radar images) of the ERS-1 satellite is with respect to registration of various geomorphological and glaciological phenomena (i.e. beach terraces levels, glaciofluvial zones in front of the glacier *snout*, ?? frost patterned ground, thaw dynamics of permafrost, development of snow cover, and coastal ice types). In comparison, analogous as well as digital remote sensing systems, such as LANDSAT TM, SPOT and also NOAA weather satellite data will be applied in connection with field survey of reference areas and field measurements utilized to characterize typical periglacial sites.

Radar data will be connected within a geographical information system (GIS) in combination with other data sources resulting from relief analysis and regional measurements of climatic parameters. This includes ground reference data and digital terrain models. The up until now very promising application of radar data will be utilized in glaciological and geomorphological analysis of periglacial regions in order to gain a better understanding of thaw and melt dynamics.

1. Radar image system

The Earth Research Satellite (ERS-1), launched into the earth's atmosphere in summer of 1991, is a radar satellite. Great advantage of its active microwave remote sensing system is its independence of lighting and cloud conditions. Electromagnetic energy is produced on ERS-1 waves of C-band at 5.3 cm wave length. They emit rays which slant downwards and strike the ground. They are then scattered, reflected and then sent back to be transmitted via antenna. Radar images consist of radar echos having different strengths. These are usually dependent on the surface roughness and dielectrical characteristics of the material on the earth surface and in the uppermost ground layer.

Image data of ERS-1 for the Antarctic Peninsula region will be received by the O'Higgins Chilean Antarctic station (63°19'S 57°54'W) on behalf of the German satellite station that is responsible for its supply and operation.

2. Field studies in Antarctic reference areas

During field trips to coasts of various islands the Antarctic Peninsula as well as on mainland Antarctica, relief inspection, substrata analysis, measurement of dielectric constant and seismological, resp. geoelectrical profiles will be determined and climatic measurement will be carried out. The results of this research will then be documented in maps and data files and then compared with those of other Antarctic and Spitsbergen expeditions. Field studies are planned at particularly ice-free sites, such as on King George Island at Maxwell Bay or on Nelson and Livingston Island, depending on logistic possibilities.

Geomorphological mapping will be carried out at ice-free locations with periglacial forms on the South Shetland Islands and also at the edges of ice caps, in zones in front of glaciers' snouts with moraines and in areas of glacial outwash. It will be done on a large scale if possible (1:5000, resp. 1:25 000) and with the help of available maps and aerophotos. Photographic documentation of smaller, different-sized surface forms are essential in combination with this. Mapping includes slope angles and altitude measurement, as well as exposition of sites. This is useful for present mapping and testing of digital terrain models since these parameters have an important influence on radar signals which are reflected back.

3. Radar signal and site parameters

Grain size analyses are also significant, as on the C-band of the ERS-1 surfaces with substrates < 5.3 cm diameter, results with respect to radar beams are "smooth" and they are reflected away from the sender so that only a weak signal can be recorded. Larger grain sizes scatter the rays, resulting in a lighter signal.

In order to investigate the summer thawing depth, hand drilling, resp. determining of seismological profiles via hammer hitting, will be carried out as this, in connection with soil humidity analysis, could possibly shed a light on their recognition on satellite photos.

The dielectric constant of different surface materials will be checked by measuring the radar back beam cross-section via probe. Climatic investigation, especially the temperature measurement of air layers near the soil and in different soil depths, is significant for determining the energy exchange process of soil and air, as well as for determining the time duration for thaw layer development.

From the ERS-1 data, which covers a completely different wave length scope than that of conventional remote sensing satellites, and also in connection with data collected from other remote sensing satellites, we hope to see improved geomorphological utilization in future.

Above field studies are the first campaign in the program of several coordinated projects funded by the BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) to study data application of the European Remote Sensing Satellite 1 of the European Space Agency (ESA) with respect to ocean-ice-atmosphere interrelation. A special cooperation has been arranged with the Institute of Physical Geography at the University of Freiburg (Prof. Gossmann).

1.1.5.2 Upper Mesosphere temperatures derived from OH*-emissions (FPW)

The mesopause as an interface region between the mesosphere and the thermosphere is an important region of the atmosphere which is difficult to study even with modern measurement devices. Typically, it is identified with the minimum of the temperature profile between the mesosphere and the thermosphere located somewhere between 80 and 100 km. Its exact height is mainly dependent on latitude and season. In the upper mesosphere and the lower thermosphere, ozone reacts in an exothermic process with atomic hydrogen to form vibrationally excited OH. From this reaction a layer of OH*-molecules results with a peak altitude at about 86 km and a vertical profile width of about 8 km. These molecules radiate their energy in the visible and the infrared part of the spectrum. We observe infrared radiation at 1.5 μm wavelength which originates from transitions of the OH* (3,1)-vibrational-rotational-band. Its intensity depends on the kinetic temperature of the atmosphere. Therefore our groundbased measurements can determine the mean temperature of the OH*-layer during night time.

Our spectrometer is equipped with a Ge detector which is operated at liquid nitrogen temperatures. In the wavelength regime between 0.8 μm and 1.8 μm this detector has high sensitivity and low intrinsic noise. Thus it is possible to determine the mesopause temperatures with an accuracy of $\pm 2.5^\circ\text{C}$. The measurements can be carried out during clear nights as well as during nights with light clouds and haze. The University of Wuppertal has operated two of these systems at various places during recent years.

These measurements allow us to study the dynamic and the chemistry of the atmospheric layer in question. Variations of the atmosphere temperature are for instance indicative of planetary waves. Long term measurement show a seasonal variation from which conclusions on a possible latitudinal variation of the temperature in the OH*-layer can be drawn. Finally, there are hints to a long-term variation that appears to be related to the temperature decrease in the stratosphere which is attributed to the greenhouse effect.

The scientific objectives of the OH*-measurements during the "Polarstern"-expedition are as follows:

1. Comparison of measurement techniques:

The temperatures measured by our OH* system shall be compared to the data measured by the LIDAR stations. This comparison allows conclusions as to whether there is a latitudinal variation of the OH*-layer. The high time resolution of the OH*-measurements allow to select undisturbed periods for such comparisons. This time resolution may generally be of interest for the interpretation of the LIDAR data.

2. Wave activity:

Long period oscillations (planetary waves) show a characteristic seasonal variation at the mesopause. A latitudinal variation is expected, too. As the "Polarstern" expedition starts in winter at northern latitudes and ends in summer at southern latitudes, clear changes in the wave activity can be expected. Continuous measurements at two stations (Wuppertal, 51°N, 7°E; Buenos Aires, 35°S, 59°W) in the northern and the southern hemisphere, respectively, serve as reference for the measurements on board. This should facilitate the understanding of spatial and temporal variations.

3. Latitudinal variation of the temperature:

Mesopause temperatures exhibit considerable seasonal and latitudinal variations. The seasonal variation is now well established by a variety of measurements including OH* data. During the DYANA campaign (1990), longitudinal variations have also been investigated. There are much fewer data on the latitudinal variations. As far as we know, continuous OH* measurements on a north/south track from the northern to the southern hemisphere have not been performed so far. Respective results may therefore help to improve the CIRA reference atmosphere whose quality is presently under discussion. The OH* measurements on board "Polarstern" shall again be supported by continuous measurements at Wuppertal and Buenos Aires.

1.1.5.3 Project LADIMAS - Latitudinal Distribution of Middle Atmosphere Structure - (PIB, FPW, PSU)

The upper part of the middle atmosphere, that is the region above 50 km altitude, is comparatively little explored and comprises still many unknowns. In the past, however, new and powerful techniques have been developed which enable us to measure a number of important properties of the middle atmosphere even above 50 km by groundbased instruments. The project LADIMAS aims at assembling a number of such groundbased instruments aboard the RV "Polarstern" from where they will measure simultaneously and in the same volume of air those properties of the middle atmosphere which are listed in the following table. Performing these observations throughout the cruises ARK VIII/3, ANT X/1a and 1b of the RV "Polarstern" offers the unique possibility to measure many important parameters of the middle atmosphere and their dependence on geographic latitude from 70°N to 60°S. Also some information on their seasonal dependence will be gained. Of particular interest are:

1. Measurement of the latitudinal dependence of the thermal structure of the middle atmosphere from 70°N until 60°S, including temperature and altitude of the mesopause.

2. Measurement of the occurrence rate, spectral density, and saturation heights of internal gravity waves, as well as their altitude and latitude dependencies.
3. Measurement of altitude profiles and their latitude dependencies of the density of water vapor, ozone, sodium, and iron above 50 km altitude.
4. Search for non-molecular Rayleigh-scattering and Mie-scattering particles, aerosols, and cloud particles in the entire middle atmosphere.
5. Exploration of the metal atom layers in the altitude regime 80 to 110 km, in particular:
 - a) first ever global-scale observations of the iron layer,
 - b) simultaneous observations of the iron and sodium layers,
 - c) latitude dependence of the occurrence rate of sporadic metal atom layers, and
 - d) the correlation of the latter with the occurrence of ionospheric sporadic E layers.

Tab. 1: Parameters of the Middle Atmosphere Measured during the LADIMAS Project

parameter	altitude	instrument	institution
air temperature	80 to 110 86 km 10 to 80 km	Na resonance lidar OH* spectrometer Rayleigh/Raman lidar	PUB GHW PSU
air density	10 to 90 km	Rayleigh/Raman lidar	PSU
composition:			
water vapor	50 to 80 km	microwave radiometer	PSU
ozone	mesosphere	O ₂ (¹ Δ) photometer	US
sodium	80 to 110 km	Na resonance lidar	PUB
iron	80 to 110 km	Fe resonance lidar	PUB
aerosol, cloud particles	10 to 40 km	Rayleigh/Raman lidar	PSU
electron density	90 to 150 km	ionosonde	NRS

2 Leg Punta Arenas- Capetown (ANT X/2)

2.1 General Overview

On the second cruise leg "Polarstern" will leave Punta Arensa on January 4th, 1992 first go to the wintering over base Georg von Neumayer for base resupply. From there it will proceed along the coastal polynia to Filchner summer base, where the group working on the Ronne Ice Shelf will be put on the ice.

Besides general geodetic work for the determination of velocity and strain fields in the eastern part of Ronne Iceshelf an elevation test field of some 40 by 40 km**2 will be precisely determined. It will serve as reference and calibration site for the ERS-1 altimeter and SAR and will be sited beneath a crossing point of the three day repeat orbit. Further ground truth studies for the above ERS-1 systems will be carried out by determining the reflectivity and emissivity of the snow pack over a wider area. The core experiments of the Filchner IV campaign will be glaciological and oceanographic studies for which a 350 m ice core will be drilled and access to the water beneath the ice shelf will be gained by large diameter hot water drilling. The core drilling will provide ice of marine origin accumulated at the lower surface of the ice shelf and the hot water drill holes will be instrumented after being used for lowering sampling and measuring devices for the study of the water column.

In Drescher Inlet of the Riiser-Larsen Iceshelf a group of biologists will study the diving and feeding habits of seal and penguin by in situ measurements through instrumenting the test animals with removable devices.

Main emphasis in the marine research program will be put on geophysical studies between the base of the Antarctic Peninsula in th west and Gunnerus Ridge in the East. Depending upon the ice situation multichannel seismic reflection lines, magnetic and gravity studies will be carried out in order to determine structures of the earth's crust and it's sedimentary cover in order to provide data for determining geologic evolution and climatic history of the area. During the return voyage to South Africa multichannel seismic lines will be run in selected areas of the antarctic and subtropical frontal zones as pre-site surveys for future ODP holes. The geophysical program will be accompanied by a marine geological program which through sampling of the topmost part of the sediments will study recent glacial marine sedimentation processes. Continuous bathymetric measurements generally along the ships tracks or in areal mode within selected areas using the on board HYDROSWEEP multibeam echo sounder will further complete the mapping project in the southern Weddell sea.

Ground truth studies for ERS-1 Altimeter and SAR data over the sea ice area will yield together with the satellite information a detailed picture of the kinematic and dynamic variations of the se ice. Further important parameters in the ocean-ice-atmosphere system will be provided by a number of ARGOS buoys which will be deployed on the sea ice and set adrift.

Besides the scientific program "Poarstern" will also have logistic responsibilities at Georg von Neumayer and Georg Forster bases.

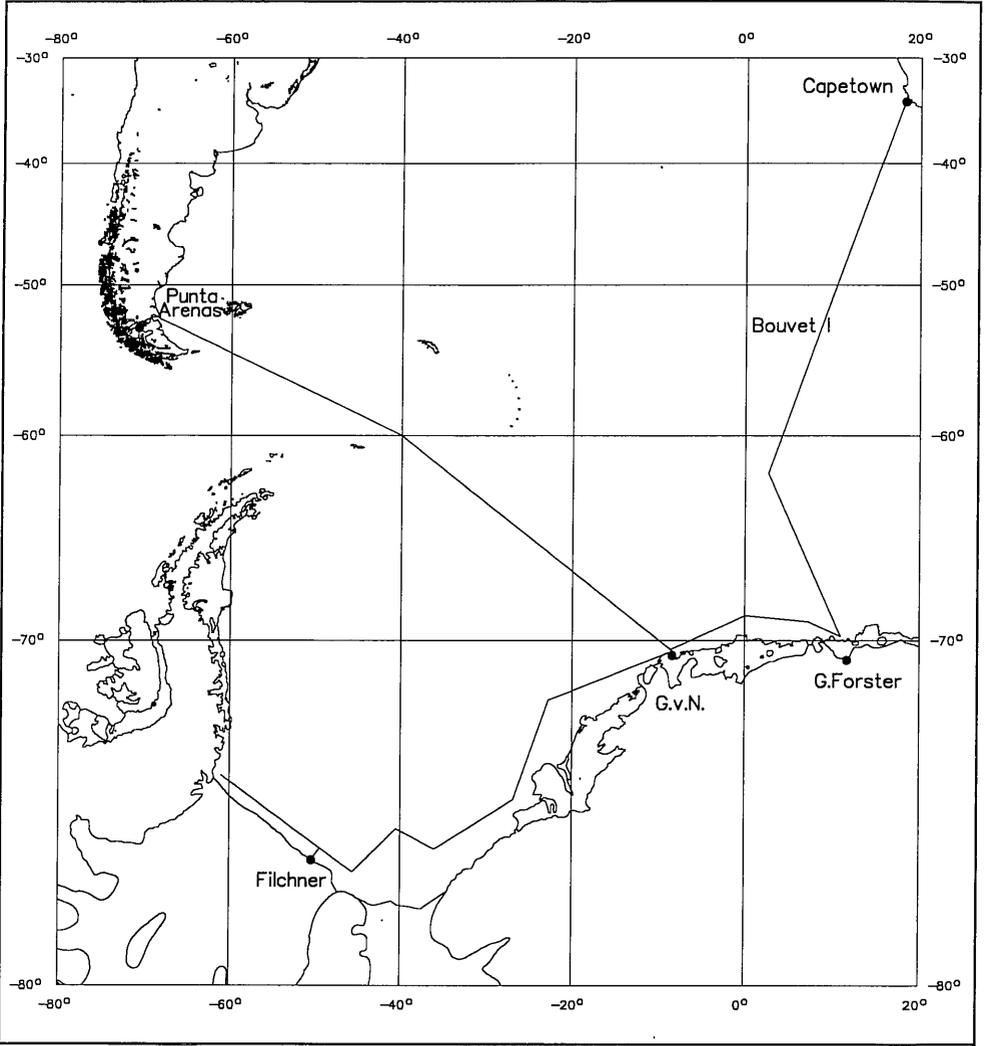


Fig. 1: Planned route during ANT-X/2

2.2 Geology

2.2.1 Investigations of glacio-marine sedimentation processes in the south-eastern Weddell Sea (AWI)

Main objective of the sedimentological program is the study of recent glacio-marine sedimentation processes and to interpret them with regard to their topographical, oceanographical, glaciological environments, and their changes in the past.

Therefore it is planned to condense the sampling grid on the southern shelf, in some interesting areas on the continental slope and on the samples (box sampler) and sediment cores (piston corer, gravity corer). Furthermore the grid of sub-bottom profiling will be expanded by new Parasound records. The mode and history of the formation of the various morphological and sedimentological units (sediment ridges and areas of erosion) will be revealed by an interpretation of the different sediment echo types and their distribution.

Just in such an erosional area (73°37,6'S: 26°07,0'W) a current meter mooring that has been deployed to record bottom currents during one year has to be recovered.

The northern extend of the erosional terraces found in the southern Weddell Sea should be mapped with Parasound on an east-west profile in the central Weddell Sea.

On the way back to Cape Town some additional surface samples should be taken on the shelf north of the Schirmacher Oasis to investigate the local facies changes in this area.

As pre site survey for the Ocean Drilling Program on a S-N profile crossing the polar- and subtropical-frontal zones up to 5 areas will be investigated with seismic, sediment echosounding and sediment coring on 2 to 3 stations in the southernmost area.

2.3 Marine Geophysics (AWI, RCMG)

Earlier marine-geophysical Measurements have provided information on large scale tectonic features an main crustal features of the southern Weddell sea. Thus Explora and Andenes Escarpments are known to be lieneaments intimately connected with the breakup of Gondwana and which by their morphology and their expression in the gravity and magnetic fields provide clues for the geodynamic processes active during breakup. Both escarpments are separated ba Polarstern Bank a rather singular morphological high, which was founf during ANT VIII/5. The origin of this feature is not yet clear and further data are needed in order to clarify the open questions. The sedimentary cover of the region and its seismostratigraphic features allows for the deciphering of the geologic history, the paleoceanographic development and through the correlation of certain stratigraphic features with glacial events also for paleoclimatological reconstructions. For instance within the huge sedimentary fan complex north of the Filchner trough clear evidence is found for changing depositional environments through time connected with changing climates as well as evidence for the northern margins of past expanded ice sheets.

The planned investigations will follow these questions and measurements will be carried out in different regions depending on ice conditions, which will ultimately decide where the towed systems can be deployed with relative safety. The main areas of interest are situated north of the Filchner trough, in the vicinity of Polarstern Bank, between Kapp Norvegia and GvN and between Astrid and Gunnerus Ridges.

Deep seismic sounding investigations shall be used to study the transition between oceanic and continental crust along the margin. To this purpose combined land-sea experiments with automatic recording stations on the ice and a moving seismic source at sea are envisaged.

Besides the high resolution Multichannel seismic reflection profiling, which yields the most precise picture of subsurface structures also magnetic profiling will be carried out. The anomalies of the gravity field will be recorded continuously with a sea gravity meter. Analysis of the potential field data will give important information for the determination of geophysical models.

2.4 Biology

2.4.1 Seals and Penguins in Drescher-Inlet, Vestkapp area (AWI)

Investigations on Weddell seals and Emperor penguins will be continued at Drescher Inlet from mid January to end February 1992. A temporary field camp (for 4 biologists) will be established on the ice shelf above the inlet.

Our previous findings (ANT VIII-5) showed that the diving behaviour of adult Weddell seals fell into two categories: pelagic dives to about 150 m or bottom dives down to about 500 m. Diving depths were recorded by a time-depth recorder. Another advance to come out from this field work, was the attachment of a strain gauge which measured the seals jaw-activity in depths at which prey were caught. Both systems are now modified and will also be used for the investigation of the diving and feeding behaviour of emperor penguins. A significantly new approach of our project will be the employment of a stomach temperature logger. Logging stomach temperature can give information on timing and (after suitable calibration) amount of prey ingestion during dives to different depths as simultaneously recorded by a time-depth recorder.

2.5 Physics

2.5.1 Drifting buoys program (AWI)

The drifting buoy program aims to gather information on the thermodynamics of sea-ice growth and decay and on the interaction of sea-ice motion and mixed layer dynamics. Particular emphasis will be laid on the southern Weddell Sea.

This area is generally covered by various amounts of sea-ice that survives summer melting and which is exposed to strong wind stress and to coastal effects. 6 Argos-transmitting buoys will be installed on drifting ice floes. The configuration (Fig. 2)

consists of two central buoys surrounded by 4 systems measuring atmospheric pressure and air temperature. The buoys (approx. 100 km apart) form a polyhedron. Thermistor chains are attached to the central buoys to give the vertical temperature both in the mixed layer and in the sea-ice. They will be equipped with a downward looking acoustic sensor to detect changes of snow depth, a parameter almost unknown in the Antarctic sea-ice regime. The buoy program is expected to last for 12 months. Thus we expect also to gather ground truth data after the launch of the ERS-1 satellite, which will be equipped with SAR-instrument.

An automatic weather station will be installed at the Drescher Inlet (75°36' S, 26°43' W).

2.6 Remote Sensing of sea ice (AWI)

The main objective is to collect near-surface and meteorological in situ observations to validate retrieval algorithms for SSM/I, ERS-1 SAR and AVHRR data. Line scan camera observations will be taken from helicopter with flights coincident with satellite overpasses. Calibration and preliminary analysis of these data will be carried out on board, with further analysis for ice type and ice concentration to be carried out at AWI. In addition the general areal ice conditions (ice concentration and type) will be estimated from visual observations from the bridge. Surface temperatures will be recorded with KT-4 infrared sensor from ship's railing, and air temperature and wind speed obtained from standard ship measurements. Meteorologic observations, i.e. radiosonde measurements, will be coordinated with weather station personel to take place near times of SSM/I overpasses.

POLARSTERN will carry a receiving station for the Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) on NOAA satellites to provide images of clouds and sea ice. The required software for determination of ice concentration from these images has been prepared and tested in advance so that real time processing on board is possible. It will therefore be possible on board to compare observed ice conditions with line scan camera and AVHRR analyses as well as with the ice charts from SSM/I (Special Sensor Microwave Imager) which will be received via FAX from Atmospheric Environment Service, Canada. This well-documented data set of in situ and remote observations will allow proper interpretation and development of algorithms for the ERS-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) data at AWI. The understanding of the very rich data sets the ERS-1 will provide is strongly dependent on the comparisons to ground truth and other satellite imagery.

2.7 Filchner IV - Mass Balance and Dynamics of the Filchner-Ronne Ice Shelf (AWI, IUPH, GSF, IFV, IFAG, IEH, IMGI, MSSL)

Filchner IV is the fourth expedition within the frame of the German Filchner-Ronne Ice Shelf program. The program is part of an international effort, to describe the mass balance and dynamics of the second largest Antarctic ice shelf. A unique feature in the central part of this ice shelf is a basal layer of ice of marine origin, up to 300 m thick. Therefore, during this season and in the following years, special emphasis will be put on the interactions between ocean and ice at the bottom of the ice shelf. For the Filchner IV campaign one major topic will be ice-core drilling to recover ice samples for physical and chemical analysis. Another topic is hot-water drilling to get access to the ocean underneath the ice shelf and install measuring devices and take water samples. For these investigations an area with accumulating marine ice at the bottom will be chosen. In addition more geodetic surveying work and electrical and electromagnetic soundings in the surroundings of the drill camp will be carried out.

2.7.1 Ice-core drilling (AWI, IUPH, GSF)

The drilling location is planned on a flowline passing the location of the 1990 ice core (B13). It will be positioned close by the point D236 (distance to the ice front appr. 175 km, fig. 3). The main goal of this new ice-core project is to enlarge our knowledge about structure, properties, and development of the marine ice. It is hoped that by that one will be able to better understand the processes at the lower boundary of the ice shelf.

For the oncoming drilling operation the AWI drill equipment was completely modified. It will now be possible to recover 4" ice cores. At the drilling site D236 the ice shelf is approximately 450 m thick, the marine ice starts at a depth of appr. 180 m below the surface. The maximum drill depth will not exceed 350 m. Thus we might be able to core much more and younger marine ice than in 1990, but keep at a safe distance to the very bottom of the ice shelf, where the marine ice still might be very soft.

Compared to 1990 on site core processing will be increased considerably. It comprises also electrical conductivity (DC and AC), ultra sonic measurements (p-waves) as well as gamma-absorption for density investigations. A device developed at IUPH will provide continuously records of electrolytical conductivity, pH and Na-concentrations.

In the lab isotope contents (^2H , ^3H , ^{18}O) and major ion concentrations will be determined to get the final dating of the core. The marine ice will be investigated in more detail with respect to its physical properties.

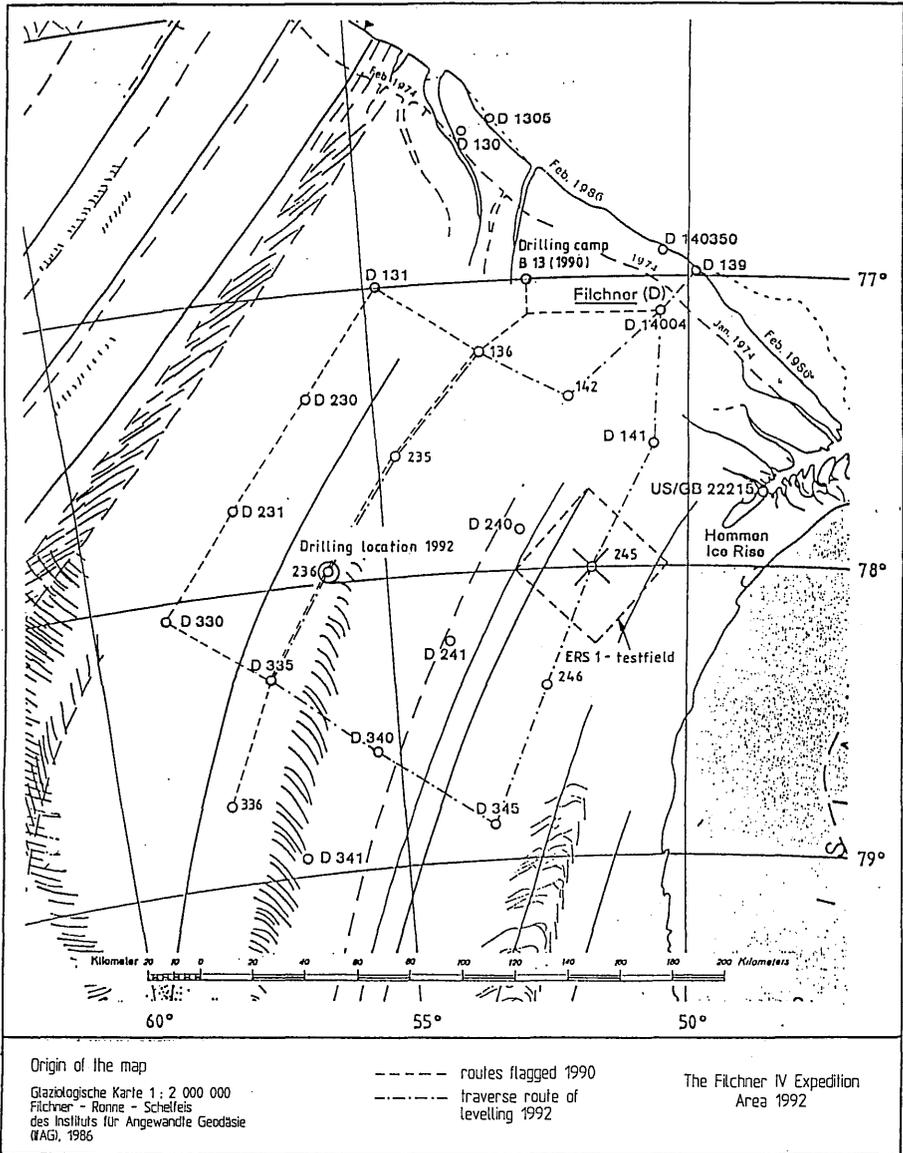


Fig: 3: Expedition area for the Filchner-IV campaign 1992

2.7.2 Hot-water drillings (AWI)

Close by the ice-core drilling location the ice shelf will be pierced by hot water drillings to get access to the ocean underneath. The water column is expected to be about 250 m thick and the sea bottom lies 700 m below the ice surface. For the drilling operations a system was constructed providing the amount of 2.7 m³/h of hot water. To reduce the fuel consumption for producing snow-melt water, the drilling water will be pumped back to the surface. To check the borehole dimensions caliper and dip measurements will be performed.

CTD-logs in the water column will be carried out via a borehole, and water samples will be collected for analysis of sea-salt concentration and isotope content (¹⁸O, ²H).

Thermistor strings coupled with conductivity cells in the water column provide a continuous record with data transmission via ARGOS system to Bremerhaven. Another thermistor string will record ice temperatures.

2.7.3 Ground based radio-echo soundings (AWI)

A major topic of the electromagnetic investigations (EMR) during the Filchner-IV campaign is the comparison of these logs with detectable dielectric inhomogeneities by means of ice-core studies (see 2.7.1). EMR-profiles on more than 500 km following a grid that covers an area of 20 x 20 km² around the drill site will produce a high resolution 3-D image of dielectrical inhomogeneities. Profile distance decreases systematically from 5 km down to 100 m when the grid concentrates on a point 4 km upstream the drill site. Electromagnetic disturbance by camp and equipment prevent grid concentration on the drill site itself. In addition this image will map topography and lateral variation in electromagnetic reflectivity of the interface between the basal layer of meteoric ice and the top layer of marine ice.

For the named and comparable future activities AWI developed a new EMR system. It emits 100 and 300 MHz linear-transversal signals and receives linear-longitudinal and transversal signals simultaneously (4 channels). Receiver dynamic and relation between sampling interval and time window is comparable to reflexionseismic instruments. A time window of 2 and 4 μs will be used for the investigations during Filchner-IV campaign.

2.7.4 Movement, strain and elevation of the ice shelf (IfV)

Motorized trigonometric levelling work along the marked route (fig. 3), with point distances of 1.25 km, form part of the geodetic field programm. In order to close the approx. 500 km levelling loop, not only should the height connection to sealevel be repeated, but also several sections which were levelled 1990, to enable any possible height deformations of the ice surface to be analysed. Several profiles, established in the ERS-1 test area, are to be observed using satellite techniques by the altimetry-group, and also by the terrestrial levelling method.

Observations with a single GPS-receiver at the deformation figures and the campsites support the absolute positioning of all levelled points by means of single point calculation. The taking of simultaneous GPS-observations of the traverse-group and of the reference station in the ERS-1-test area yields precise coordinate differences (ΔB , ΔL , Δh , ellipsoidal) and, after repeated measurements, the determination of the velocity field on the ice surface.

Terrestrial measurements of the 1990 established and observed deformation figures 136, 235, 236 and 336 are projected and, if the time schedule permits further terrestrial work, new figures shall be installed and observed at 142, 246 and 245. Repeated terrestrial measurements form the basis for reliable determination of the strain behavior of the ice.

During the Filchner-IIIa campaign in 1989/90, appr. 50 km west of Filchner Station, next to the drilling site of core B13 (fig. 3) temperature strings were installed in the ice shelf. One of these is ending freely in the ocean below. At the end of the 1989/90 field season the temperature strings have been observed the last time. They should be read once more and be connected to a data logger throughout the Filchner IV field season.

2.7.5 A Height Reference Base for ERS-1 Altimetry on the Filchner-Ronne-Schelfeis (AWI, IEH)

A second goal of the Filchner IV campaign besides mass balance and dynamics is connected to the mission of the European research satellite ERS-1 and comprises ground truth measurements for the altimeter and SAR (synthetic aperture radar) of ERS-1. The investigations will be performed mainly within a test area around pont 245.

The ERS-1 (European Remote Sensing Satellite), launched in July 1991, can observe large parts of Antarctica up to 82° S. So it is possible to make precise elevation measurements by means of the ERS-1 altimeter over a much larger area than it was possible before.

The accuracy of the altimeter measurements should be proved by ground truth measurements within a height reference field on the Filchner-Ronne-Schelfeis 80 km south of Filchner station covered by two crossing satellite tracks. The size of this reference field will be 40 km by 40 km (Fig. 4).

The height reference field should be levelled with parallel profiles in distance of 1 km and some profiles across for control and adjustment. The profiles will be lain across the geomorphological formlines for an optimal determination of surface topography.

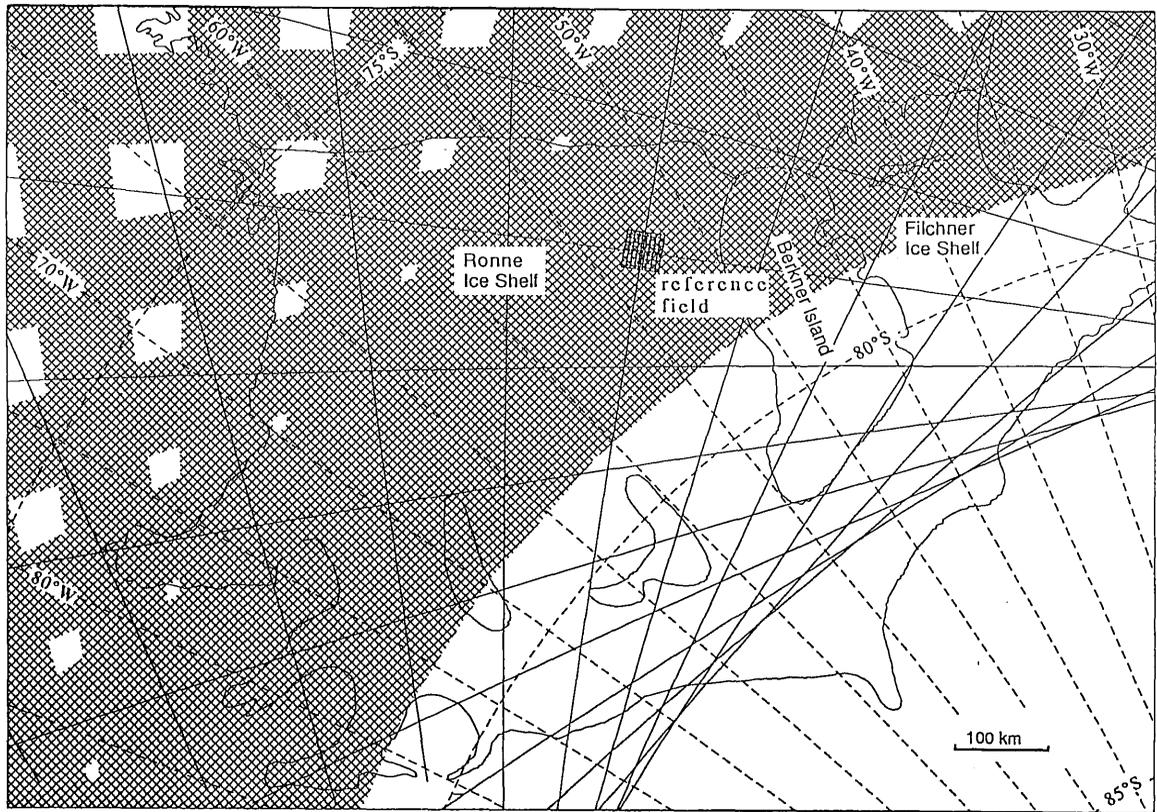


Fig. 4: Ice-Shelf Research with ERS-1, Filchner program 1992: SAR coverage, radaraltimeter subtracks after ESA / ESTEC, ERS-1, 3-day repeat orbit (43), - 128,2°)

The height and position measurement will be carried out by applied kinematic GPS in differential mode. Two ski-doo's with a sledge move in distance of 1 km on parallel profiles to prepared waypoints. GPS phase measurements will be registered continuously. On the way navigation will be supported by GPS navigation receivers TRANSPAK, which obtain the position with an accuracy of ± 100 m. In distances of 4 km points will be marked on every profile with a balise to give the possibility of repeated measurements at the end of the campagne and in the following years.

The determination of precise positions with kinematic GPS requires GPS measurements at the same time on a reference point in the center of the reference field at the base. Three GPS ASHTECH receivers with p-code and 12 channels will be used in this project. The p-code is necessary for kinematic GPS because of a very high noise in the GPS signals produced by the ionosphere in polar regions.

The computation of absolute coordinates of the reference point at the base will be done together with relative measurements to a reference point at the Argentine station Belgrano II. At this station built on solid rocks doppler-positioning were carried out in the austral summer 1983. At Belgrano II and at the base two GPS Texas Instruments TI 4100 receivers with p-code will be run connected to one antenna to observe the tracking of seven GPS satellites at the same time with these 4-channel receivers.

2.7.6 Passive and active radar reflectors (IfAG)

For antarctic areas stereo images are to be generated according to the interferometric method using SAR image signals of the ERS-1 satellite. From these images three-dimensional digital terrain models of high quality will be derived being important for further scientific work.

Ground-truth measurements are planned in preparation of the needed geometric and radiometric corrections of the radar image data. For this purpose radar reflectors (corner reflectors) have to be placed stationary over a long period within the research area arranged as geometrical figures which can be identified in radar imagery. Each figure consists of 5 x 2 single radar reflectors which are arranged in L-shape. One pair of reflectors covers an area of about 2 x 4 m² on the ground and has a height of 2 m. The main axes of the reflectors always have to be directed either towards the ascending or the descending arc of the orbit of the ERS-1 satellite. Altogether 20 reflectors will be positioned in two geometrical figures having a distance of 20 km from each other. Investigations on the properties of reflexion under different snow covering of the corner reflectors are planned.

Furthermore measurements will be carried out at different stations by means of two active reflectors (transponders), especially under variation of their heights. At each transponder station four passages of the satellite (3-days orbit) have to be registered.

An absolute positioning of all sites of the reflectors is needed, for the passive reflectors at least three times during the expedition period, and for the active transpon-

ders at the respective day of measurement. The observations will be completed by records of meteorological data, by physical investigations of the snow surface, and snow pit studies (in cooperation with 2.7.7).

2.7.7 Microwave signatures and physical properties of snow (IMGI, MSSL, AWI)

The measurements shall provide basic data on the interaction of microwaves with polar firm. This information is required for the development of analysis methods and for calibration of measurements of the AMI (Active Microwave Instruments) in SAR and Scatterometer Mode and of the Altimeter aboard ERS-1. It will be used as basis for improvement of theoretical models on microwave emission and reflection of snow.

Backscattering and emission in dependence of incidence angle and polarisation shall be measured at the frequencies 5.3 GHz and 10.3 GHz (corresponding to the frequency of ERS-1 AMI) and the intensity of backscattering in dependence of the snowlayering with a FMCW Scatterometer operating at 13.5 GHz (corresponding to the frequency of ERS-1 altimeter).

Complementary activities include measurements of surface roughness with a laser-profilometer, measurements of microwave transmission through the snowpack, investigation on snow structure (stereology), standard glaciological measurements, and the sampling of 10 m cores.

It is planned to carry out the investigations in the ERS-1 test field (fig. 3) and along a traverse, in order to study the spatial variability of the microwave properties of the firm.

2.7.8 Investigations of anionic trace compounds and speciation in environmental samples (ICHR)

The aim of these investigations is to get a more detailed picture on the natural circles of nitrate and iodine in polar regions. By the determination of the ratio of particulate nitrate / gaseous HNO_3 , and the speciation of the iodine additional informations on this subject should be obtained.

During the journey to the Filchner-Ronne Ice Shelf a size fractionated sampling of aerosol particles will be carried out by using a five-stage impactor. The pattern of the size distribution of the aerosol particle contents in the maritime Antarctic atmosphere might lead to new informations about the sources of iodine.

At the Filchner Station Antarctic air will be sucked through different filter systems. By the analyses of these samples new informations should be obtained about the ratio of particulate nitrate / gaseous HNO_3 and about inorganic iodine species. On the way back chemical treatment of the filters already will be done on board POLAR-STERN, whereas the final analyses will be carried out by isotope dilution mass spectrometry (IDMS) at the University of Regensburg.

Volatile organic iodine species of the Antarctic atmosphere will be collected by an adsorption material. These samples will be analysed by gas chromatography (GC) at the lab at home.

The nitrate, chloride and sulfate contents of hoar-frost and surface snow samples collected at the Filchner-Ronne Ice Shelf will be determined by ion chromatography (IC). The hoar-frost samples are of special interest, because during their formation an enrichment of atmospheric trace compounds occur .

2.8 Meteorology - Surface observations and Aerology (SWA)

The personnel of the ship's meteorological station - supported by other groups participating in the meteorological programme - conducts full three hourly WMO-observations. In addition, radiosondes with OMEGA-wind-finding will usually be launched at 00, 06, and 12 UTC, sometimes in higher sequence. It is scheduled to distribute at least the 12-UTC-TEMP, if possible, the 00-UTC-TEMP too, into the GTS every day.

2.9 Weatherforecasting (SWA)

The meteorologist of the ship's meteorological station issues short to medium range forecast about the weather- and sea ice situation. In addition to that he provides the helicopter crews with informations about the flight-weather conditions in the operating area.



