



Expeditionsprogramm Nr. 46



18. Nov. 1997

FS "Polarstern"
ANTARKTIS XV/1-2

Koordinator: Prof. Dr. W. Arntz

ANT XV/1 15.10.1997 - 07.11.1997 - Bremerhaven - Kapstadt
ANT XV/2 09.11.1997 - 11.01.1998 - Kapstadt - Kapstadt

Z 432

46
1997

Fahrleiter/Chief Scientist:
ANT XV/2 - Dr. Hans Werner Schenke

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
Bremerhaven, Oktober 1997

X 1834

Expeditionsprogramm Nr. 46

ANTARKTIS XV/1-2

FS "Polarstern"

ANT XV/1 15.10.1997 - 07.11.1997 - Bremerhaven - Kapstadt
ANT XV/2 09.11.1997 - 11.01.1998 - Kapstadt - Kapstadt

Fahrleiter/Chief Scientist:
ANT XIII/2 - Dr. Hans Werner Schenke

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
Bremerhaven, Oktober 1997

Inhaltsverzeichnis/ Contents - ANT XV/1

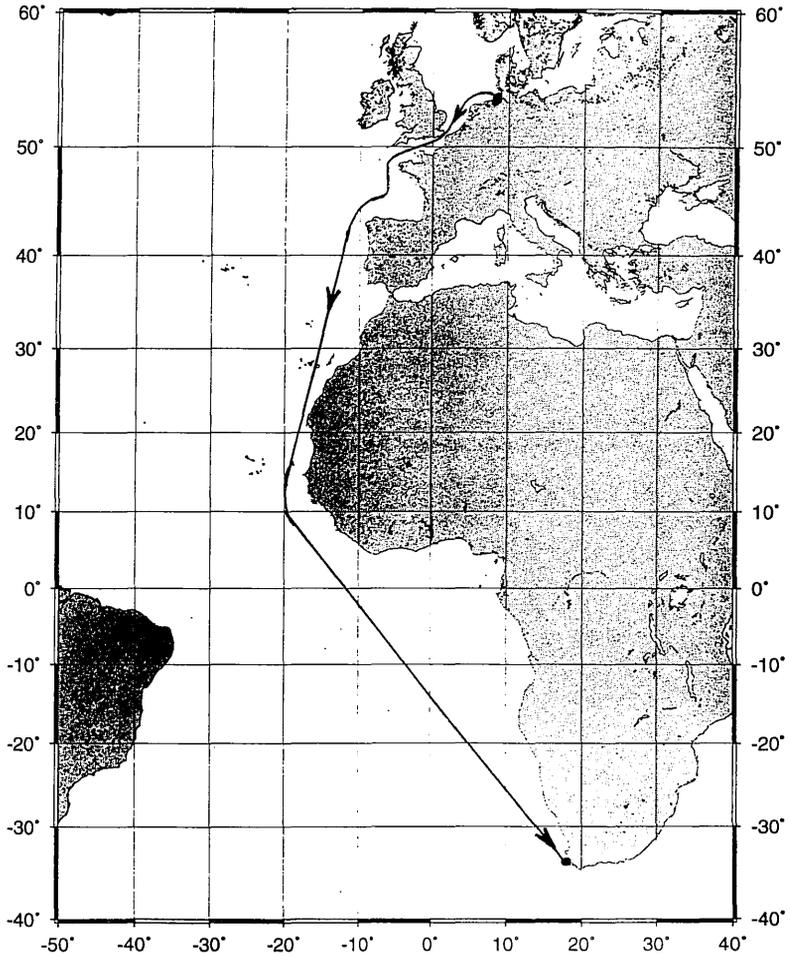
	<u>Seite/page</u>
Reiseroute/ Ship's track	
1. Zusammenfassung	4
2. Forschungsprogramme	5
2.1 Test und Kalibrierung des Atlas Hydrosweep DS II Multibeam Sonar und der Anschütz MINS Inertialplattform	6
2.2 Einsatz von Echtzeitdatenbanken zur Umweltdatenerfassung auf FS "Polarstern" und im Observatoriumsbetrieb	7
2.3 Austausch Ozean / Atmosphäre und interhemisphärische Verteilung des atmosphärischen Carbonylsulfids	7
2.4 UV-B-Dosimetrie und Personenschutz	8
2.5 Messung der UV-B-Bestrahlungsstärke auf der Überfahrt des FS "Polarstern" Bremerhaven - Kapstadt	9
2.6 Hochauflösende Messungen von organischen Spurenstoffen an starken physikalischen und biologischen Gradienten im Oberflächenwasser des Atlantiks	10
Beteiligte Institute/Participating Institutions	11
Fahrtteilnehmer /Participants	12
Schiffsbesatzung/Ship's Crew	13
<u>ENGLISH TEXT</u>	
1. Summary	14
2. Scientific programme	15
2.1 Calibration and testing of the STN Atlas Hydrosweep DS II Multibeam Sonar and the Anschütz MINS Inertial Platform.	15
2.2 Real-time databases for environmental monitoring on RV "Polarstern" and at the polar observatories	15
2.3 The marine source and interhemispheric gradient of atmospheric carbonyl sulfide	16
2.4 UV-B dosimetry at personal related level and protection	16
2.5 Measuring the specific UV-B intensity during FS "Polarstern" transit from Bremerhaven to Cape Town	17
2.6 High resolution measurements of trace organic compounds along strong physical and biological gradients in surface waters of the Atlantic	17

Inhaltsverzeichnis/ Contents - ANT XV/2

	<u>Seite/page</u>
Reiseroute/Ship's track	18
1. Zusammenfassung	19
2. Forschungsprogramme	21
2.1 Kollision und Rifting der Sandwich-Inseln und Shetland-Platte Stoffaustausch an Grundtypen kollidierender und divergierender Krustenteile im Scotia-Meer	21
2.2. Erfassung und Auswertung bathymetrischer Vermessungen mit dem Hydrosweep DS II Multibeam System	26
2.3. Sedimentechographie mit dem Parasound-System	29
2.4. Vorkommen und Schicksal organischer Spurenelemente in antarktischen Wassermassen	29
2.5. Untersuchungen möglicher Transportwege von Eisen in den antarktischen Zirkumpolarstrom	30
2.6. Untersuchungen von Diatomeen-Populationen	31
2.7. Flugunterstützte Programme in den Kottasbergen, Heimefrontfjella, Dronning Maud Land und bei Neumayer	32
2.8. UV-B-Dosimetrie und Personenschutz	34
2.9. Absolutgravimetrische Messungen auf O'Higgins und weiteren Stationen in der Antarktis	34
Beteiligte Institute/Participating Institutions	37
Fahrtteilnehmer/Participants	39
Schiffspersonal/Ship's crew	41
 <u>ENGLISH TEXT</u>	
1. Summary	42
2. Scientific programme	44
2.1. Collision and rifting of the Sandwich and Shetland Plates: Material exchange at typical collisional and divergent plate margins in the Scotia Sea	44
2.2. Bathymetry data collection and processing with the Hydrosweep DS II Multibeam system	49
2.3. Sediment echosounding with the Parasound system during ANT-XV/2	51
2.4. Occurrence and fate of trace organic compounds in Antarctic water masses.	51

	<u>Seite/page</u>
2.5. Investigation of possible transport routes of Fe into the Antarctic circumpolar current	52
2.6. Investigation of diatom populations	54
2.7. Presite survey EPICA-Dronning Maud Land 1996/97	54
2.8. UV-B dosimetry at personal related level and protection	56
2.9. Absolute gravity measurements at O`Higgins and at further stations in Antarctica	56
3. Annex: Abbildungen/Figures	58 - 64

Reiseroute/ Ship's track



ANTARKTIS XV/1
FS "Polarstern"

15.10. - 07.11.1997/ Bremerhaven - Kapstadt

1. Zusammenfassung

Der erste Fahrabschnitt der 15. Reise des FS "Polarstern" in die Antarktis wird zur Erprobung von wissenschaftlichen Geräten und zur Durchführung von atmosphärischen Messungen genutzt.

Die Reise wird am 15.10.1997 in Bremerhaven beginnen und am 07.11.1997 in Kapstadt enden. Die "Polarstern" wird auf dem kurzen Wege nach Kapstadt geführt, wo die Transferzeit ca. 21 Tage betragen wird. Es sind keine Stationen geplant, lediglich für die Erprobung des Hydrosweep wird eine vierstündige Station benötigt. Die wissenschaftlichen Programme werden bei voller Fahrt des Schiffes durchgeführt.

Das Fächerlot des "Polarstern"-Hydrosweep wird während der Wertzeit auf das neue System DS II erweitert. Hierfür wird das System zwischen Bremerhaven und den Kanarischen Inseln getestet und abgenommen. Ein Kalibriertest wird im Golf von Gascogne (Canyon de Noirmutier) durchgeführt. Die Testmannschaft (AWI, Reederei Martini und Atlas Elektronik) werden in Gran Canaria (Las Palmas) ausgeschifft.

Die Rechnergruppe des AWI wird während des gesamten Abschnitts ein neues Datenerfassungssystem erproben. Dieses System basiert auf einer Echtzeitdatenbank. Es wird geprüft, ob der Einsatz dieses Systems auf "Polarstern" zur Erneuerung der Datenerfassung (PODEV) möglich ist.

Die organische Meereschemie des AWI wird hochauflösende Messungen von organischen Spurenstoffen (Phyosterolen) im Oberflächenwasser des Atlantiks vornehmen. Gleichzeitig werden die Geräte für den Einsatz auf ANT XV/2 erprobt.

Das meteorologische Institut der Universität Frankfurt wird gaschromatographische Messungen von OCS in Luft- und Seewasserproben entlang der Fahrtroute vornehmen.

Die UV-B-Gruppe des AWI wird während der Reise eine Meßkampagne durchführen, die die spektralen UV-B-Verteilungen in Abhängigkeit vom Breitengrad ermitteln soll. Hierfür werden kontinuierliche Spektralmessungen mit AWI-Spektrometer durchgeführt. Gleichzeitig werden Dosismessungen mit vom AWI entwickelten Personen-UV-B-Dosimetern (ELUV-14) stattfinden.

Diese Daten dienen zur Kalibrierung der Geräte, die auf der Neumayer-Station eingesetzt werden. Parallel zu UV-B-Messungen werden Ozonsondierungen der Atmosphäre zur Ermittlung des Ozon-Gehaltes durchgeführt.

2. Forschungsprogramme

2.1 Test und Kalibrierung des Atlas Hydrosweep DS II Multibeam Sonar und der Anschütz MINS Inertialplattform (AWI/ Bathymetrie)

Während des Fahrtabschnittes ANT XV/1 wird das neu auf "Polarstern" installierte Atlas Hydrosweep DS II Multibeam Sonar System getestet und kalibriert, welches als Weiterentwicklung des derzeitigen Hydrosweep DS Systems ebenso mit einer zusätzlichen Side Scan Sonar-Option ausgestattet ist. Als externer Sensor für die Stampf- und Rollkorrektur wird zusätzlich die neu installierte Inertial-LASER-Plattform MINS der Firma Anschütz in die Untersuchungen während der Fahrt von Bremerhaven nach Gran Canaria (Spanien) mit einbezogen. Es wird sowohl an der Soft- als auch an der Hardware ein Dauertest vorgenommen. Im Golf von Biskaya ist dann eine spezifische Prüfung der Hardware und ein Programm zur Kalibrierung der Systeme vorgesehen. Neben der Suche von möglichen Fehlern und Verbesserungsvorschlägen an der Software hat die Untersuchung den Zweck, Probleme mit der Hardware aufzudecken und die Gesamtleistung der neu installierten Systeme zu bewerten.

Hydrosweep DS II

Die durchzuführenden Untersuchungen an Hydrosweep DS II dienen der Bestimmung von Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Systems in unterschiedlichen bathymetrischen und akustischen Umgebungen. Ziel sind umfassende Tests in unterschiedlichen Umgebungen, so daß die Faktoren getrennt werden können, die Veränderungen in der Leistung des Systems verursachen oder beeinflussen.

Akustische Schwankungen von signifikanter Auswirkung auf ein Multibeam Sonar System können durch unterschiedliche Faktoren ausgelöst werden. Dazu zählen im Übertragungsmedium (d.h. in der Wassersäule), bei dem reflektierenden Medium (d.h. auf dem Meeresboden), und durch Eigen- sowie Schiffsgeräusche (z.B. durch Maschinen oder durch Wechselwirkung zwischen Schiff und Wellengang erzeugte Geräusche) verursachte Schwankungen.

Ein weiterer Faktor liegt in der Fähigkeit des Systems, unterschiedliche Arten morphologischer Strukturen des Meeresbodens aufzeichnen zu können, wie beispielsweise den Tiefseeboden, die verschiedenen Übergangsformen vom Tiefseeboden zum Kontinentalhang und den Kontinentalhang selbst. Letzterer wird auf unterschiedliche Weise dargestellt, abhängig ob der Hang von Trogen durchzogen ist oder nicht.

Programm:

- Überfahrt von Bremerhaven zum Canyon de Noirmoutier im Golf von Gascogne: Test der allgemeinen Wirkungsweise im Flachwasser sowie der Software.
- Golf von Gascogne: Datenerfassung parallel und senkrecht zum stark strukturierten Kontinentalhang in der Nähe des Canyon de Noirmoutier. Erneutes Ansteuern des vorhergehenden Testgebietes im Golf von Gascogne. Patchtest in der Nähe von Canyon de Gascogne, wenn Zeit vorhanden.
- Überfahrt vom Golf von Gascogne nach Gran Canaria: Test der allgemeinen Wirkungsweise im Tiefenwasser und Auswertung der erzielten Ergebnisse.

2.2 Einsatz von Echtzeitdatenbanken zur Umweltdatenerfassung auf FS "Polarstern" und im Observatoriumsbetrieb (AWI/Rechenzentrum)

Die automatische Datenerfassung erfolgt im Observatoriumsbetrieb auf "Polarstern" und den Polarstationen im allgemeinen über Sensoren, die über Analog-Digital-Wandler und Datalogger an Rechner (PC, Mac, Sun) angeschlossen sind. Die Informationen werden dabei in sequentiellen Dateien auf lokalen Platten abgelegt und zur Kontrolle der Eingangswerte über lokale Netzwerke verteilt. Während im Datenerfassungsbereich durch den Einsatz von kommerziell verfügbaren, hoch integrierten Datenloggern eine hohe Leistungsfähigkeit erreicht wird, ist ein Großteil der Datenverwaltungssoftware von Wissenschaftlern - oft auf zeitlich befristeten Verträgen - oder externen Anbietern speziell für diese Einsätze programmiert worden. Daraus resultiert ein hoher personeller und finanzieller Betreuungsaufwand im langfristigen Einsatz, da die Software sich den wandelnden Anforderungen von Seiten der Nutzer und den Neuentwicklungen im informationstechnischen Bereich anpassen muß.

Eine weitergehende Automatisierung der Observatorien verbunden mit einem verringerten Betreuungsaufwand kann durch den Einsatz kommerzieller, konfigurierbarer Datenverwaltungssoftware für die Meßdatenerfassung (Realtime- oder Echtzeit-Datenbankmanagementsysteme) erreicht werden.

Vorteile dieses Einsatzes sind:

- der erheblich verringerte Programmieraufwand, da die Software in weiten Bereichen nicht mehr erstellt, sondern nur noch konfiguriert werden muß,
- die größere Sicherheit, da bei einer Störung alle Daten bis zum letzten vollständig übermittelten Meßwert konsistent erhalten bleiben,
- die bessere Verfügbarkeit, da Daten, die in eine Echtzeitdatenbank geschrieben werden, sofort nach dem Eintrag sichtbar sind,
- die bessere Qualitätskontrolle der Experimente, da die Datenbankserver (Client/Server Mode) über die Kommunikation auf Netzwerken mit beschränkter Bandbreite, wie etwa der Modem-Verbindung zur Neumayer Station, gesteuert und konfiguriert werden können und
- die bessere Weiterbearbeitung im AWI, da die Meßdaten bereits im Datenbankformat vorliegen, und eine Konvertierung in das hauseigene Datenbank Format (SYBASE) schnell und einfach möglich ist.

Die Sicherheit bei der Datenerfassung, die Qualität der aufgezeichneten Daten und die spätere Verfügbarkeit wird also durch den Einsatz solcher Systeme erheblich verbessert.

Auf der Fahrt ANT XV/1 von FS "Polarstern" soll getestet werden, ob das System Echtzeitdatenbanksystem DAVIS als Nachfolgesystem des "Polarstern Datenerfassung und Verteilungssystems (PODEV)" eingesetzt werden kann. PODEV sitzt zur Zeit einem proprietären VMS-Filesystem auf, das mittelfristig im AWI nicht mehr verfügbar sein wird. Die Tests werden Zuverlässigkeit, Belastbarkeit, Wartbarkeit und Nutzungsfreundlichkeit umfassen. Bei positivem Testergebnis soll das System auch seinen Einsatz auf den Polarstationen finden.

2.3 Austausch Ozean / Atmosphäre und interhemisphärische Verteilung des atmosphärischen Carbonylsulfid (IMGF)

Carbonylsulfid (OCS) ist das bedeutendste Quellgas für das stratosphärische Background-Schwefelsäure-Aerosol. Ein drastisches Ungleichgewicht seiner bekannten Quell- und Senkenstärken für die Atmosphäre weist auf fundamentale Kenntnislücken im Budget dieses Spurengases hin. Die OCS-Emission der Ozeane sowie der Böden in die Atmosphäre sind die bedeutendsten natürlichen Quellen, eine anthropogene OCS-Emission von bis zu 35% der glo-

balen Quelle aus der Oxidation von industriellem CS_2 und aus Biomassenverbrennung wird postuliert. Die Assimilation von OCS durch terrestrische Vegetation wird als bedeutendste Senke angesehen.

Im Oberflächenwasser des Meeres bei der Photolyse gelöster, biogener Schwefelverbindungen produziert, weist OCS beträchtliche raumzeitliche Variabilitäten seines Übersättigungsverhältnis Ozean/Atmosphäre und der daraus resultierenden Quellstärken auf. Neuere Messungen zeigen auch die zeitweilige Existenz untersättigter Gebiete des offenen Ozeans im Winter, d.h. eine Aufnahme von OCS durch den Ozean. Unsere gaschromatographischen Messungen des OCS-Sättigungsverhältnis zwischen Ozean und Atmosphäre während des Fahrtabschnittes ANT-XV/1 sollen die Datenbasis für repräsentative OCS-Flussabschätzungen für die verschiedenen biogeographischen Regionen des Atlantik verbreitern. Das Meridionalprofil des atmosphärischen OCS von ANT-XV/1 soll zusammen mit jenen vergangener (ANT-VII/5 u. ANT-XI/5) und zukünftiger Fahrten (ANT-XV/5) auf die Existenz eines möglichen anthropogenen oder saisonalen Signals im atmosphärischen OCS untersucht werden. ANT-VII/5 (März/April) hatte in der Nordhemisphäre ca. 25% höhere OCS-Mischungsverhältnisse wie in der Südhemisphäre ergeben, ANT-XI/5 (Mai/Juni) eine weitgehende Gleichverteilung. Es ist unklar, ob der zeitweilige Konzentrationsüberschuß einer Hemisphäre Zeichen einer Schiefe der anthropogenen Quellenverteilung oder Teil eines durch die OCS-Assimilation der Landpflanzen verursachten saisonalen/meridionalen Signals ist. Quellen, Senken und gemessene OCS-Verteilungen werden mit einem globalen 2D-Boxmodell auf interne Konsistenz untersucht.

2.4 UV-B-Dosimetrie und Personenschutz (AWI/Logistik/ UV-B)

Bedingt durch den Ozonabbau in der Antarktis hat die solare UV-B-Strahlung drastisch zugenommen. Durch die hohe Streuung dieser Strahlung auf dem Eis bzw. Schnee (ca. 85%) ist die zu erwartende UV-B-Strahlenbelastung auf Mensch und Tier zu hoch. Um diese Belastung quantitativ ermitteln zu können, wird seit 1994 auf der Neumayer-Station ein Personen-Dosimetrie-Programm durchgeführt. Hierbei wird die UV-B-Dosis bei den Überwinterern und Expeditionsteilnehmern mit verschiedenen Dosimetern gemessen.

In der Saison 96/97 wurde die Neuentwicklung eines elektronischen UV-B-Dosimeters (ELUV14) getestet, kalibriert und erfolgreich eingesetzt. Diese Dosimeter haben eine relative Empfindlichkeit gegenüber der UV-B-Strahlung, die der menschlichen Haut ähnlich ist. Dadurch kann man die äquivalente biologische Wirkung der Strahlung auf die Haut direkt messen. Das Gerät ist zusätzlich mit Temperatur- und Helligkeitssensoren ausgestattet. Die Dosimeter werden von Personen getragen. Gleichzeitig wird die globale Dosis mit identischen Geräten durchgehend gemessen.

Bis dato konnten wir keine vollständige Datenserie während des antarktischen Südsommers gewinnen, wo die maximale Belastung an UV-B stattfindet. Da dieses Jahr die "Polarstern" bereits im November Neumayer anlaufen wird, bietet sich eine gute Gelegenheit, den UV-B-Datensatz zu vervollständigen.

Auf ANT XV/1 und während der Überfahrt von Kapstadt zur Neumayer-Station auf dem Abschnitt ANT XV/2 soll eine UV-B-Meßkampagne stattfinden. Hierbei soll die UV-B-Dosisverteilung in Abhängigkeit von den Breitengraden ermittelt werden. Diese Daten werden durch Einsatz des elektronischen Dosimeters ELUV-14 und gleichzeitig durch des AWI-UV-B-Spektrometers (Dr. Tüg) gewonnen. Diese Daten werden zur Ermittlung der maximalen UV-B-Dosis in Abhängigkeit von der Sonnenhöhe und zur Abschätzung des Risikofaktors für die UV-B-Belastung auf der Neumayer-Station benötigt.

Auf der Neumayer-Station wird das Meßprogramm auf dem Eis fortgesetzt. Dort werden die globale und reflektierte UV-B-Strahlung gemessen. Die Meßkampagne soll ca. Mitte November 97 beginnen und etwa Anfang März 98 enden. Hierbei werden alle Dosimeter Systeme zum

Einsatz kommen. Die personenbezogene Dosis wird vor Ort bestimmt und ausgewertet. Dadurch wird die Dosisverteilung während des Südsommers vollständig gewonnen.

Neben der Auswirkung der UV-B-Strahlung auf die Haut ist die Belastung des okularen Systems (Augen) trotz Schutzbrille nicht zu vernachlässigen. Mit Hilfe eines Kunstkopfes und einer automatischen Plattform wird die Augenbelastung auf der Neumayer-Station untersucht. Der Meßkopf ist mit speziellen UV-B-Sensoren bestückt und erlaubt, die UV-B-Dosis unter Verwendung von Schutzbrillen zu bestimmen. Die Plattform wird so gesteuert, daß die Bewegungen eines auf dem Eis arbeitenden Menschen simuliert werden. Der Kunstkopf ist gleichzeitig Träger für verschiedene Dosimeter, um den Vergleich der unterschiedlichen Systeme zu ermöglichen.

2.5 Messung der UVB-Bestrahlungsstärke auf der Überfahrt der FS "Polarstern" Bremerhaven - Kapstadt (AWI/UV-B)

UV-B-Messungen entlang eines meridionalen Schnittes von Island bis zur antarktischen Halbinsel (Jubany) sind bereits letztes Jahr auf den Fahrabschnitten ANT XIV/1 und XIV/2 mit Hilfe unseres UV-B-Spektrometers durchgeführt worden. Die bisherigen Auswertungen dieser Meßwerte zeigen insbesondere interessante Anomalien im Bereich der innertropischen Konvergenz-Zone, die genauer charakterisiert und interpretiert werden sollen. Die angewandte Meßmethode, bei der die einfallenden Photonen mit einer Multi-Kanal-Platte nachgewiesen werden, ermöglicht -im Gegensatz zu scannenden Spectrometern- die simultane Erfassung des gesamten UV-B-Bereichs von 280 nm bis 320 nm. Damit kann das Gesamt ozon aus dem Verhältnis zweier geeigneter Wellenlängenpaare nach dem Standard-Dobson Verfahren unabhängig von den Wetterbedingungen bestimmt werden. Desweiteren kann mit Hilfe von Modellrechnungen auf weitere atmosphärisch relevante Spurenstoffe (Aerosol, NO₂, CO₂, etc.) rückgeschlossen werden. Der im August dieses Jahres (04.08 - 14.08) vom Ozon-Forschungsprogramm des BMBF unterstützte nationale Meßgeräte-Vergleich (IC 97) am Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung in Garmisch-Partenkirchen zeigte für unsere Entwicklung hervorragende Meßergebnisse. Das Gerät erwies sich als für solche Messungen sehr gut geeignet.

Die Modellierung erfolgt auf der Grundlage einer numerischen Lösung der Strahlungstransfergleichung unter geeigneten vereinfachenden Näherungen. Dabei werden für den Strahlungstransfer durch die Atmosphäre relevante Parameter berücksichtigt, so daß die Rechnungen direkt mit den Messungen vergleichbare Bestrahlungsstärken liefern.

In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Prof. Schrems sind an einigen Punkten der Route Ozonsonden-Aufstiege geplant, die zusätzliche Informationen über die vertikale Verteilung des atmosphärischen Ozons liefern sollen. Diese Daten dienen sowohl zum Vergleich mit den Messungen als auch als wichtige Eingangsparameter für die Modellierung. Außerdem ist in Kooperation mit der Gruppe von Prof. Schrems die Bestimmung der optischen Weglänge der Strahlung beim Durchtritt durch die Atmosphäre mit Hilfe eines Photometers geplant.

Eine weiterer Anknüpfungspunkt ergibt sich mit den geplanten UV-B-Messungen von Herrn Dr. El Naggat mit ELUV-14 Dosimetern. Die Spektrometerdaten sollen pro Zeitintervall integriert und mit der gemessenen UVB-Dosis verglichen werden.

2.6 Hochauflösende Messungen von organischen Spurenstoffen an starken physikalischen und biologischen Gradienten im Oberflächenwasser des Atlantiks (AWI/ Organische Meereschemie)

Während bisheriger Überfahrten mit "Polarstern" wurden vorwiegend durchschnittliche Konzentrationen von Phytosterolen und anderen organischen Spurenstoffen in den Hauptströmungssystemen des Atlantiks gemessen. Dabei wurden überraschend homogene Verhältnisse in den verschiedenen ozeanischen Regionen festgestellt. Während ANT XV/1 werden einzelne Untersuchungsergebnisse aus Oberflächenwasser unter Beibehaltung bisher eingesetzter Methoden überprüft. Darüber hinaus sollen hochauflösende Messungen von Spurenstoffen beim Queren von starken physikalischen und biologischen Gradienten in ozeanischen Frontensystemen und nahe an Auftriebsgebieten durchgeführt werden. Zum ersten Mal wird dabei ein Feldmassenspektrometer auf "Polarstern" eingesetzt, um bereits während der Expedition Meßergebnisse zu erhalten und um zu versuchen, die Probennahmen an mögliche Spurenstoffgradienten interaktiv anzupassen. Die zu erzielenden Ergebnisse erlauben Vergleiche mit bereits durchgeführten kleinskaligen Untersuchungen im Weddellmeer und mit geplanten Messungen in den zirkumpolaren Fronten des Südatlantiks, insbesondere der Polarfrontzone.

Die Arbeiten auf ANT XV/1 dienen auch zur technischen Vorbereitung für ANT XV/2. Hierzu werden bei der Überfahrt Meßsysteme erprobt und konditioniert sowie Destillations- und Chromatographieeinheiten aufgebaut und in Betrieb gesetzt. Auch sollen während ANT XV/1 ausreichende Mengen hochreiner organischer Lösungsmittel für die nachfolgende Expedition erzeugt und ohne Zwischenlagerung für den Einsatz bereitgestellt werden.

Beteiligte Institute/Participating Institutions
ANT XV/1

Adresse
Address

Teilnehmer/Participants

Bundesrepublik Deutschland

AE	ATLAS-Elektronik Sebaldsbrücker Heerstr. 235 28305 Bremen	4
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Postfach 12 01 61 27515 Bremerhaven	12
DWD	Deutscher Wetterdienst Seewetteramt Postfach 301190 20304 Hamburg	1
IMGF	Institut für Meteorologie und Geophysik Universität Frankfurt Georg-Voigt-Str. 14, 60323 Frankfurt/M.	2

Fahrtteilnehmer /Participants**ANT XV/1**

Name	Institut	Nationalität
Alfke, Rolf	AE	D
Batell, Dr. Ulrich	IMGF	D
Braun, Michael	AE	D
Dijkstra, Semme	AWI/Bathymetrie	NL
Dittmer, Martin	AE	D
Drebing, Wolfgang	AWI/Meereschemie	D
El Naggar, Dr. Saad (Chief Scientist)	AWI/Logistik-UV-B	D
Gerchow, Peter	AWI/Rechenzentrum	D
Groß, Dr. Christian	AWI/UV-B	D
Hanke, Thomas	AE	D
Klindt, Holger	AE	D
Krause, Dr. Reinhard	AWI/Logistik	D
Lütticke, Ulrich	AE	D
Niederjasper, Fred	AWI/Bathymetrie	D
Reinke, Dr. Manfred	AWI/Rechenzentrum	D
Schenke, Dr. Hans Werner	AWI/Bathymetrie	D
Seiler, Thomas	AWI/UV-B	D
Seliger, Hans-Werner	AE	D
Sonnabend, Hartmut	DWD	D
Weber, Dr. Kurt	AWI/Meereschemie	D
Xu, Ciaobin	IMGF	CHN

Schiffsbesatzung/Ship's Crew**ANT XV/1**

Kapitän	Pahl, Uwe
1. Offiz.	Schwarze, Stefan
Ltd. Ingenieur	Schulz, Volker
Naut. Offiz.	Block, Michael
Naut. Offiz.	Grundmann, Uwe
2. Offiz.	NN
Arzt	Baehr, Martin
Funkoffiz.	Hecht, Andreas
2. Ing.	Delff, Wolfgang
2. Ing.	Folta, Henryk
2. Ing.	Simon, Wolfgang
Elektroniker	Piskorzynski, Andreas
Elektroniker	Frob, Martin
Elektroniker	Dimmler, Werner
Elektroniker	Pabst, Helmar
Elektriker	Holtz, Hartmut
Bootsmann	Loidl, Reiner
Zimmermann	Neisner, Winfried
Matrose	Moser, Siegfried
Matrose	Bäcker, Andreas
Matrose	Hagemann, Manfred
Matrose	Schmidt, Uwe
Matrose	Bindernagel, Knuth
Matrose	Winkler, Michael
Lagerhalter	Beth, Detlef
Maschinenwart	Arias Iglesias, Enr.
Maschinenwart	Giermann, Frank
Maschinenwart	Fritz, Günter
Maschinenwart	Krösche, Eckard
Maschinenwart	Dinse, Horst
Koch	Silinski, Frank
Kochsmaat	Tupy, Mario
Kochsmaat	Hünecke, Heino
1. Stewardess	Dinse, Petra
Stewardess/Krankenschw.	Lehmbecker, Claudia
Stewardess	Klemet, Regine
Stewardess	Schmidt, Maria
Stewardess	Silinski, Carmen
2. Steward	Huang, Wu Mei
2. Steward	Wu, Chi Lung
Wäscher	Yu, Kwok Yuen
Reederei Martini	Wagner, E.
Reederei Martini	Manthei, Wolfgang
Reederei Martini	Lembk, Udo
Reederei Martini	Muhle, Helmut

ANTARKTIS XV/1
FS "Polarstern"
15.10. - 07.11.1997/ Bremerhaven - Kapstadt

1. Summary

The first leg of the 15th Antarctic cruise of RV "Polarstern" will start in Bremerhaven on 15.10.1997 and will be completed in Cape Town on 7.11.1997 (Fig. 1). During this cruise different scientific instrumentations will be tested and an atmospheric marine programme will be carried out.

The multibeam system "Atlas Elektronik Hydrosweep" will be upgraded in Bremerhaven to DS II. This system will be tested between Bremerhaven and the Canarian Islands. A calibration procedure will be carried out in the Gulf of Gascogne (Canyon de Noirmoutier), since the former calibration of the old system had been performed in the same area. The testing crew will disembark in Gran Canaria (Las Palmas).

The computer center of AWI will test a new data acquisition system during this leg. This system is a real data bank and will be tested to replace the actual data acquisition system of RV "Polarstern" (PODEV).

The AWI marine organic chemistry group will measure the distributions of phytosterols along strong physical and biological gradients in surface waters of the Atlantic. They will test the instruments scheduled to be employed for measurements during ANT XV/2.

The Meteorological Institute of the University of Frankfurt will carry out a chromatographical measurement of OCS tracer in water and air samples.

The UV-B group of AWI will measure the UV-B distributions (spectral and doses measurements) as a function of latitude. The AWI spectrometer and the AWI UV-B personal dosimeter (ELUV-14) will be used. Calibration of instruments will also be done. In addition, ozone profile sounding will be carried out for comparison with the UV-B measurements.

2. Scientific programme

2.1 Calibration and Testing of the STN Atlas Hydrosweep DS II Multibeam Sonar and the Anschütz MINS Inertial Platform. (AWI/Bathymetrie)

During cruise ANT XV/1 the newly installed Atlas Hydrosweep DS II multibeam sonar system (upgrade from the current Hydrosweep DS system) with side scan sonar extension and the Anschütz MINS inertial platform will be tested and calibrated, respectively. The programme will be executed during the transit from Bremerhaven to Gran Canaria, Spain. Both software and hardware will be tested continually, although a specific hardware testing and calibration programme is planned in the Gulf of Biscay. The test will have the purpose to reveal software bugs, find possible areas in which improvements can be made in software, identify hardware problems and evaluate the overall performance of the new systems installed.

Hydrosweep DS II

The tests to be performed on the Hydrosweep DS II system are aimed at determining the accuracy and robustness of data observed in various bathymetric and acoustic environments. It is therefore desired that the system is tested in a wide range of environments in which factors affecting the changes in performance of the system can be isolated.

Acoustic variations of significance to the operation of a multibeam sonar system are comprised of variations in the transmission medium (i.e. the water column), variations in the reflecting medium (i.e. the seafloor) and variations in self-noise (e.g. engine noise and noise created by ship wave interaction).

The test will include mapping of major seafloor morphology features such as an abyssal plain, the transitions of an abyssal plain to a continental slope under various aspects and a continental slope. Continental slopes will be mapped under different aspects at both locations where the slope is cut by troughs as well as at locations where this is not the case.

Programme:

- Transit from Bremerhaven to the Canyon de Noirmoutier in the Golfe de Gascogne:
Testing of general operation characteristics in shallow water and of software.
- Golfe de Gascogne: Roll/ pitch bias tests.
Collection of data along and across the strongly corrugated continental slope near the Canyon de Noirmoutier.
Revision of previous test site in the Golfe de Gascogne
Patch test near Canyon de Lage, time permitting
- Transit from the Golfe de Gascogne to Gran Canaria:
Testing of general operation characteristics in deep water and evaluation of results obtained.

2.2 Real-time databases for environmental monitoring on RV "Polarstern" and at the polar observatories (AWI/Rechenzentrum)

Automatic data acquisition on the RV "Polarstern" and at the polar stations Neumayer and Koldevey is carried out by sensors connected to data loggers which are driven by PCs or workstations. Actual data are mostly saved in sequential files on hard disks. Control information is often distributed in real time mode on local networks.

While data acquisition hardware and data loggers are highly integrated tools, the archiving software is mostly written by scientists in C or FORTRAN with changing formats and little documentation. The long-term maintenance of these programmes and data is expensive due to changing requirements of scientific users and the rapid development in information technology.

Real-time data management systems (RTDBMS) are 'commercial systems of the shelf (COTS)' fulfilling most of the requirements of complex data acquisition. Advantages of the operation of RTDBMS are:

- less programming efforts, because the software has only to be configured for specific problems;
- more security due to transaction processing;
- better quality control through on-line viewing capabilities;
- easier processing in the laboratories due to comfortable data conversion into a relational database management system.

On ANT XV/1 we will test whether the DAVIS system could be a follow-up system of PO-DEV ("Polarstern Datenerfassung und Verteilungssystem (PODEV)"). PODEV has been programmed as a special application for environmental and nautical monitoring on board. It is running on VAX-VMS, which will not be supported either on board or in the institute in the near future. Tests will include reliability, maintainability and user friendliness. In case of positive results the system will also be used at the polar stations.

2.3 The marine source and interhemispheric gradient of atmospheric carbonyl sulfide (IMGF)

Carbonyl sulfide (OCS) is the major source gas of background stratospheric sulfuric acid aerosol. Sources and sinks of atmospheric carbonyl sulfide are not balanced, due to our lack of knowledge. Emission from seawater and soils are major natural sources of OCS to the atmosphere, while an anthropogenic contribution of up to 35% of the global source, originating from oxidation of industrial CS₂ and from biomass burning, has been postulated. The dominant sink of atmospheric OCS is assimilation by terrestrial plants.

In seawater, OCS is produced photochemically from dissolved biogenic sulfur compounds. Coastal and shelf areas are major source areas, while recent data suggest, that the wintertime open ocean may be a sink. During the leg ANT-XV/1 we will sample the ocean and atmosphere and analyze for OCS and CS₂ by gas chromatography, to broaden our data base on the saturation ratio and flux of OCS in different biogeographical regions of the Atlantic. The meridional gradient of atmospheric OCS from ANT-XV/1 and from previous cruises will be analysed with a global 2D-box model for a possible seasonal/meridional signal induced by the terrestrial sink and a possible anthropogenic signal, which might be caused by the distribution of anthropogenic sources between the hemispheres.

2.4 UV-B-dosimetry at personal related level and protection (AWI / Logistics Department; UV-B)

Due to the ozone depletion in Antarctica during the last 14 years, increased UV-B-solar radiation was observed. Since 1994 a personal dosimetry programme has been started at Neumayer-Station to quantify the impacts of the UV-B radiation on human beings in Antarctica. This programme includes the use of a polysulphone dosimeter and an electronical dosimeter (ELUV-14). The ELUV-14 was specially developed for this purpose.

During cruise ANT XV/1 + 2 of RV "Polarstern" and at Neumayer-Station the global UV-B doses and those at personal related level will be measured. On ANT XV/1 the UV-B doses distributions will be recorded as a function of latitudes. We expect to measure the maximal

available UV-B exposures at sea level. Those data are needed to calculate the risk factor of UV-B exposure on the ice shelf.

Calibration of the ELUV-14 dosimeters will be done by using the measured spectral UV-B radiations during the cruise. The AWI-UV-B Spectrometer will be used.

2.5 Measuring the specific UV-B intensity during FS "Polarstern" transit from Bremerhaven to Cape Town (AWI/UV-B)

UV-B measurements along a meridional cut from Iceland to the Antarctic Peninsula (Jubany) have been done using our UV-B spectrometer during the last year (ANT XIV/1 and XIV/2). The preliminary results show in particular interesting anomalies in the area of the ITC which need to be characterised and interpreted in depth. Since our spectrometer counts photons of different energy with a multi channel plate, it is possible to get the whole UV-B spectrum between 280 nm and 320 nm simultaneously. This is not possible with a scanning system. From these spectra one can calculate the total ozone column via Standard-Dobson method independently of clouds. Additionally one can estimate the atmospheric relevant trace gases using model calculations; for example: Aerosol, NO₂, CO₂, etc. In August 1997 our instrument participated in the spectrometer intercomparison IC97 at the Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung in Garmisch-Partenkirchen, which was organized by the Ozon-Forschungs-Programm of the BMBF. As a result our instrument should be very suitable for measurements of this type.

Model calculations are based on a numerical solution of the radiation transfer equation assuming suitable simplifications. Taking real atmospheric parameters into account, measurements and calculations are comparable.

In collaboration with the group of Prof. Schrems we plan to launch an ozone probe at some points of the route for further information about the vertical distribution of atmospheric ozone. We will use these data on the one hand in comparison with the experimental results, and on the other hand as additional input parameters to the model. Additionally we plan in cooperation with the group of Prof. Schrems to measure the optical path of the radiation through the atmosphere with a photometer.

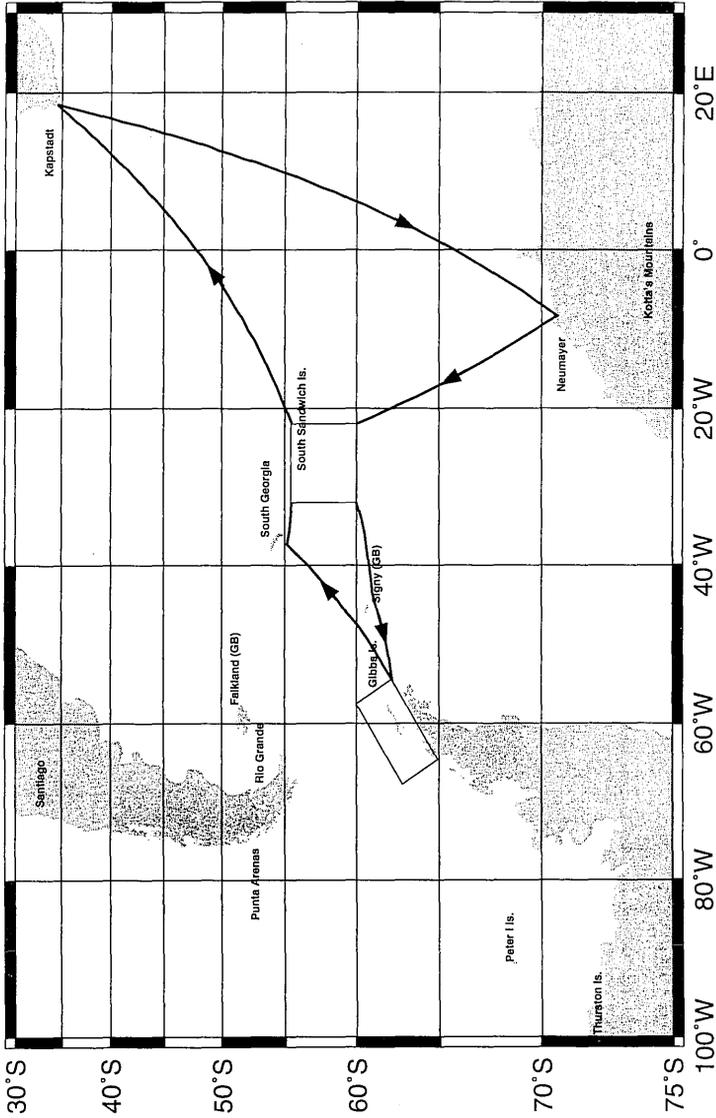
Another point of cooperation are the UV-B measurements of Dr. El Nagggar using an ELUV-14 dosimeter. We plan to integrate our resolved spectral data for each time period, and to compare our results with the dosimeter data.

2.6 High resolution measurements of trace organic compounds along strong physical and biological gradients in surface waters of the Atlantic (AWI/ Marine Organic Chemistry)

During past transects onboard of "Polarstern" large-scale distributions of phytosterols and other trace organic compounds were detected from average sampling within the main current systems of the Atlantic. Surprisingly homogenous results were obtained in different ocean areas. During ANT XV/1 some specified investigations in surface waters will be revised. Additionally high-resolution measurements will be conducted when crossing strong physical and biological gradients in ocean frontal systems and near upwelling areas. For the first time a mass spectrometer will be used in the field in order to get results on trace organic distributions during the expedition and to adjust sampling to measured gradients. Data will be taken for comparisons with small-scale measurements performed in the Weddell Sea and designed in circumpolar fronts of the South Atlantic, in particular within the polar frontal zone.

Some work during expedition ANT XV/1 will also be carried out to prepare connecting ANT XV/2. Distillation apparatus, gas and liquid chromatographic systems and other analytical equipment will be checked and put into action. Highly purified organic solvents will be prepared for use without extensive storage during usual shipment.

Abb. 1 Reiseroute
Fig. 1 Ship's track



ANT XVI/2 Polarstern Planned Track

ANT XV/2
FS "Polarstern"

9. Dezember - 11. Januar 1997 - Kapstadt - Kapstadt

Fahrtleiter:
Dr. Hans Werner Schenke

1. Zusammenfassung

Zum zweiten Fahrtabschnitt wird "Polarstern" am 9. November 1997 von Kapstadt auslaufen und zunächst zur Neumayer Station fahren. Im Mittelpunkt der Expedition ANT XV/2 stehen marin-geowissenschaftliche Untersuchungen im Gebiet des South Sandwich Arc und der South Shetland Inseln. Neben den wissenschaftlichen Aufgaben sind während dieses Fahrtabschnittes auch Arbeiten für die logistische Versorgung der Neumayer Station und für das European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA) zu erledigen.

Während der Anreise werden die geplanten Bohrlokationen des Ocean Drilling Program (ODP) Leg 177 (Dez. 97 - Feb. 98) der "Joides Resolution" angefahren. An den Bohrpunkten werden Sediment-echolotdaten mit Parasound und Fächersonardaten mit dem Hydrosweep gemessen, die dem ODP zur Verfügung gestellt werden.

Die Neumayer Station wird am 17. November erreicht. Bei guten Eisverhältnissen erfolgt die Ausschiffung der Teilnehmer des EPICA-Programms und der Mitreisenden des British Antarctic Survey und die Entladung der Versorgungsgüter in der Atka Bucht. Bei ungünstigen Meereisverhältnissen erfolgen Treibstoffentladung und Personentransport mit Helikopterunterstützung. Zur Erkundung der Meereissituation stehen an Bord der "Polarstern" Satellitenbildempfangsanlagen zur Verfügung.

Das EPICA-Vorerkundungsprogramm im Dronning Maud Land beinhaltet umfangreiche Arbeiten mit Unterstützung der zwei Polarflugzeuge des AWI. Eine Überlandtraverse führt in die Kottasberge, in deren Nähe ein Basislager eingerichtet wird, das als Ausgangspunkt für Flüge mit der "Polar 2" u.a. für Eisdickenmessungen und für Transporte des Bohrteams mit der "Polar 4" zu Eisbohrlokationen auf dem Amundsenisen dient. Zusätzlich werden GPS-Referenzmessungen auf einem geodätischen Festpunkt und glaziologische Arbeiten durchgeführt. Im Rahmen des Programms East Antarctic Margin Aeromagnetic and Gravity Experiment (EMAG) werden aeromagnetische und -gravimetrische Vermessungen mit der "Polar 2" durchgeführt.

Der Aufenthalt der "Polarstern" vor der Neumayer-Station wird etwa zwei Tage dauern. Die anschließende Transit-Strecke von der Neumayer Station zum South Sandwich Graben beträgt ca. 900 Seemeilen und kann in knapp vier Tagen zurückgelegt werden. In diesem Gebiet werden Übersichtsvermessungen mit dem Hydrosweep und Parasound durchgeführt. Der weitere Verlauf der Reise führt in die Bransfield Strait, die mit Hilfe vorhandener Daten auf aktiven Hydrothermalismus untersucht werden soll. Im Anschluß werden nordwestlich der South Shetland Inseln meeresgeologische Untersuchungen durchgeführt. Südlich des Powell Basin soll ein hydrographisches Profil aufgenommen werden.

Das marin-geowissenschaftliche Programm konzentriert sich auf interdisziplinäre Untersuchungen zum Stoffaustausch, zur Fluidzirkulation sowie zur Genese und Entwicklung aktiver Plattengrenzen im Scotia Meer. Mehrere Arbeitsgruppen der marinen Umweltgeologie, Petrologie und Geochemie aus verschiedenen Instituten werden Untersuchungen zu den vorgenannten Themenkomplexen am Meeresboden, in der Wassersäule und an Land durchführen. Arbeitsgrundlagen bilden vorhandene Daten sowie Neuvermessungen mit Hydrosweep und Parasound. Im Gebiet östlich der South Sandwich Inseln werden hierfür Übersichtsvermessungen zur weiträumigen Erfassung des Meeresbodens und der Sedimentverteilungen durchgeführt.

Im Scotia Meer sind zwischen der südamerikanischen und der antarktischen Platte mehrere kleinere Lithosphärenplatten ausgebildet, an deren Rändern aktive Lithosphärenumarbeitung stattfindet. Hier sollen Stoffaustauschprozesse, die sowohl an divergierenden Plattenrändern mit aktiven Vulkanismus und Hydrothermalismus (Sandwich und Bransfield Rift) als auch an konvergierenden Plattenrändern

mit Subduktion der Lithosphärenplatten und dadurch bedingte Auspressung kalter Fluids (cold-seeps, -vents) untersucht werden (Shetland und Sandwich Arcs).

Im Verlauf dieser Untersuchungen wird der Meeresboden an zuvor bathymetrisch und flachseismisch kartierten Gebieten entlang ausgewählter Profile mit dem TV-Schlitten (OFOS) nach Manifestation von heißen oder kalten aktiven Fluidaustrittsstellen abgesucht und selektiv mit dem TV-Greifer beprobt. Unterstützt wird die Lokalisierung dieser zum Teil nur wenige Quadratmeter großen Stellen durch CTD Messungen und Methananalysen an Wassersäulenproben.

Umfangreiche Analysen besonders der Porenwasserchemie (Nährstoffe, Si, H₂O, O₂, pH) und die lithologisch/geologischen Beschreibungen der Sedimente und Gesteine werden an Bord der "Polarstern" durchgeführt.

Als wichtige Ergänzung zu den marin-geologischen Arbeiten soll eine Beprobung der vulkanischen Gesteine auf den South Sandwich Inseln durchgeführt werden.

Während der gesamten Expedition werden seegravimetrische, sedimentechographische und bathymetrische Vermessungen durchgeführt. Zur Verdichtung der Informationen über die geologischen Strukturen im südlichen Ozean werden die Profile auf den Transitstrecken durch unvermessene Gebiete gelegt. Die Bathymetrie wirkt im marin-geologischen Programm bei der Vermessung der Abgrenzungen tektonischer Einheiten in den Kollisions- und Spreizungsbereichen an den Plattengrenzen mit. Vermessungen mit hoher Auflösung sind in den Einsatzgebieten des OFOS vorgesehen. Die 1995 während der GAP Expedition mit der "Akademik Boris Petrov" begonnenen Fächersonarvermessungen zwischen der South Sandwich Bruchzone und dem South Orkney Rücken sollen erweitert werden.

Das Programm der organischen Meereschemie befaßt sich mit Untersuchungen zur Verteilung und zur Entwicklung organischer Spurenstoffe in antarktischen Wassermassen. Im östlichen und nördlichen Weddellmeer, im Scotia Meer und in der Polarfront sollen die Konzentrationsgradienten von Biomarkern im Oberflächen- und Bodenwasser bestimmt werden. Hierzu werden Wasserproben mit 400 l Edelstahlschöpfern nahe am Meeresboden gewonnen und analysiert. In geologisch aktiven Zonen sollen Vorkommen und Verteilung thermogener organischer Verbindungen untersucht werden. Hierzu werden Oberflächensedimente in hydrothermalen Quellgebieten benötigt.

Im Rahmen des marin-geochemischen Programms sollen die Transportwege von Eisen im antarktischen Zirkumpolarstrom untersucht werden. Die notwendigen Wasserproben werden über einen vom Schiff seitlich geschleppten Fisch gewonnenen und zur Analyse direkt in den Reinraumcontainer gepumpt und analysiert.

Das meeresbiologische Arbeitsprogramm befaßt sich mit Untersuchungen zur Diatomeen-Population in der Polarfront und in der Bransfield Strait. Das durch Netzbeprobung gewonnene Lebendmaterial wird aufbereitet und bereits an Bord umfangreichen chemischen Analysen unterzogen.

Erstmalig werden im Gebiet der Antarktischen Halbinsel Absolutschweremessungen mit einem Freifallgravimeter des Typs AXIS FG5-101 durchgeführt. Es ist geplant beidseitig der Bransfield Strait auf der geodätischen Fundamentalstation O'Higgins und auf der argentinisch/deutschen Station Jubany/Dallmann und auf der South Sandwich Insel Candlemas Absolutmessungen durchzuführen. Diese Messungen sollen unter anderem dazu dienen, das in der Antarktis bisher nur durch Relativmessungen bestimmte Schwerpunktfeld durch Absolutmessungen zu verbessern.

Als Beitrag zum SCAR-Programm GIANT (Geodetic Infrastructure for Antarctica) werden für die internationale GPS Antarctic Campaign GAP 98 vom 20.1. bis 10.2.1998 auf den Stationen Signy, Candlemas und South Georgia in Kooperation mit dem British Antarctic Survey automatisch registrierende Seismometer und GPS-Stationen installiert. Die Einrichtung eines Druckpegels mit Höhenanschluß an die GPS-Station ist auf der Station Candlemas vorgesehen.

Die Expedition endet am 11. Januar 1998 in Kapstadt.

2. Forschungsprogramme

2.1. Kollision und Rifting der Süd-Sandwich- und Süd-Shetland Platte: Stoffaustausch an Grundtypen kollidierender und divergierender Krustenteile im Scotia-Meer (GEOMAR, GPI; AWI, OSU, BAS)

2.1.1 Projektüberblick

Eine für die plattentektonische Situation des Atlantiks ungewöhnliche Konfiguration sind die Süd-Sandwich- und die Süd-Shetland-Inselbögen. Während die von aktiver Plattenkonvergenz dominierten Kontinentalränder des Pazifik häufig durch die Ausbildung von großvolumigen akkretionären Sedimentkeilen charakterisiert sind, weist der überwiegend von passiven Kontinentalrändern umgebene Atlantik nur kleinräumige Subduktionszonen und entsprechend kleinere akkretionäre Sedimentanhäufungen auf. Die genannten Inselbögen sind zwei solche Konfigurationen, wobei es sich im ersten Fall um eine Kollision zweier ozeanischer Platten (Süd-Sandwich-Inselbogen) und im zweiten Fall (Süd-Shetland-Inselbogen) um eine Kollision ozeanischer mit kontinentaler Kruste handelt (Abb. 2.1.1). Die Stoffaustauschvorgänge in diesen beiden Konvergenzonen sollen das übergeordnete Untersuchungsziel des Vorhabens sein.

Eingeschaltet zwischen der südamerikanischen und antarktischen Platte wird im Bereich der Süd-Sandwich-Konvergenzzone die Scotia-Platte im Norden und Süden von Transformstörungen und im Osten durch eine Spreizungszone mit aktivem Back-arc Spreading begrenzt. Nach Osten hin wird durch das Back-arc Spreading die Süd-Sandwich Platte erzeugt. Nebeneinander sind hier auf engem Raum die aktiven Prozesse der Bildung und der Zerstörung ozeanischer Krustenteile zu studieren. Zwei junge ozeanische Krustenteile kollidieren hier, wobei biogenopal-dominiertes Sediment - das im Bereich der Polarfront und südlich davon seinen Ursprung hat - im Tiefseegraben subduziert wird. Z. Z. wird die Rückführung von Stoffanteilen aus subduzierten Gesteinen bzw. Sedimenten im Inselbogenvulkanismus intensiv bearbeitet. Die opalreichen Sedimente stellen in bezug auf die mögliche Zusammensetzung subduzierter Gesteine ein geochemisches Endglied dar. Diese stoffliche strukturelle Konfiguration weist die Süd-Sandwich-Konvergenzzone daher als ein Endglied der Konvergenzdomänen im globalen Plattengefüge aus.

Im Back-arc Bereich der Süd-Shetland-Konvergenzzone kommt es in der Bransfieldstraße zur Ausbildung einer Rift-Zone. Der Rift-Vorgang, im Gegensatz zum Rifting am Drake-Rücken, welches zur Zeit der magnetischen Anomalie 4 zum Stillstand kam und für die Kollision im Süd-Shetland-Graben verantwortlich ist bzw. war, ist noch heute aktiv. In zahlreichen früheren Untersuchungen wurden hydrothermale Aktivitäten, wie die Bildung hydrothermaler Kohlenwasserstoffe und der Eintrag von Mantelhelium (^3He), im Back-arc Becken belegt. Umfangreiche Untersuchungen der vulkanischen Laven und Pillowbasalte im off-ridge und on-ridge, Bereich der Bransfield-Straße lassen einen bis zu 2%-igen Anteil ehemals kontinentalen Materials bei der Magmenbildung vermuten.

Prinzipiell soll in beiden Gebieten während der Reise ANT-XV/2 speziellen Fragestellungen zum Stoffaustausch nachgegangen werden, deren gemeinsame Ziele sowie die geplanten wissenschaftlichen Ansätze und Methoden wie folgt zusammengefaßt werden können:

Hydrothermalismus und aktives Kollisionsventing

- Abbildung und Manifestationen von Fluid- und Gasaustritten im Bereich des Süd-Sandwich-Grabens, der Rift-Zone, sowie der Bransfield-Straße und des Süd-Shetland-Grabens durch Video-Erkundung mit einem TV-Schlitten und Beprobung von Präzipitaten mit einem TV-gesteuerten Greifer
- Regionale Ausdehnung möglicher hydrothermaler Plumes und Subduktionsvents in der Wassersäule durch CTD- und Tracer-Surveys (Methan, Helium, Mangan und entsprechende Isotopien) und deren Abbildung im Sediment

Petrologie, Geochemie

- Petrologische und geochemische Charakterisierung der Süd-Sandwich-Inselvulkane (Helikopter-Landbeprobung) und der Back-arc Vulkanite (schiffsgestützte Beprobung)

Sedimentologie

- Regionale Verteilung von Sedimenten auf der zum Tiefseeegraben hin abtauchenden subduzierten und der neugebildeten Kruste durch Parasound-Vermessung
- Klärung der Frage, ob ein Sediment-Akkretionskeil im Süd-Sandwich-Graben vorhanden und wie die Struktur des Outer-arc High im Fore-arc-Bereich beschaffen ist
- Fluidtransport im Sediment anhand von Porenwasserprofilen; Vergleich zwischen aktiven Cold-Vent-Feldern und Bereichen ohne Venting

Regionale Tektonik

- Abgrenzung der tektonischen Einheiten im Kollisions- und Spreizungsbereich der Untersuchungsgebiete durch Hydrosweep-Vermessung
- Koppelung zwischen tektonischen Ereignissen und hydrographischen Parametern durch paläozeanologische Indikatoren

Massenbilanzierung

- Abschätzung des prozentualen Anteiles an subduziertem Material der Südamerikanischen Platte an der chemischen Zusammensetzung der Süd-Sandwich-Inselbogen- und Back-arc-Vulkanite
- Abschätzung des Volumens und der Zusammensetzung der in den tieferen Mantel zurückgeführten Lithosphärenplatte
- Rekonstruktion des Stoffaustausches der Kruste mit der Atmosphäre und Hydrosphäre (z.B. CO₂, CH₄, H₂O)

2.1.2 Geologischer Überblick*Bransfield-Straße und Rifting*

Die Bransfield-Straße ist ein Randbecken zwischen den Südshetland-Inseln und der Spitze der Antarktischen Halbinsel, welches durch Rifting in einem kontinentalen vulkanischen Bogen gebildet wird. Die beobachteten Riftingprozesse in der Bransfield-Straße sind im Westen und Osten regional begrenzt durch die landwärtige Verlängerung der Hero-Bruchzone und der Shackleton-Transformstörung (Abb. 2.1.1). Durch diese beiden Störungen kann zwischen dem Rift und der Subduktionszone des Süd-Shetland-Grabens die Shetland-Mikroplatte abgegrenzt werden. Im Bereich des Süd-Shetland-Grabens wird ein Segment ozeanischer Kruste der antarktischen Platte subduziert, welche bis ca. vor 4 Mio Jahre als eigene Mikroplatte existierte und mit verschiedenen Namen wie Drake-Platte, Aluk-Platte oder besser als Phoenix-Platte bezeichnet wurde. Das Alter der subduzierten ehemaligen Phoenix-Platte nimmt von ca. 14 Mio Jahren im Bereich der Hero-Bruchzone von Südwesten nach Nordosten auf ca. 23 Mio zu. Obwohl keine seismische Aktivität entlang der Subduktion bekannt ist, kann das Abtauchen der Unterplatte mit einem Winkel von 25°Neigung refraktionsseismisch gut rekonstruiert werden. Es ist daher unklar, ob die Aseismizität damit erklärt werden kann, daß die Konvergenzbewegungen der Shetland-Mikroplatte und der Antarktischen Platte zur Zeit nur sehr gering sind, oder ob die Bewegungen ganz eingefroren sind.

Die Antarktische Halbinsel selbst ist das Produkt von Subduktionsprozessen der letzten 200 Mio Jahre, wobei die Mehrzahl der an Land aufgeschlossenen Gesteine mehreren Episoden von kontinentalem Arc-Vulkanismus älter als 20 Mio Jahre zugerechnet wird. Der heutige Vulkanismus der Bransfieldstraße begann etwa vor 300.000 Jahren, wobei der Chemismus der Gesteine sowohl Signaturen des mesozoisch-teritären arc-Vulkanismus zeigt als auch bereits Übergänge zwischen Arc-Vulkanismus und Back-Arc-Vulkanismus besitzt. Aufgrund des hohen Wärmeflusses, des aktiven Vulkanismus der Südshetland Inseln, der extensionalen Störungstektonik und der rekonstruierten Herdflächen von Erdbebenaktivitäten kann die Bransfield-Straße als ein durch Dehnungstektonik noch im Entstehungsprozeß sich befindendes Becken aufgefaßt werden.

Die Dehnungsprozesse des Bransfield-Rifts, welche rezente durch relativ flache Erdbeben gut belegt sind, begannen vor weniger als 4 Mio Jahre (möglicherweise weniger als 1.5 Mio Jahre) und entstanden in Folge des Erlöschens der Spreadingaktivitäten, welche am Rücken zwischen Antarktischer und Phoenix Platte existierten. Die Untersuchungen der Refraktionsseismik zeigen, daß die kontinentale Kruste im Bereich der Bransfieldstraße ausgedünnt ist und aus Krustenmaterial größerer Dichte besteht (Abb. 2.1.2). Ein ausgedehntes Probennetz an Wärmeflußmessungen in der Bransfield-Straße belegt die aktiven Riftingprozesse.

Süd-Sandwich-Platte

Die Südsandwich (Mikro-)Platte liegt im Bereich der Scotia-Sea im Südatlantik bei ca. 60° Süd und nahe 30° West. Im Norden und Osten wird sie von der Südamerikanischen Platte und im Süden von der Antarktischen Platte begrenzt (Abb.2.1.1). Die westliche Begrenzung der Süd-Sandwich-Platte stellt die Scotia-Platte dar. Die Süd-Sandwich-Platte wurde im Verlauf der jüngsten (<8 Millionen Jahre alten) Episode von mehreren seit 30 Millionen Jahren aufeinanderfolgenden "back-arc extensions" gebildet, in deren Folge sich submariner Spreizrücken-Vulkanismus entwickelte. Dieser Vulkanismus tritt entlang des Scotia Sea Rise auf (auch als South Sandwich Spreading Center bezeichnet), der den Westrand der Sandwich-Platte bildet. Die Scotia-Platte stellt den Westteil dieses durch "Back-arc-spreadings" entwickelten ozeanischen Krustenwachstums dar.

Der Ostrand der Sandwich-Platte ist Teil einer Konvergenzzone, in deren Verlauf die am Mittelatlantischen Rücken gebildete Südamerikanische Platte unter die Sandwich-Platte subduziert wird. Als Folge davon bildete sich ein Inselbogen heraus, die Süd-Sandwich-Inseln. Sie erstrecken sich über eine Distanz von ca. 350 km am Ostrand der Scotia Sea. Die unter den Inseln liegende ozeanische Kruste der Sandwich-Platte hat ein Alter von 8 Millionen Jahren. Der Inselbogen besteht aus 11 größeren Inseln sowie einer großen Zahl kleinerer Inseln (Abb. 2.1.3).

Die Sandwich-Platte bewegt sich mit bis zu 70 mm/Jahr nach Osten und überfährt die südamerikanische Lithosphärenplatte. Die Erstreckung der Benioffzone wurde seismisch bis in Tiefen von 180 km verfolgt. Die im Osten der Süd-Sandwich-Platte im Bereich der Grenze von Antarktischer und Südamerikanischer Platte auftretenden Transform-Störungen bewirken, daß im Südtteil der Süd-Sandwich-Konvergenzzone wesentlich jüngere ozeanische Kruste subduziert wird, als in der nördlichen Hälfte. Das Alter der subduzierten Platte variiert dabei sehr stark entlang des Inselbogens, von etwa 20 Ma im Süden bis etwa 80 Ma im Norden. Damit sind die relativen Proportionen von Sediment und basaltischer Kruste, die der Subduktionszone zugeführt werden, auch stark variabel. Solch starke Variationen im Alter der subduzierten Platte entlang eines einzelnen Inselbogens sind einzigartig auf der Welt. Bisher wurden geochemisch-petrographische Untersuchungen an einigen wenigen Vulkaniten der Süd-Sandwich-Inseln und an vier Dredgeproben, die während einer Kampagne der R.R.S. "Shackleton" (1961) gewonnen wurden, publiziert. Die Vulkanite der Inseln wurden als Basalte bis Rhyodazite klassifiziert. Die Back-arc Vulkanite sind nach ihrer Hauptelementzusammensetzung als Basalte und basaltische Andesite klassifiziert. Großräumige Untersuchungen zur Petrogenese des Magmatismus der Süd-Sandwich-Platte, sowie moderne Ultrapurenelement- und Isotopenbestimmungen an den Vulkaniten, die als Grundlage daraus abzuleitender Massenbilanzierungen dienen, sind noch nicht durchgeführt worden.

2.1.3 Wissenschaftliche Arbeiten

2.1.3.1 Cold-Vent-Untersuchungen GEOMAR

Bei diesen Untersuchungen wird verschiedenen Aspekten der Fluidzirkulation nachgegangen, wobei der quantitative Eintrag von Gasen und Fluiden in die Hydrosphäre den Schwerpunkt bildet. Daneben sollen Hinweise über die Wegsamkeiten und Fließmechanismen der Fluide in bezug auf die gologisch/tektonischen Strukturen des Akkretionskeils gewonnen werden. Mineralische Manifestationen an Austrittsstellen häufig in Form von Karbonatkrusten erlauben eine Charakterisierung der Fluide zur Zeit der Präzipitation und damit in der Vergangenheit. Im zirkumpazifischen Plattengefüge sind von GEOMAR bisher Untersuchungen in der Cascadia-

Subduktionszone vor Oregon, dem Peru-Kontinentalhang, im nordwestlichen Akkretionskeil des Aleutengrabens im Golf von Alaska und im Japangraben durchgeführt worden.

Vorkommen und Verteilung von Vent-Feldern

Um das Vorkommen von aktiven Fluidaustrittsstellen zu erkunden, werden Untersuchungen in der Wassersäule durchgeführt. Sowohl Methan-Anomalien als auch TDM (total dissolved manganese) werden über Wasserproben (CTD) aufgespürt und geben Hinweise auf aktives Venting am Meeresboden. Nach bathymetrischer Vermessung mit Hydrosweep/Parasound und unter Zuhilfenahme anderer geologischer und geophysikalischer Informationen werden Profilschnitte festgelegt, welche mit dem TV-Schlitten OFOS (Ocean Floor Observation System) abgesucht werden. Die Verteilung und Ausbildung (fleckenhaft, linienartig ...) der Fluidaustrittsstellen, welche meist durch chemosynthetisch lebende Organismengemeinschaften (chemoautotrophe Pogonophoren und Muscheln) charakterisiert sind, sollen mit dem Schlitten kartiert werden. Anhand von Parallelprofilen können Fluidaustrittsstellen häufig morphologisch/geologischen Strukturen zugeordnet werden (Steilstufen, Störungen, Kluftsystemen, Schichtausbissen).

Beprobung von Vents und die chemische Charakterisierung der Fluide

Nach Ortung und Kartierung der Vents, sowohl in Riftgebieten als auch in den plattentektonischen Kollisionsbereichen, kann eine Beprobung der Ventgebiete durchgeführt werden. Dabei hat sich der videogeführte Greifer bewährt, mit dem Sedimente, Präzipitate und Ventorganismen beprobt werden sollen. Sedimentkernbeprobungen (Multi-Corer, Kastenlot) im unmittelbaren Ventbereich sollen die TV-Greifererofsätze ergänzen. Neben Spurengasen sollen Proben für Strontiumisotope, Spurenelemente und $^{13}\text{C} / \text{D}$ Isotope des CO_2 und Methans entnommen werden. In jüngster Zeit sind erhebliche Fortschritte bei der Diagnose von subduktions-induzierten Tracern zu verzeichnen. Die Elemente Li, Ba, Sr, B, Br und Be sowie ihre Isotope werden als solche angesehen. Die Einträge an Subduktionszonen bewegen sich in der Größenordnung des Flußeintrages oder sind Bruchteile davon, was auf eine wichtige Rolle im ozeanischen Stoffkreislauf hindeutet. Weiterhin können die verschiedenen Reservoirs anhand der ^3He - und ^4He -Isotope charakterisiert werden, die sie einem Trägermaterial, z.B. dem im Sediment zirkulierenden Fluid, aufprägen. Umgekehrt erlauben $^3\text{He}/^4\text{He}$ -Messungen an Fluiden Rückschlüsse auf die geochemischen Rahmenbedingungen des untersuchten Prozesses. Anhand der isotopischen Signatur läßt sich eindeutig entscheiden, ob und in welchem Umfang die austretenden Fluide einem sedimentären Krusten- oder Manteleinfluß ausgesetzt waren. Bei einer hauptsächlich radiogenen Beeinflussung der Fluide, z.B. durch Akkretionsedimente, liefert die ^4He -Produktion darüberhinaus weitere Information über die Verweildauer der Fluide im Sedimentspeicher. Der Grad der radiogenen Beeinflussung hängt nämlich im wesentlichen von der Akkumulationsdauer (Uran-Gehalt der Sedimente) ab. Daher läßt sich aus dem radiogenen Heliumsignal die Fluidverweilzeit im Sediment erschließen.

2.1.3.2 Untersuchungen zum Hydrothermalismus / Vulkanismus (GPI)

Am Geologischen Institut laufen seit längerem schwerpunktmäßige Untersuchungen im Bereich Vulkanismus und Hydrothermalismus an konvergenten und divergenten Plattengrenzen, sowie im Bereich von Hotspotvulkanen (Intraplattenvulkanismus). Bisherig fanden Untersuchungen sowohl im Nordatlantik als auch im Pazifik statt. Dabei haben die Hotspot-Untersuchungen gezeigt, daß für die Produktion der Hotspot-Quelle die Subduktion von ozeanischer Kruste die Hauptursache ist. Für die Probenahme und die Beobachtung der Hydrothermal-Quellen sollen in gleicher Weise wie für die Untersuchungen der kalten Vents OFOS, CTD und TV-Greifererofsätze unternommen, werden die durch Dredge-Proben ergänzt werden.

Petrologische und geochemische Charakterisierung der

Süd-Sandwich-Inselvulkane und der Back-arc-Vulkanite

Bislang sind sowohl vom Inselbogen als auch vom Back-arc Rücken nur sehr wenige Analysen veröffentlicht worden. Die veröffentlichten Daten sind weitgehend in den 70er und 80er Jahre gewonnen worden, z.T. mit Analyse-Techniken, die für die in Inselbogenmagmen vorkommenden Elementkonzentrationen (oft kleiner 1 mg/g) ungeeignet waren. Es fehlen von Magmen der Süd-Sandwich-Platte daher hochpräzise Analysen der niedrigkonzentrierten Spurenele-

mente. Dabei sind es genau diese Elemente, die in geringen Konzentrationen vorkommen (wie z.B. Nb, Ta, schwere Seltene Erden, Elemente Gd - Yb), die den Schlüssel zur Petrogenese der Magmen aus Inselbögen und Back-arc Bereichen von Konvergenzonen darstellen. Das Hauptziel der petrologisch-geochemischen Arbeiten während und nach der Reise ANT XV/2 ist es, einen flächendeckenden Satz von frischen Proben sowohl vom Back-arc-Spreizrücken als auch von den subärischen Inselbogenvulkanen zu sammeln und zu untersuchen. Dabei wird die hochauflösende ICP-MS, Analytik am Geologisch-Paläontologischen Institut eine wichtige Rolle spielen. Zusammen mit ergänzenden Analysen von Sedimenten aus dem Fore-arc und der Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Basalte der zur Subduktion kommenden Platte werden folgende Fragen untersucht:

- Wie ist der Einfluß der verschiedenen Plattenalter der Subduktionszone auf die Geochemie der rezenten Konvergenzonen-Magmatite (Variationen im Chemismus entlang des Back-arc-Rückens bzw. Inselbogens)?
- Welche Fraktionierungsprozesse laufen im Back-arc- und Inselbogenbereich ab? Welche Phasen fraktionieren, und in welchem Anteil?
- Wie homogen oder heterogen ist das Back-arc-System (sind Variationen in Zusammensetzung mit Krustenstrukturen wie z.B. Transformstörungen oder Rückenversätzen korreliert)?
- Zeigen die einzelnen Inselbogenvulkane systematische chemische Entwicklungen im Verlauf der Zeit? Hierfür soll eine detaillierte Beprobung sowohl des Rückens als auch einiger Inseln während einer mehrtägigen Expedition durchgeführt werden.

System Lithosphärenplatte - Mantelkeil - Inselbogen - Back-arc

In einer Subduktionszone wird die subduzierte Platte z.T. entwässert und möglicherweise aufgeschmolzen, die hierbei aus der abtauchenden Platte freigesetzten Komponenten gelangen mit dem Inselbogen- bzw. Back-arc-Vulkanismus wieder zur Erdoberfläche. Der Rest der Platte taucht weiter in den Erdmantel hinein, wo er höchstwahrscheinlich zur Bildung der Hotspot-Quelle beiträgt. Damit stellt die Produktion und Subduktion ozeanischer Platten den größten mantelmodifizierenden Prozess und den wichtigsten Teilbereich im System der Stoff-Flüsse der gesamten Erde dar. Der Chemismus der Hotspot-Quellen ist relativ gut erforscht, es fehlen noch genaue Abschätzungen der Zusammensetzung der abtauchenden Lithosphärenplatten nach ihrem Transit durch die Subduktionszone, d.h. nach ihrem Beitrag zum Kollisionsmagmatismus. Die geochemischen Informationen aus der Untersuchung der Rücken und Inselbogenmagmen werden benutzt, zusammen mit Abschätzungen des Volumens von Material, das pro Jahr subduziert wird, um eine Massenbilanzierung zwischen dem Input durch Subduktion (und möglicherweise vom darüberliegendem Mantelkeil) und Output in Form von Vulkanismus und der abtauchenden, entwässerten und evtl. auch teilaufgeschmolzenen Platte durchzuführen. Dadurch erhoffen wir, den geochemischen Kreislauf ozeanische Platte - Subduktionszone - Intraplatten (Hotspot-) Vulkanismus zu schliessen.

2.1.3.3 Polare planktische Foraminiferen (GEOMAR)

Das primäre Anliegen des Projektes "Polare Planktische Foraminiferen" (K. Fühaupter) ist es, die Abbildung der Sauerstoff- und Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse des Wassers in den Kalkgehäusen von lebenden planktischen Foraminiferenarten zu untersuchen. Dazu sollen neben den geplanten Isotopenmessungen an Foraminiferen und Wasserproben (Isotopenlabor des GEOMAR und Leibniz-Labor der CAU, Kiel) auch das Tiefenhabitat und die Kalzifizierungstiefe der einzelnen Foraminiferenarten in Abhängigkeit von den verschiedenen polaren Bedingungen und den hydrographischen Parametern (Eisbedeckung, T, S, Nährstoffe etc.) erfaßt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen notwendige Erkenntnisse für die Interpretation paläozeanographischer Zeitserien liefern. Außerdem können sie zur Ermittlung des Ausmaßes des anthropogenen CO₂-Eintrags in den Ozean dienen. Es sollen Proben für die Konservierung und für die Hälderung lebenden Materials gewonnen werden. Dazu soll ein Multinetz (ca. 15 Stationen; 64 mm Maschenweite; max. ca. 500 m Wassertiefe) parallel zu CTD und Rosette gefahren werden, so daß hydrographische Daten vorliegen und Wasserproben für d¹⁸O, d¹³C und Nährstoffanalyse entnommen werden können. Die Probennahme erfolgt in Zusammen-

arbeit mit der Gruppe "Dominante Diatomeen" und der CTD, Gruppe. Die Multinetzstationen sollen weitgehend auf einem Nord-Süd-Schnitt zwischen Polarfront und Bransfieldstraße liegen, so daß die verschiedenen hydrographischen Regime abgedeckt werden. Zusätzlich sind Planktonfänge für die Gewinnung lebenden Materials unabhängig von der geographischen Position geplant.

2.1.3.4 Verteilung und $d^{13}C$ gelösten Methans im Gebiet des Weddellmeeres und des Weddell-Scotia-Zusammenflusses (GEOMAR)

Während der Expedition sollen der Methangehalt des Oberflächenwassers und der Atmosphäre kontinuierlich gemessen sowie die vertikale Verteilung des gelösten Methans in der Wassersäule an 4 Schnitten im Bereich des Weddellmeeres und des Weddell-Scotia-Zusammenflusses untersucht werden. Besonderes Interesse kommt hierbei der Beprobung von relativ jungem Zwischen- und Tiefenwasser zu. Zusätzlich sollen Proben für die Bestimmung des Verhältnisses der stabilen Kohlenstoffisotope des Methans genommen und konserviert werden. Neuere Studien belegen, daß der Methangehalt des Oberflächenwassers in hohen Breiten durch das Gleichgewicht mit dem atmosphärischen Partialdruck festgelegt ist. Dieser hat sich in den letzten 150 Jahren mehr als verdoppelt. Obwohl Methan in der Wassersäule durch mikrobielle Prozesse abgebaut wird, zeigt die Verteilung des Methangehaltes am irischen Kontinentalrand (M27/1, OMEX) große Ähnlichkeit mit der Verteilung bekannter "transient tracer". Die mikrobielle Oxidation von Methan ist mit einer starken isotopischen Fraktionierung verbunden. Ziel der Untersuchung ist es zu überprüfen, inwieweit die Verteilung gelösten Methans in der Wassersäule durch die Entwicklung des atmosphärischen Methangehalts einerseits und die mikrobielle Oxidation andererseits beeinflusst ist.

Arbeitsprogramm

- Die Beprobung des Oberflächenwassers sowie der Atmosphäre soll kontinuierlich (Intervall der automatischen Probenahme: 20 min) während der gesamten Fahrt erfolgen. Zur Seewasserversorgung wird das bordeigene Reinseewassersystem verwendet.
- Probenahme für gelöstes Methan und Messung an Bord an etwa 20 Stationen. Die Probenahme wird aus der Rosette unter Verwendung großvolumiger Glasspritzen erfolgen.
- Probenahme für die Messung der stabilen Kohlenstoffisotope des Methans für alle unter 2 beschriebenen Stationen. Die Isotopenuntersuchungen erfolgen im Anschluß an die Expedition an Land.

2.1.3.5 Sauerstoffisotopensignal in Diatomeen (GPI, GEOMAR)

Während der Forschungsreise ANT XV/2 soll vor allem während der Transitabschnitte Skelettmaterial rezenter Diatomeen mit der schiffseigenen Membranpumpe aus dem Oberflächenwasser angereichert werden. Die $d^{18}O$ -Isotopenwerte des biogenen Opals sollen mit verschiedenen Aufbereitungs- und Analysetechniken in Kiel untersucht werden. Mit Hilfe dieser Daten, der registrierten Temperatur und Salinität sowie der parallel dazu genommenen und isotopisch untersuchten Wasserproben soll eine Temperaturkalibrierung des Ozeanwassers anhand des Diatomeenmaterials erfolgen. Der Vergleich mit $d^{18}O$ -Messungen von Oberflächensedimenten soll die Nutzung dieses Parameters als paläozeanographisches Signal etablieren helfen.

2.2 Erfassung und Auswertung bathymetrischer Vermessungen mit dem Hydrosweep DS II Multibeam System (AWI, NRL)

Die Arbeit der bathymetrischen Gruppe des AWI hat ihren Schwerpunkt in der Erstellung des antarktischen Kartenwerkes 1:1,000,000 für das Gebiet des Weddellmeeres, das eines der Hauptarbeitsgebiete der deutschen Polarforschung im marinen Bereich darstellt. Dieses erfolgt

durch das Zusammentragen von vorhandenem Datenmaterial und durch hochgenaue Messungen (Maßstab 1:100 000) in dafür speziell ausgesuchten Gebieten. Eines der langfristigen Ziele ist die vollständige Abdeckung des Weddellmeeres und der umliegenden Regionen mit bathymetrischen Karten.

Die Regionen um das Weddell- und Scotiameer sind von großem wissenschaftlichen Interesse, denn eine der wenigen noch bestehenden Kontroversen hinsichtlich eines vollständig zusammengesetzten Gondwanas ist, wie die kontinentalen Fragmente in diesem Gebiet rekonstruiert werden können. Eines der schwierigsten Probleme ist es, eine Erklärung für das Überlappen der Antarktischen Halbinsel und der Falkland Platte zu finden. Neuere Untersuchungen führen zu einem komplexen Modell, das die Bewegung von einigen Mikroplatten einschließt. Eine allgemeine Zustimmung zu diesen Theorien gibt es jedoch noch nicht. Ausführliche Fächersonar-Messungen erlauben die genaue Beschreibung der morphologischen Strukturen des Meeresbodens und können somit unterstützend für ein verbessertes Modell zum Trennungsvorgang der Platten herangezogen werden.

Die geplanten bathymetrischen Messung während ANT XV/2 (Abb. 2.2.1) konzentrieren sich auf Untersuchungen im Fore-Arc- und Back-Arc-Bereich der South Sandwich-Region, im Gebiet des Bransfield Rifts sowie im South Shetland Fore-Arc-Bereich. Sowohl die South Sandwich als auch die South Shetland-Region ist von besonderem Interesse, weil sie beide aktive tektonische Konvergenzzonen enthalten. Damit bilden sie einen starken Kontrast zu den restlichen Kontinentalrändern des Atlantiks, die überwiegend passiv sind. In beiden Regionen treten zudem vulkanische und hydrothermale Aktivitäten auf. Das Ziel ist es, bereits vorliegende Fächersonar-daten aus diesen Bereichen zu ergänzen und detaillierte bathymetrische Karten, ergänzt mit Side Scan Sonar Images (relative Sedimentverteilung am Meeresboden, s. Beispiel Abb. 2.2.2) zu erstellen.

Das vorgesehene Untersuchungsgebiet für die South Sandwich Region umfaßt die gesamte ozeanische Kruste der Sandwich Mikroplatte. Dieses Gebiet wird westlich durch eine aktive Back-Arc Spreizungszone (South Sandwich Spreading Centre), im Osten durch den South Sandwich Graben, sowie in nördlicher und südlicher Richtung durch Transformstörungen eingeschlossen (Erweiterung der nördlichen und südlichen Scotia Rücken). Es enthält zusätzlich einen Inselbogen, die South Sandwich Inseln. Die Platte bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von bis zu 70 mm pro Jahr in Richtung Osten und subduziert die ozeanische Kruste der Südamerika-Platte im Bereich des South Sandwich-Grabens.

Das für die South Shetland Region vorgesehene Untersuchungsgebiet umfaßt die Shetland Mikroplatte. Die Plattengrenzen bestehen aus der vulkanischen Riftachse des Randbeckens der Bransfield Straße im Südosten, aus dem South Shetland Graben im Nordwesten, aus der Hero Bruchzone im Südwesten sowie aus der Shackleton Bruchzone im Nordosten und enthält darüber hinaus den South Shetland Inselbogen. Im Gegensatz zu der South Sandwich Mikroplatte besteht diese Platte aus kontinentaler Kruste, welche durch die ozeanische Kruste der "Former Phoenix" Platte subduziert wird.

STN Atlas Hydrosweep DS II Multibeam Sonar

Während ANT XV/2 wird zum ersten mal mit dem STN Atlas Hydrosweep DS II System gearbeitet (Abb. 2.2.3), welches im Oktober 1997 das derzeitige System Hydrosweep DS an Bord der "Polarstern" ersetzt. Dieses System wird für die Gewinnung von bathymetrischen Daten, für das Erstellen von Raster-Bildern des Meeresbodens über Side Scan Sonar Messungen und für die Berechnung von Backscatter Koeffizienten des Meeresbodens durch Reflektionsmessungen der einzelnen Strahlen verwendet.

Das DS II arbeitet mit derselben Frequenz (15.5 kHz) wie das Vorgängermodell und verwendet auch die vorhandene Wandlereinrichtung. Die maximale Meßtiefe ist mit >10.000 m angegeben, bei einem Winkel des Fächeres von 60°. Bei 8000 m Wassertiefe kann mit einem Winkel von 90° und bei < 2000 m mit einem Winkel von 120° gearbeitet werden. Die angegebene minimale Meßtiefe liegt bei 10 m, wobei in diesem extremen Meßbereich der aktive Bereich der Wandler reduziert wird.

Die hauptsächlichlichen Unterschiede zum bestehenden System sind die Erweiterung des Side Scan Sonars als ein integrierter Bestandteil des Systemes, eine wesentlich leistungsstärkere Einheit für die Signalbearbeitung, ein neu entwickelter Beamformer, eine UNIX Workstation anstelle der Trennung in Rechereinheit und Bedienungskonsole und die Speicherung der Daten im "SURF"-Format, welches Standard für alle STN Atlas Multibeam Systeme ist.

Das DS II arbeitet mit 15.5 kHz Signalen und hat eine Bandbreite von 1.2 kHz, wobei zwei unterschiedliche Modi verwendet werden. Bei geringeren Tiefen als 1000 m wird der Omni Directional Transmission (ODT) Modus benutzt. Bei Tiefen >1000 m wird in den Sectoral Direction Transmission (SDT) Modus umgeschaltet. Die Umschaltung zwischen diesen Modi erfolgt automatisch. Für den Empfang besitzt das DS II System 59 gerichtete Filter, welche entsprechend 59 Pre-Formed Beams (PFBs) erzeugen. Abhängig von der Fächerbreite wird entweder ein fester Fächer mit einem Strahlenabstand von 2°, oder ein zwischen Back- und Steurbord alternierender Fächer mit einem Strahlenabstand von 1° benutzt.

Für den Flachwasserbereich (10-100 m Tiefe) besitzt das System eine eigene Betriebsart. Verwendet wird der ODT Modus. Der Ausgangspegel (Source Level, SL; Stärke in dB bei 1 m Entfernung vom Wandler) ist >210 dB in Bezug auf 1 µPa, der Öffnungswinkel eines PFB beträgt 4.5° und der Directivity Indexes (DI; Verhältnis der insgesamt empfangenen zur einzeln empfangenen Geräuschstärke in dB) ist besser als 23 dB. In der Tiefsee-Betriebsart (Tiefe > 100 m) werden die Modi ODT oder SDT benutzt. Im ODT Modus ist der SL >220 dB in bezug auf 1 µPa, im SDT Modus >237 dB in bezug auf 1 µPa. In beiden Modi beträgt der Öffnungswinkel eines PFB 2.3° und der DI ist besser als 27 dB. Die Umschaltung zwischen der Flachwasser- und der Tiefsee-Betriebsart erfolgt automatisch. Die Meßwiederholungsrate ist wassertiefenabhängig und beträgt näherungsweise 1 s plus 1-2 s pro 500 m Wassertiefe (z.B. ca. 15 s bei 5000 m Tiefe).

Das DS II System gibt neben der Bathymetrie auch synthetische Side Scan Daten aus. Ermöglicht wird dieses durch einen Algorithmus zur Side Scan Emulation in der Signalverarbeitungssoftware. Die Bereitstellung synthetischer Side Scan Daten ermöglicht die Registrierung von feinen Strukturen am Meeresboden. Zur Erzeugung der Side Scan Daten wird entlang der akustischen Hauptachse jedes Beams die Einhüllende des Signals gespeichert. Mit den zugehörigen PFB Funktionen werden dann die Signale aller 59 PFBs zurück gerechnet und zu einer Einhüllenden des gesamten Fächers kombiniert. Unter Verwendung der in den akustischen Daten ebenfalls enthaltenen bathymetrischen Informationen können die Laufzeiten in Distanzen umgerechnet werden. Die Ergebnisse werden in einem 2048 Elemente umfassenden Side Scan Speicher abgelegt. Die so erhaltenen geo-referenzierten Daten können sofort mit der Bathymetrie oder anderen geo-bezogenen Daten verglichen werden.

Außerdem ermöglicht das DS II System, Backscatter-Koeffizienten aus den erfaßten Daten zu berechnen. Die Winkelabhängigkeit der Backscatter-Stärke ist ein Maß für die Bestimmung der Meeresbodencharakteristik. Das DS-II System ist im Vergleich zu anderen Multibeam Systemen besonders gut für das Bestimmen von Daten dieser Art geeignet, weil es mit der Möglichkeit der Fächerdrehung eine direkte Methode für die Bestimmung der Winkelabhängigkeit der Backscatter Koeffizienten besitzt. Zur Festlegung der Normalen an die lokale Oberfläche im Verhältnis zu der durch die Lagerung des Sensors auf dem Schiff definierten z-Achse (relativ zu der Richtung, in die alle Messungen vorgenommen werden) muß die Geländeneigung bekannt sein und dafür wiederum wird eine vollständige bathymetrische Abdeckung des Gebietes verlangt. Diese Tatsache verhindert das Messen vollständig kalibrierter Backscatter-Daten in Echtzeit. Gerade wegen der starken Abhängigkeit der Backscatter-Stärke vom Einfallswinkel ist es essentiell, daß dieser Einfallswinkel der sich ausbreitenden Wellenfront des ausgestrahlten Signales durch den Meeresboden korrekt modelliert wird. Die Ausrichtung in Fahrtrichtung hat den zusätzlichen Vorteil, daß die durch ein falsches Schallgeschwindigkeitsprofil entstehende scheinbare Krümmung des Meeresbodens beseitigt werden kann. Dadurch verbessert sich deutlich die Genauigkeit des geschätzten Einfallswinkels und damit auch die berechneten Backscatter-Koeffizienten.

Existierende bathymetrische Daten

Erst vor kurzem sind einige bathymetrische Fächerecholot Messungen im South Shetland Gebiet durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind durch Klepeis, u.a., 1990, Lawver, u.a., 1997 und Gracia, u.a., 1997 (Abb. 2.2.5) veröffentlicht. Zusätzlich sind auch von "Polarstern" einige Messungen in diesem Gebiet durchgeführt worden (Abb. 2.2.4)

Für den South Sandwich Bereich stehen nur sehr wenige Daten von Messungen mit Fächer-sonar zur Verfügung. Eine englische Meßfahrt mit dem MR-1 ist im Back-Arc-Bereich gemacht worden.

2.3. Sedimentechographie mit dem Parasound-System. (AWI)

Während der gesamten Fahrtstrecke der Expedition ANT XV/2 sollen mit dem Parsound-System Daten registriert werden. Diese Sedimentecholot-Profile werden in Ergänzung zu schon vorhandenen Daten für die Interpretation der Sedimentationsprozesse und der Kartierung der Sediment-Echotypen genutzt. Diese Informationen sind wichtige Grundlagen für eine spätere Auswahl geologischer Beprobungs-Punkte.

An den vorgesehenen ODP-Bohrpunkten (Leg 177, Dez. 1997 - Feb. 1998) sollen bei stehendem und möglichst ruhigem Schiff (deaktiviertes Bugstrahlruder) Schallsignale mit unterschiedlichen Frequenzen und Pulslängen registriert werden. Diese Seismogramme sollen dann später mit den physikalischen Parametern der erbohrten Sedimente verglichen werden (synthetische Seismogramme).

2.4. Vorkommen und Schicksal organischer Spurenstoffe in antarktischen Wassermassen Organische Meereschemie (AWI)

Konzentrationsgradienten von Biomarkern im Oberflächen- und Bodenwasser

Um Quellstärken von Biomarkern des Phytoplankton im südlichen Ozean zu charakterisieren, sollen Konzentrationsgradienten dieser Stoffe beim Queren südatlantischer Fronten, insbesondere der Polarfront, sowie längs der schmelzenden Eiskante in der Weddell- und Scotiasee bestimmt werden. Die Gewinnung der Biomarker erfolgt durch kontinuierliche Zentrifugalextraktion von Oberflächenwasser. Blüten dominanter Diatomeen sollen ebenfalls untersucht und Netzfänge zur Gewinnung von Biomasse für detaillierte chemische Analysen genutzt werden (Zusammenarbeit mit AG Phytoplankton / Crawford).

In Bruchzonen und tiefen Kanälen längs der Ausbreitungswege antarktischen Bodenwassers (Shaka-Bruchzone, Orkney-Tiefe u.a.) sollen die Resuspension und Wiederauflösung frisch deponierten Materials sowie advektiver Transport gelöster organischer Spurenstoffe am Meeresboden nachgewiesen und quantifiziert werden. Hierzu werden Wasserproben mit 400 l Edelstahlschöpfern möglichst nahe am Boden gewonnen. Die Anreicherung der Spurenstoffe aus dem gesammelten Schöpferwasser geschieht durch Zentrifugalextraktion im Kreislauf (Zusammenarbeit mit AG Bathymetrie/Schenke).

Bei möglichen wetterbedingten Wartezeiten vor der Neumayer-Station werden Oberflächen-sedimente aus unterschiedlich tiefen Hanglagen der Maud-Kuppe gewonnen und für die spätere Analyse von Biomarkern und ihren Umsetzungsprodukten tiefgefroren.

Vorkommen und Verteilung thermogener organischer Verbindungen im Boden- und Tiefenwasser geologisch aktiver Zonen

Die mögliche stoffliche Rückführung subduzierten biogenen Materials aus tiefen Sedimentschichten in die ozeanische Wassersäule wird an kollidierenden Krustenteilen untersucht. Stoffflüsse am Meeresboden tragen wie jene in der ozeanischen Oberfläche zum globalen Kohlenstoffkreislauf bei. Die Untersuchungen erfolgen in der Bransfieldstraße sowie im südlichen und

zentralen Scotia-Bogen, wo die intensive Ablagerung biogener Schlämme in tiefe Gräben eine thermogene Emission von Methan und höhermolekularen organischen Verbindungen in Backarc-Becken vermuten läßt. Der Nachweis von Emissionen soll durch die Bestimmung der Spurenstoffverteilung über Vent-Feldern durchgeführt werden. Probenahmen im Tiefen- und Bodenwasser erfolgen mit 400 l Edelstahlschöpfern nach vorher identifizierten Anomalien in Methan- und Mangankonzentrationen, welche als Hinweise auf die hydrothermale Zufuhr genutzt werden. Die Anreicherung der Spurenstoffe aus gewonnenem Probenwasser erfolgt wie oben beschrieben. Analysen mit einem Feld-GC/MS-System sollen noch an Bord erste Belege für das Vorkommen thermogener Produkte liefern und auch die Qualität der fortlaufenden Probengewinnung verbessern. Aufnahme und Analyse von Oberflächensedimenten in den hydrothermalen Quellgebieten begleiten die Untersuchungen im Wasser (Zusammenarbeit mit AGs Geochemie und Geologie/ Süß und Stoffers).

Soweit technisch möglich werden auch Tiere des Benthos (Muscheln der Gattung Calyptogena, Polychaeten, Schwämme u.a.) in den Vent-Feldern gesammelt und zur Konservierung für spätere chemische und mikrobiologische Untersuchungen in flüssigem Stickstoff schockgefroren. Diese Untersuchungen sollen Hinweise über spezifische Strukturen und Funktionen von Primär- und Sekundärmetaboliten in hydrothermalen Organismen liefern. Symbiontische Benthogemeinschaften und schwefelhaltige Naturstoffe werden besonders beachtet.

2.5. Untersuchung möglicher Transportwege von Eisen in den Antarktischen Zirkumpolarstrom. (AWI)

Eisen spielt eine zentrale Rolle bei der Kontrolle der Primärproduktion im Südlichen Ozean. Die wenigen Daten über die Verteilung von Fe im Oberflächenwasser des ACC scheinen diesen wachstumslimitierenden Effekt zu bestätigen. Allerdings ist nicht bekannt, über welche Transportwege das Fe ins Oberflächenwasser gelangt. Die wichtigsten Möglichkeiten hierfür sind: upwelling von Tiefenwasser, atmosphärische Einträge oder Einträge vom kontinentalen Schelf. Mit der Kenntnis der Haupttransportwege des Eisens läßt sich bestimmen, wie Primärproduktion und CO₂-Haushalt innerhalb des produktiven ACC's auf Klimaänderungen reagieren. Dies können z.B. zeitliche Änderungen im Eintrag von äolischem Staub sein, der mit glazial-interglazial Zyklen verknüpft ist. ²²⁸Ra kann als Tracer für eine dieser potentiellen Eisenquellen, nämlich für den Eintrag vom kontinentalen Schelf, benutzt werden. Die ²²⁸Ra Konzentration im Oberflächenwasser hat ihren Ursprung aus Sedimentationsflüssen, wo es durch Zerfall von ²³²Th, das im Sediment allgegenwärtig ist, gebildet wird. In Ästuarien, Salzmarschen und auf dem kontinentalen Schelf, also in Gebieten mit hohen Flußraten in Verbindung mit niedrigen Wassertiefen, können sich hohe ²²⁸Ra Konzentrationen über den Sedimenten aufbauen. Wenn die erhöhten Eisenkonzentrationen im Oberflächenwasser nahe der Polarfront auf den Eintrag vom Schelf zurückzuführen sind, dann sollte dieses Wasser ein starke ²²⁸Ra Signal enthalten. Die Halbwertszeit von ²²⁸Ra (5.8 Jahre) ist lang genug, um dieses starke ²²⁸Ra Signal durch Advektion vom südamerikanischen Kontinentalschelf bis in den Südostatlantik zu transportieren, bevor es durch radioaktiven Zerfall wieder verschwindet. Der atmosphärische Eintrag von Fe in den Südlichen Ozean soll durch die Analyse von Aluminium, sowie der Strontium- und Neodym-Isotopie von suspendierten Partikeln im Oberflächenwasser untersucht werden. Staubpartikel, die über äolischen Transport in den Ozean gebracht werden, tragen die ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd- und ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr- Isotopenzusammensetzung ihrer Quellenregion. Im Atlantischen Sektor des Südlichen Ozeans kommen als potentielle Quellenregionen die patagonischen Ebenen, verschiedene ozeanische Inseln und die Antarktische Halbinsel in Frage. Die radiogenste ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd- und unradiogenste ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr- Signatur wurde auf ozeanischen Inseln, wie z.B. den South Sandwich Inseln, beobachtet. Löß aus Argentinien zeigt eine etwas unradiogenere Nd- in Verbindung mit einer etwas radiogeneren Sr-Isotopie. Im Gegensatz dazu sind Moränen und Schelfsedimente vom Antarktischen Kontinent durch eine sehr unradiogene Nd- und eine radiogene Sr- Isotopie gekennzeichnet. Unser Ziel ist es, den Ursprung des äolischen Eintrags durch Vergleich seiner Isotopensignatur mit der der verschiedenen Quellenregionen zu identifizieren. Um eine Kontamination durch das Schiff zu vermeiden, beabsichtigen wir, einen Fisch neben dem Schiff einzusetzen, der mittels einer Schlauchverbindung mit dem Reinraumkontainer verbunden ist.

Verteilung von ^{230}Th und ^{231}Pa im Oberflächenozean

^{230}Th und ^{231}Pa sind natürliche Radionuklide, die in der Wassersäule durch radioaktiven Zerfall ihrer gelösten Vorgänger ^{234}U und ^{235}U mit einem konstanten $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ Aktivitätsverhältnis von 0.093 gebildet werden. Beide Radionuklide sind partikelreaktiv mit ozeanischen Residenzzeiten von 5-40 Jahren für ^{230}Th und 50-200 Jahren für ^{231}Pa . Aufgrund seiner kürzeren ozeanischen Residenzzeit entspricht der Sedimentationsfluß von ^{230}Th fast überall im Ozean der Produktionsrate in der Wassersäule. Im Gegensatz dazu kann gelöstes ^{231}Pa über tausende von Kilometern lateral transportiert werden und wird bevorzugt in Gebieten mit hohem Partikelfluß in ozeanischen Sedimenten abgelagert. Diese beckenweite Fraktionierung der beiden Radionuklide führt zu hohen $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ Verhältnissen in ozeanischen Sedimenten in Regionen mit hohem Partikelfluß (z.B. am Äquator oder an den Ozeanrändern), die viel höher als ihre Produktionsrate von 0.093 sind. Diese hohen Werte werden kompensiert durch sehr niedrige $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ Verhältnisse (<0.093) in Gebieten mit niedrigen Partikelflüssen (z.B. im offenen Ozean). Basierend auf diesem Hintergrund wird das $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ Verhältnis zur Abschätzung von relativen Schwankungen in der Paläoproduktivität in datierten Sedimentkernen angewendet. Eine Beziehung zwischen dem $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ Verhältnis und dem Massenfluß von partikulärem Material verlangt einen konstanten Fraktionierungsfaktor von ^{230}Th und ^{231}Pa bei der Adsorption an Partikel. Diese Voraussetzung ist nicht mehr gültig im Südlichen Ozean, wo der $^{230}\text{Th}/^{231}\text{Pa}$ - Fraktionierungsfaktor (F) eine starke N-S Abnahme mit der geographischen Breite zeigt. Der Breitengradient von F führt zu hohen $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ Verhältnissen in Oberflächensedimenten südlich der Polarfront, besonders im Weddellmeer. Dieses scheinbare Hochproduktions $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ -signal steht jedoch im Widerspruch zur niedrigen Produktivität dieser Region. Unabhängig vom Verhalten des Fraktionierungsfaktors könnten die hohen $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ Verhältnisse in den Oberflächensedimenten südlich der Polarfront auch auf ein erhöhtes Scavenging von ^{231}Pa relativ zu ^{230}Th während kurzzeitiger Hochproduktionsphasen (Planktonblüten) im antarktischen Sommer zurückzuführen sein. Dieses im antarktischen Sommer im Oberflächenozean gebildete Hochproduktions $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ -Signal würde dann mittels schnell absinkender Partikel (Sinkgeschwindigkeiten mehrere 100 m/Tag) durch die Wassersäule transferiert und im Sediment gespeichert, im Widerspruch zu den allgemeinen Scavenging-Modellen. Diese gehen davon aus, daß die Inventare von ^{231}Pa und ^{230}Th im Sediment aus kontinuierlichem Scavenging beider Radionuklide in der gesamten Wassersäule mittels langsam absinkender Partikel mit Residenzzeiten von mehreren Jahren resultieren. Normalerweise sind die Aktivitäten von ^{230}Th und ^{231}Pa im Oberflächenozean extrem niedrig, so daß selbst ihre quantitative Entfernung aus der euphotischen Zone während einer Planktonblüte keinen signifikanten Einfluß auf die Massenbilanz im Sediment haben würde. Im Südlichen Ozean dagegen sind beide Radionuklide, infolge des tiefen upwellings in der oberen Wassersäule, stark angereichert. Deshalb könnte diese Schicht eine mögliche Quelle für das hohe $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ -Signal in den Sedimenten sein, obwohl die Datenbasis bisher sehr limitiert ist.

Aus diesem Grund wollen wir die regionale Verteilung beider Radionuklide im Oberflächenwasser durch den ACC und im Weddellmeer kontinuierlich messen, um ihre Inventare in der euphotischen Zone besser quantifizieren zu können. Zusätzlich soll an zwei Stationen die gesamte Wassersäule mittels in-situ-Pumpen beprobt werden. Die autonomen Pumpeinheiten filtern in 2,5 Stunden ca. 1000 l Meerwasser, welches anschließend über zwei MnO₂-Adsorber läuft, um die gelösten und partikulären Anteile beider Radionuklide zu erfassen. Außerdem ist geplant, die in-situ-Pumpen in der Nähe von hydrothermalen Exhalationen einzusetzen, um deren Auswirkung auf das Scavenging von ^{230}Th und ^{231}Pa zu untersuchen.

2.6. Untersuchungen von Diatomeen-Populationen (AWI)

Diatomeenpopulationen sollen an der Polarfront und in der Bransfield-Straße mit Netzen beprobt werden, um anhand von lebenden und fixierten Proben horizontale und vertikale Veränderungen in den Populationen dominanter Diatomeenarten studieren zu können. Morphometrische Untersuchungen aus vorangegangenen Expeditionen sollen mit den neuen Daten

verglichen werden, um mehr über zeitliche und räumliche Veränderungen in den Populationen zu erfahren.

Im einzelnen sollen folgende Arbeiten an Bord durchgeführt werden:

- Beobachtungen an Lebendmaterial mit einem inversen Mikroskop.
- Zellkulturen mit zuvor isolierten wichtigen Diatomeenarten sollen an Bord angesetzt und in Deutschland weiter kultiviert werden.
- Proben sollen mit Formaldehyd für weitere taxonomische und morphogenetische Studien fixiert werden.
- Des Weiteren ist vorgesehen, Probenmaterial für elektronenmikroskopische Beobachtungen zu präparieren. Farb- und Schwarzweißfotos sollen von lebenden Zellen gemacht werden.

Mit den Arbeiten sollen übergeordnete Fragestellungen zum Lebenszyklus wichtiger antarktischer Diatomeenarten beantwortet werden:

- In was für einem biologischen Zustand befindet sich die Population in bezug auf Teilungsrate, Kettenlänge und Sexualität?
- Was sind die charakteristischen Merkmale der Frusteln in unterschiedlichen Stadien des Lebenszyklus weitverbreiteter Diatomeenarten z.B. Corethron spp. und Fragilariopsis spp. und welche Rolle spielt eine morphologische Veränderung in der Populationsdynamik?
- Wie lassen sich anhand morphometrischer Verhältnisse Aussagen über die Überlebensstrategie von Corethron spp. und Fragilariopsis spp. machen?

2.7. Flugunterstützte Programme in den Kottasbergen, Heimefrontfjella, Dronning Maud und bei Neumayer (AWI, Uni Bern, AED, DLR)

2.7.1. Vorerkundung EPICA - Dronning Maud Land 1996/97

Die diesjährige Kampagne in den Kottasbergen/Dronning-Maud-Land ist der dritte Abschnitt im Rahmen der Vorerkundung für eine mögliche Tiefbohrung im Rahmen des European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA). Aufgabe des Vorerkundungsprogramms ist es, die Parameter zur Beschreibung des Eiskörpers in Dronning-Maud-Land bereitzustellen, die für eine Entscheidungsfindung zur Auswahl einer geeigneten Bohrstelle nötig sind.

Dies sind zuerst die Größen, die als Input in die numerische Simulation eingehen: Oberflächentopographie, Eismächtigkeit, Untergrundtopographie, Akkumulationsraten an der Oberfläche, Temperaturen an der Oberfläche, Fließgeschwindigkeit, Verformung (strain). Außerdem sollen mitteltiefe Eisbohrkerne (ca. 120 m, Alter ca. 1000 Jahre) Aufschluß geben über die räumliche und zeitliche Verteilung von Schneehaltstoffen (Hauptionen, MSA, Isotopengehalte, Gesamt-Beta-Aktivität).

Die Unternehmung EPICA II-97/98 wird folgende Arbeitsbereiche umfassen:

- Eine Überlandtraverse von der Neumayer-Station in die Region der Heimefrontfjella, Kottasberge (Fahrstrecke 420 km), die sowohl logistische als auch wissenschaftliche Aufgaben zu erfüllen hat;
- Betrieb eines Basislagers (bei 74° 12,3' S, 9° 44,8' W auf 1439 m Meereshöhe) für fluggestützte Untersuchungen sowie glaziologische Arbeiten in der näheren Umgebung des Camps, die auch GPS-Beobachtungen auf einem vermarkten Felspunkt einschließen; am Basislager soll außerdem ein Feldlabor für physikalische und chemische Messungen an Eisbohrkernen eingerichtet werden.
- Traverse vom Basislager Kottas über den Strømmebakken auf das Amundsenisen bis ca 75° S und 6 °E (ca. 550 km Fahrstrecke): bei ca 75° S und 0° sowie am Endpunkt der

Traversenroute sollen je eine 120 m tiefe Bohrung abgeteuft werden sowie en route weitere Probennahmen erfolgen.

- Mit "Polar 4" soll ein Bohrteam an zwei Positionen auf dem Amundsenisen geflogen werden, um dort ebenfalls zwei 120 m tiefe Bohrungen (ca 75,5° S, 3,3° W, 2700 m und ca 74,5° S, 2° E, 2850 m).
- Flug-EMR-Messungen mit "Polar 2" ex Basislager Kottas, zur weiteren Verdichtung des Meßnetzes zur Bestimmung von Eisdicken in Dronning Maud Land (DML) (geplant ca. 40 Flugstunden).

2.7.2. **EMAGE** (East Antarctic Margin Aeromagnetic and Gravity Experiment) (AWI)

Geophysikalische Untersuchungen der letzten Dekaden haben es nicht vermocht, verlässliche Zeitangaben für den Gondwana-Aufbruch im Bereich des Weddellmeeres herauszuarbeiten. Neben fehlenden Bohrlochinformationen liegt dies daran, daß im Bereich des Kontinentalrandes keine Spreizungsanomalien der ozeanischen Kruste eindeutig identifiziert werden konnten. Selbst bei publizierten marin-geophysikalischen Daten bestehen noch immer große Unsicherheiten über die Datierungen vor 130 Ma. Die vorgestellten Daten sind dazu in ihren Profilen zu breit gestreut um eindeutige Korrelationen und Interpretationen zu erlauben. Die bislang als älteste und hervorstechendste kartierte geomagnetische Meeresbodenanomalie ist M13. Sie wurde während der argentinisch-U.S. amerikanischen Befliegung von Südamerika aus entdeckt. Zwischen M13 und dem Kontinentalrand liegt eine Entfernung von 300 - 400 km, die nicht ausreichend mit Messungen der Geomagnetik überdeckt ist. Russische Befliegungen in den 70er und 80er Jahren wurden mit dem Schwerpunkt über terrestrischem Gebiet durchgeführt und überlappen nur zum geringen Teil das marine Schelfgebiet (z.B. den Explora Escarpment). In diesen Daten konnten keine Spreizungsanomalien festgestellt und auch nicht erwartet werden, da sie zu nahe dem Kontinentalrand aufgenommen wurden. Marin-geophysikalische Profile nördlich des Explora-Escarpments sind zu selten und zu unsystematisch angeordnet, um eine fundierte Interpretation zu erlauben.

Neben den bereits bestehenden Datensätzen der marinen Gravimetrie sollen noch zusätzliche aerogravimetrische Profile gleichzeitig zur Geomagnetik im Untersuchungsgebiet geflogen werden. Ein so verdichteter Datensatz ermöglicht eine sichere Identifizierung ozeanischer Bruchzonen. Ihre Existenz kann aus Daten der marinen Seismik und der Satellitenaltimetrie geschlossen werden, allerdings sind die bisherigen Daten zu breit gestreut und in ihrer Auflösung nicht genügend für eine räumliche Interpolation und Interpretation. Um ein weitergehendes Verständnis für die Aufbruchgeschichte zu entwickeln ist es notwendig, die Lücke zwischen den russischen Daten im Süden und den argentinisch - U.S.-amerikanischen Daten im Norden zu füllen. Das angestrebte Untersuchungsgebiet soll den Kontinentalrand von 30°W (Halley Bay) bis hin zu 15°E (Astrid Rücken) überdecken. Auf der Basis der dann vorliegenden Daten können einige der angesprochenen Probleme angegangen werden:

Die Kombination von geomagnetischen und aerogravimetrischen Daten sollte eine Fülle von Details sichtbar machen, mit deren Hilfe der Gondwana-Aufbruch als auch die spätere Abtrennung Indiens von der Antarktis besser verständlich wird. Die neuen Daten sind eine wertvolle Ergänzung bestehender marin-geophysikalischer Datensätze.

Die Bearbeitung der existierenden und der neuen EMAGE-Daten ergibt ein dichtes Bild des antarktischen Kontinentalrandes und ermöglicht damit einen wesentlich verbesserten Vergleich zu den komplementären Kontinentalrändern.

Mit den aerogravimetrischen Daten kann eine detaillierte Kartierung der geologischen Strukturen im Schelfbereich erwartet werden. Damit wird eine verbesserte Interpretation der marinen Seismikdaten ermöglicht.

Logistik und Expeditionsansatz

Ein erster Versuch Aerogravimetrie und Aeromagnetik kombiniert ex Neumayer zu fliegen wurde in der Feldsaison 1997/98 erfolgreich durchgeführt. In der kommenden Feldsaison 1997/98 werden weiter Flüge für EMAGE von Neumayer aus durchgeführt, um die Testprofile zu einem geschlossenen Gebiet zu ergänzen, das zu einer ersten Auswertung geführt werden kann (Abb. 2.7.1).

Die wissenschaftliche Plattform ist "Polar 2", eines der beiden Polarforschungsflugzeuge des AWI. An Bord der "Polar 2" wird eingerüstet werden: ein LaCoste&Romberg Fluggravimeter, ein Geometrics G833 System zur Vermessung des geomagnetischen Totalfeldes, ein Laseraltimeter und mehrere Satellitenempfänger zur Navigation und Positionierung.

2.8. UV-B-Dosimetrie und Personenschutz (AWI)

In der Saison 96/97 wurde die Neuentwicklung eines elektronischen UV-B-Dosimeters (ELUV14) getestet, kalibriert und erfolgreich eingesetzt. Diese Dosimeter haben eine relative Empfindlichkeit gegenüber der UV-B-Strahlung, die der menschlichen Haut ähnlich ist. Dadurch kann man die äquivalente biologische Wirkung der Strahlung auf die Haut direkt messen. Das Gerät ist zusätzlich mit Temperatur- und Helligkeitssensoren ausgestattet. Die Dosimeter werden von Personen getragen. Gleichzeitig wird die globale Dosis mit identischen Geräten durchgehend gemessen.

Bis dato konnten wir keine vollständige Datenserie während des antarktischen Südsommers gewinnen, wo die maximale Belastung an UV-B stattfindet. Da dieses Jahr die "Polarstern" bereits im November Neumayer anlaufen wird, bietet sich eine gute Gelegenheit, den UV-B-Datensatz zu vervollständigen. Auf ANT XV/1 und während der Überfahrt von Kapstadt zur Neumayer-Station auf dem Abschnitt ANT XV/2 soll eine UV-B-Meßkampagne stattfinden. Hierbei soll die UV-B-Dosisverteilung in Abhängigkeit von den Breitengraden ermittelt werden. Diese Daten werden durch Einsatz des elektronischen Dosimeters ELUV-14 und gleichzeitig durch des AWI-UV-B-Spektrometers (Dr. Tüg) gewonnen. Diese Daten werden zur Ermittlung der maximalen UV-B-Dosis in Abhängigkeit von der Sonnenhöhe und zur Abschätzung des Risikofaktors für die UV-B-Belastung auf der Neumayer-Station benötigt. Auf der Neumayer-Station wird das Meßprogramm auf dem Eis fortgesetzt. Dort werden die globale und reflektierte UV-Bestrahlung gemessen. Die Meßkampagne soll ca. Mitte November 97 beginnen und etwa Anfang März 98 enden. Hierbei werden alle Dosimeter Systeme zum Einsatz kommen. Die personenbezogene Dosis wird vor Ort bestimmt und ausgewertet. Dadurch wird die Dosisverteilung während des Südsommers vollständig gewonnen. Neben der Auswirkung der UV-B-Strahlung auf die Haut, ist die Belastung des okularen Systems (Augen) trotz Schutzbrille nicht zu vernachlässigen. Mit Hilfe eines Kunstkopfes und einer automatischen Plattform wird die Augenbelastung auf der Neumayer-Station untersucht. Der Meßkopf ist mit speziellen UV-B-Sensoren bestückt und erlaubt, die UV-B-Dosis unter Verwendung von Schutzbrillen zu bestimmen. Die Plattform wird so gesteuert, daß die Bewegungen eines auf dem Eis arbeitenden Menschen simuliert werden. Der Kunstkopf ist gleichzeitig Träger für verschiedene Dosimeter, um den Vergleich der unterschiedlichen Systeme zu ermöglichen.

2.9. Absolutgravimetrische Messungen auf O'Higgins und weiteren Stationen in der Antarktis (BKG, AWI)

Während der Expedition sollen absolutgravimetrische Messungen an verschiedenen Anlaufpunkten des Schiffes durchgeführt werden. Hierzu wird das transportable Absolutgravimeter AXIS FG5-101 des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt eingesetzt.

Mit Gravimetern wird der Betrag der Schwerebeschleunigung am Aufstellungsort bestimmt. Man unterscheidet Relativgravimeter, mit denen Schwereunterschiede zwischen zwei oder meh-

renen Standorten gemessen werden, und Absolutgravimeter, mit denen der gesamte Betrag der Schwerebeschleunigung an einem Standort ermittelt wird.

In der Vergangenheit beruhten Schwerekontrollsysteme im wesentlichen auf Messungen mit Relativgravimetern, die aber systematische Fehler aufgrund nicht korrigierbarer Eichfehler und Probleme bei der Auswahl und Anbindung von Referenzpunkten beinhalten. Erst durch den Einsatz von Absolutgravimetern, die den Schwerewert aus physikalischen Zeit- und Längensstandards ableiten, läßt sich diese Problematik lösen.

Die Bestimmung des Schwerefeldes dient u.a.

- zur Reduktion von Messungen, die sich auf das Schwerefeld der Erde beziehen, in geometrisch definierte Systeme,
- zur Bestimmung des Geoids, das als Niveaufläche der Höhenmessung genutzt wird,
- zur Untersuchung des Aufbaus der Erde und des Verhaltens des Erdinneren.

Hierzu werden vor allem Kombinationen mit den modernen geodätischen Raumverfahren VLBI, GPS, Altimetrie etc. angewandt.

Modellrechnungen, die die Massenbilanzen der abschmelzenden Eiskappe in der Antarktis beschreiben, sagen Schwereänderungen von $0,7 \mu\text{GAL}/\text{Jahr}$ im Bereich von antarktischen Küstenstationen (James and Ivans 1995) voraus. Bestimmt man sowohl die Schwereänderungen mit Absolutgravimetern als auch geometrische vertikale Verschiebungen mittels GPS oder VLBI-Systemen, so lassen sich Rückschlüsse auf isostatische und elastische Effekte ziehen.

Mit den Messungen soll der Schwerestandard in seiner Genauigkeitsstufe von etwa $1 \cdot 10^{-9}$ auf den Bereich der Antarktis ausgedehnt oder um weitere Standorte ergänzt werden. Die so bestimmten Schwerefestpunkte sollen als Anschlußpunkte für Seegravimetermessungen und für terrestrische Gravimetermessungen dienen. Bereits vorliegende, mit Relativgravimetern bestimmte Schweredaten können durch Anschluß an die Festpunkte eingerechnet und skaliert werden. Ein Meßeinsatz ist geplant auf den Punkten O'Higgins, Jubany/Dallmann and on Candlemas (South Sandwich Islands).

Das Absolutgravimeter FG5-101: Im Jahre 1990 wurde mit gemeinsamer Unterstützung des US-amerikanischen National Institute of Standards and Technology (NIST) und der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ausgehend von den Erfahrungen, die man aus der Entwicklung der JILAG-Absolutgravimeter gewonnen hatte, erstmals eine kommerzielle Herstellung einer Kleinserie von Absolutgravimetern für den Feldbetrieb begonnen. Die Firma AXIS Instruments Company, Denver, CO, entwickelte das FG5 Gravimeter, welches in der heutigen Zeit in etwa 15 Exemplaren verkauft wurde und heute den Stand der Technik auf dem Gebiet der Absolutgravimetrie repräsentiert.

Das Funktionsprinzip der Absolutgravimeter FG5 beruht auf der Freifallmethode. Der in einer Vakuumkammer stattfindende freie Fall einer Testmasse (Tripelprisma) wird mittels interferometrischer Streckenmessungen und gleichzeitiger elektronischer Zeitmessung beobachtet. Die metrologischen Grundlagen des gemessenen Schwerewertes werden durch die Laserfrequenz des verwendeten frequenz-stabilisierten HeNe Lasers und die Frequenz des Rubidium-Zeitnormalen gegeben. Mittels der ausgeglichenen Fallparabel wird dann die Schwere g abgeleitet. Der Schwerewert einer Station wird aus mehreren tausend Fallversuchen abgeleitet, die über einen Zeitraum von mindestens einem Tag ausgeführt werden. So hat man die Möglichkeit, den Einfluß der Gezeitenwirkung auf den Schwerewert zu reduzieren.

Die Messungen werden korrigiert, um

- die Effekte der Gezeiten (mit Hilfe von theoretisch berechneten Gezeitenparametern oder Analyseergebnissen vorhandener gravimetrischer Zeitreihen),
- den Luftdruckeinfluß
- den Einfluß des Schwerewertes vom Referenzpunkt der Fallparabel auf den vermerkten Punkt im Gelände (dazu sind gravimetrische Relativmessungen zur Bestimmung des vertikalen Schweregradienten notwendig).

Die Stellfläche des FG5-Gravimeters beträgt ca. $1,05 \times 1,05 \text{ m}^2$ und sollte eine glatte stabile Oberfläche aufweisen (möglichst ein Pfeiler). Um gute Meßergebnisse zu erhalten, sollten während der Messungen die seismischen Störungen auf der Station gering sein und eine stabile Umgebungstemperatur von mindestens 15°C erreicht werden. Die Stationen sollten möglichst auf gewachsenem Fels gegründet sein, und die unmittelbare Umgebung des Meßpunktes sollte keinen unmodellierbaren Massenänderungen unterliegen.

Beteiligte Institutionen / Participating Institutions

Adresse Address	Teilnehmer Participants
<u>Federal Republic of Germany</u>	
ADF Aerodata Flugmeßtechnik GmbH Hermann-Blenk-Str. 36 D-38108 Braunschweig	2
AWI Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße D-27568 Bremerhaven	27
BKG Bundesamt für Kartographie und Geodäsie Richard-Strauss-Allee 11 D-60598 Frankfurt (Main)	1
DWD Deutscher Wetterdienst Seewetteramt Postfach 30 11 90 D-20304 Hamburg	2
HSW Helikopter-Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 D-22393 Hamburg	4
GEOMAR GEOMAR Forschungszentrum für marine Geowissenschaften an der Christian-Albrechts-Universität Wischhofstraße 1-3 D-24148 Kiel	17
GPI Geologisch-Paläontologisches Institut Hermann-Rodenwald-Straße 9 D-24118 Kiel	4
GIK Geodätisches Institut Karlsruhe Universität Karlsruhe Englerstraße 7 D-76128 Karlsruhe	1
GTG GEOMAR, Technologie GmbH Wischhofstraße 1-3 D-24148 Kiel	1
MIN Min.-Petrolog. Institut Christian-Albrechts-Universität Olshausenstraße 40-60 D-24118 Kiel	2
TUBAF Institut für Mineralogie TU Berg-Akademie Freiberg Brennhausengasse 14 D-09596 Freiberg	2

TUD	Institut für Planetare Geodäsie TU Dresden D-01062 Dresden	2
<u>Österreich</u>		
IfH UI	Institut für Hochgebirgsforschung der Univ. Innsbruck Innrain 52 A-6020 Innsbruck	1
<u>Schweiz</u>		
PI	Physikalisches Institut Universität Bern Sidlerstraße 5 CH-3012 Bern	2
<u>Vereinigte Staaten von Amerika/USA</u>		
NRL	Naval Research Laboratory 4555 Overlook Avenue SW Code 7420-CH/Marine Physics Washington DC 20375-5350, USA	1
OSU	Oregon State University College of Oceanic & Atmospheric Sciences Corvallis, OR, 9733-4501, USA	1
<u>United Kingdom</u>		
BAS	British Antarctic Survey High Cross Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom	11

Fahrtteilnehmer/ Participants

Ackermann	Dietrich Bernh.	MIN
Anderson	Phil	BAS
Beck	Denise	GEOMAR
Bohrmann	Gerhard	GEOMAR, Kiel
Cherkis	Norman	NRL
Chin	Carol	OSU, USA
Christen	Sven	AWI
Cobbert	Neil	BAS
Dählmann	Anke	GEOMAR
Devey	Colin	GPI
Dijkstra	Semme	AWI
Domeyer	Bettina	GEOMAR
Drücker	Cord	AWI
Drebing	Wolfgang	AWI
Ebbeler	Alexandra	AWI
Eilrich	Bernd	GEOMAR
Ewald	Horst	HSW
Feldt	Oliver	HSW
Finkenberger	Bettina	MIN
Fretzdorff	Susanne	GEOMAR
Fürhaupter	Karin	GEOMAR
Gaw	Viola	AWI
Geibert	Walter	AWI
Geiß	Markus	GIK
Gödecke	Lothar	ADF
Golding	Dean	BAS
Greinert	Jens	GEOMAR
Hannappel	Marc	AWI
Haeschen	Katja	GEOMAR
Hermichen	Wolf-Dieter	AWI
Hill	Heinz-Günther	DWD
Hinz	Friedel	AWI
Jung	Carmen	GEOMAR
Koschinski	Peter	AWI
Kulescha	Friedhelm	GTG
Lammers	Stephan	GEOMAR
Levold	Carola	GEOMAR
Lothammer	Alexander	BKG
Meyer	Uwe	AWI
Möller	Helge	GPI
Moore	John	BAS
Murray	Jason	BAS
Müller	Annegret	AWI
Müller	Norbert	AWI
Müller	Sandro	TUD
Niederjasper	Fred	AWI
Nolting	Michael	AWI
Oerter	Hans	AWI
Parkinson	Gerry	BAS
Patzelt	Gernot	IfH UI
Petersen	Sven	TUBAF
Pogorzalek	Joachim	AWI
Porthun	Carsten	AWI

Rulfi	Heinrich	PI
Rehdor	Gregor	GEOMAR
Riley	Teal	BAS, Cambridge, UK
Rose	Mike	BAS
Rülke	Axel	TUD
Sahling	Heiko	GEOMAR
Schumann	Marcus	TUBAF
Schümann	Torge	GPI
Schenke	Hans Werner	AWI
Schwarz-Schampera	Ulrich	IfM
Smith	Anthony	BAS
Sommer	Stefan	PI
Sonnabend	Hartmut	DWD
Suess	Erwin	GEOMAR
Usbeck	Regina	AWI
Valbonesi	Barbara	GEOMAR
Verhozin	Andrey	HSW
Wachs	Peter	ADF
Wallmann	Klaus	GEOMAR
Wasserthal	Claus	HSW
Walter	Hans-Jürgen	AWI
Weber	Kurt	AWI
Wehrbach	Johann	AWI
Weynand	Markus	AWI
Whittamore	Les	BAS
Wilhelms	Frank	AWI
Wlochowicz	Dirk	AWI
NN		BAS

Schiffspersonal/Ship's crew - ANT XV/2

Kapitän/Master	Pahl, Uwe
1. Offizier/Officer	Schwarze, Stefan
1. Offizier/Officer	Rodewald, Martin
Ltd. Ingenieur/Ch.Eng.	Knoop, Detlef
2. Offizier/Officer	Spielke, Steffen
2. Offizier/Officer	NN
Arzt/Doctor	Baehr, Martin
Funkoffizier/R. Officer	Koch, Georg
2. Ingenieur/2. Eng.	Erreth, Mon. Gyula
2. Ingenieur/2. Eng.	Ziemann, Olaf
2. Ingenieur/2. Eng.	Fleischer, Martin
Elektroniker/Electron.	Lembke, Udo
Elektroniker/Electron.	Muhle, Helmut
Elektroniker/Electron.	Greitemann-Hackl. A.
Elektroniker/Electron.	Roschinsky, Jörg
Elektroniker/Electron.	Muhle, Heiko
Bootsmann/Boatsw.	Clasen, Burkhard
Zimmermann/Carpenter	Reise, Lutz
Matrose/A.B.	Gil Iglesias, Luis
Matrose/A.B.	Pousada Martinez, S.
Matrose/A.B.	Kreis, Reinhard
Matrose/A.B.	Bohne, Jens
Matrose/A.B.	Schultz, Ottomar
Matrose/A.B.	Burzan, G.-Ekkehard
Matrose/A.B.	Pulss, Horst
Matrose/A.B.	Hartwig, Andreas
Lagerhalter/Storek.	Müller, Klaus
Maschinenwart/Mot-man	Ipsen, Michael
Maschinenwart/Mot-man	Voy, Bernd
Maschinenwart/Mot-man	Grafe, Jens
Maschinenwart/Mot-man	Hartmann, Ernst-Uwe
Maschinenwart/Mot-man	Preußner, Jörg
Koch/Cook	Haubold, Wolfgang
Kochsmaat/Cooksmate	Völske, Thomas
Kochsmaat/Cooksmate	Martens, Michael
1. Stewardess	Jürgens, Monika
Stewardess/KS	Dähn, Ulrike
2. Stewardess	Dzyborra, Bärbel
2. Stewardess	Deuß, Stefanie
2. Stewardess	Neves, Alexandra
2. Steward	Huang, Wu-Mei
2. Steward	Mui, Kee Fung
Wäscher/Laundrym.	Yu, Kwok Yuen

ANT XV/2
FS "Polarstern"

09.11.1997 - 11.01.1998/ Kapstadt - Kapstadt

Chief Scientist:
Dr. Hans Werner Schenke

1. Summary

"Polarstern" will leave Cape Town on November 9th, 1997 for the second leg of the cruise ANT-XV heading towards the German wintering station Neumayer. The main objective of the expedition is to perform marine geoscientific investigations in the area of the South Sandwich Arc and the South Shetland Islands. Also a logistic mission for the Neumayer station and for the field campaign of the European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA) will be carried out.

On the direct route to the Neumayer station "Polarstern" will pass the drilling sites of the Ocean Drilling Program (ODP) of the "Joides Resolution" leg 177 (Dec. 97 - Feb. 98). At the planned bore sites sediment echosounding with Parasound and a multibeam survey with Hydrosweep will be performed to support in situ the site selection. The data will be supplied to the ODP.

"Polarstern" shall reach Neumayer on 17th November. If the ice situation permitting disembarkation of the EPICA participants and the scientists from the British Antarctic Survey as well as the unloading of fuel will take place at Atka Bay. In the case of an unfavourable sea ice situation the unloading and disembarking will be done by helicopter. On board of "Polarstern" a remote sensing system for satellite images recording and processing is available to observe the ice conditions.

The EPICA presite survey program includes extensive glaciological and geophysical work in the Dronning Maud Land, it will be supported by the two DO-228 AWI aircrafts. An overland traverse will lead into the Kottas Mountains, where an existing base camp and landing strip will be used for aero-geophysical flight operations with "Polar 2", and for transports of an ice core drilling party with "Polar 4" to various bore sites in that region. GPS-observations on a fixed geodetic reference site will be carried out, and glaciological work will be performed en route. Within the program EMAGE (East Antarctic Margin Aeromagnetic and Gravity Experiment) airborne magnetic and gravimetric measurements will be performed.

After approximately two days "Polarstern" will leave the Atka Bay sailing towards the South Sandwich Islands. The transit over a distance of 900 nM can be made within three to four days. Reconnaissance surveys with Hydrosweep and Parasound will be performed for the marine geological program east of the South Sandwich Trench. The cruise will then continue in the direction of the South Shetland Islands. The Bransfield Strait will be investigated for hydrothermal activities based on existing multibeam data and other marine geological information.

The Kiel groups of marine petrology/geochemistry of the Institute of Geology and Palaeontology (GPI) and the Department of Marine Environmental Geology of GEOMAR Research Center will carry out interdisciplinary studies on material exchange, fluid circulation and the genesis and evolution of active plate boundaries in the Scotia-Sea during the cruise. In addition, studies on the sea floor, in the water column and on land together with the AWI.

Several small lithospheric plates have developed in the Scotia Sea between the large South American and the Antarctic plates. Here processes of material exchange at both diverging plate margins with active volcanism and hydrothermalism (Sandwich and Bransfield Rift) and at converging plate margins with subduction of the lithospheric plates and the resulting filtration of cold fluids (cold seeps, cold vents) will be studied (Shetland and Sandwich Arcs). The areas to be investigated will be first mapped and investigated using sediment echosounding data before being studied by TV sled (OFOS) along selected tracks and selectively sampled by TV grab after detection of hot/cold active fluid vents. Pinpointing of these generally small (in most cases only a few square meters in diameter) venting sites will be supported by CTD

measurements and methane analyses of water column samples. Important analyses, especially of the pore water chemistry (nutrients, Si, H₂S, O₂, pH) and the lithologic/geologic descriptions of sediments/rocks will be done aboard RV "Polarstern".

Sampling of volcanic rocks on some of the Sandwich Islands will make an important addition to the marine geological studies.

During the entire expedition the marine gravity meter, the sediment echosounder Parasound, and the multibeam system Hydrosweep will be operated. In order to improve the knowledge of the geological structures in the Southern Ocean, all tracks on the transit profiles are placed in unsurveyed areas. The bathymetry program to a certain extent is linked to the marine geological work. High resolution bathymetry is required to survey exactly the boundaries of the tectonic plates. Large scale bathymetric charts will be used in areas of special investigations with the OFOS. The systematic bathymetric survey between South Sandwich Trench and South Orkney Ridge which was started in 1995 with the "Akademik Boris Petrov" during the GAP Expedition, will be completed.

The occurrence and fate of trace organic compounds in Antarctic water masses are studied by the marine organic chemistry group. The concentrations gradients of biomarkers in surface and bottom water will be determined when crossing the southern fronts and sailing along melting ice edges in the Weddell and Scotia Seas. For these studies, large water volumes will be taken using 400 l stainless steel samplers. In geologically active zones like in the Bransfield Strait the occurrence and distribution of thermogenic organic compounds will be studied from surface sediments in hydrothermal source areas.

It has been shown in recent studies that iron plays an important role in controlling primary production in the Southern Ocean. Within the marine-geochemical program the transport mechanisms of iron in the Antarctic circumpolar current will be studied. A new towed fish used for water sampling will be developed in order to avoid contamination by the ship. Water samples collected en route and at geological stations will be analysed in the clean lab container.

As part of the marine biological program sampling of natural diatom from surface waters in various temperature and salinity environment is planned in order to test the oxygen isotope signal of biogenic opal as a proxy for paleotemperature. Oxygen isotope analysis will be performed by a step wise fluorination technique as well as by a method of controlled isotope exchange. The comparison of recent diatom values with d18 O-values of sediment diatoms from related sites is planned in order to estimate the isotope exchange reaction.

For the first time absolute gravity measurements will be performed with a free-fall gravity meter of the type AXIS FG5-101 in the area of the Antarctic Peninsula. It is planned to establish absolute gravity points on both sides of the Bransfield Strait on the geodetic fundamental station O'Higgins and on the Argentine/German base Jubany/Dallmann. In addition it is planned also to establish an absolute gravity point on Candlemas Island. The main objective of this program is to improve the quality of the gravity network in this region which was established using relative measurements. Furthermore, the absolute gravity points will be used for future geodynamic studies.

As a contribution to the GIANT (Geodetic Infrastructure in Antarctica) SCAR program automatic seismometers and GPS-receivers will be installed in cooperation with the British Antarctic Survey at the stations Signy, Candlemas, and South Georgia. On Candlemas a tide gauge will be installed and tied to the GPS point.

The expedition will end on January 11th, 1998 in Cape Town.

2. Scientific programme

2.1 Collision and Rifting of the Sandwich and Shetland Plates: Material exchange at typical collisional and divergent plate margins in the Scotia Sea (GEOMAR, GPI, AWI, OSU, BAS)

Perspective of the project

The South Sandwich and South Shetland Island Arcs represent an exceptional configuration in Atlantic plate tectonics. While the continental margins of the Pacific, which are dominated by active plate convergence, are often characterized by the development of large accretionary sediment wedges, the Atlantic Ocean, which is mainly surrounded by passive continental margins, has only small-scale subduction zones and, thus, smaller accretionary sediment accumulations. The South Sandwich and South Shetland Island Arcs represent such subduction regions, the former involving the collision of two oceanic plates, the latter the collision of oceanic and continental crust (Fig. 2.1.1). The main objectives of the project are to study the material exchange processes in these two convergence zones.

Between the South American and Antarctic Plate, in the area of the *South Sandwich Convergence Zone*, the Scotia Plate is limited by transform faults to the north and south and by an expansion zone with active back-arc spreading to the east. To the east the South Sandwich Plate is generated by back-arc spreading. The active processes of formation and destruction of oceanic crustal parts can be studied side by side in a confined space. Two young regions of oceanic plates collide here with biogenic-opal dominated sediment - originating in the area of the polar front and south of it - subducting in the deep-sea trench.

The return flow, via the island arc volcanism, of subducted material from the mantle to the Earth's surface is currently studied intensively. In this respect, the opal-rich sediments being subducted at the South Sandwich arc represent a geochemical end-member, and thus the South Sandwich Subduction Zone can be thought of as an end-member in the range of global subduction structures.

A rift zone is developed in the Bransfield Strait in the back-arc area of the *South Shetland Convergence Zone*. The rift process is today still active, in contrast to rifting at the Drake Ridge that stopped at the time of the Magnetic Anomaly 4 and is or was responsible for the collision in the South Shetland Trench. In a variety of previous studies, evidence for hydrothermal activity, such as the formation of hydrothermal hydrocarbon and the input of mantle helium (^3He), in the back-arc basin has been documented. Extensive studies of volcanic lavas and pillow basalts in the off-ridge and on-ridge area of the Bransfield Strait suggest a contribution of up to 2% of continental material to the magma formation.

Important questions concerning the material exchange are to be studied in both areas during the cruise ANT-XV/2. The joint objectives and the scientific approach and methods are summarized as follows:

Hydrothermalism and active collision venting

- Imaging of fluid and gas vents by video surveying with a TV sled and sampling of precipitates with a TV grab in the area of the South Sandwich Trench, the rift zone, the Bransfield Strait and the South Shetland Trench.
- Regional extent of possible hydrothermal plumes and subduction vents in the water column by CTD and tracer surveys (methane, helium, manganese and corresponding isotopes) and their effects in the sediment.

Petrology, geochemistry

- Petrologic and geochemical characterisation of the South Sandwich Island volcanoes (helicopter land sampling) and of the back-arc volcanic rocks (sampling from the vessel).

Sedimentology

- Regional distribution of sediments on the subducted and the newly formed crust by Parasound surveying.
- Determination of the presence of a sediment accretionary wedge in the South Sandwich Trench and the structure of the outer-arc high in the fore-arc area.
- Fluid transport in the sediment with the help of pore water profiles; comparison between active cold-vent fields and areas without venting.

Regional tectonics

- Differentiation of tectonic units in the collision and spreading areas by Hydrosweep surveying.
- Linkage of tectonic events and hydrographic parameters by paleoceanological indicators.

Mass balance

- Estimating the percentage of subducted material of the South American Plate in the chemical composition of the South Sandwich Island Arc and back-arc volcanic rocks.
- Estimating the volume and composition of the lithospheric plate that is added to the deeper mantle.
- Reconstruction of the crustal material exchange with the atmosphere and hydrosphere (e.g. CO₂, CH₄, H₂O)

Geological overview

Bransfield Strait and Rifting

The Bransfield Strait is a marginal basin between the South Shetland Islands and the tip of the Antarctic Peninsula which has been formed by rifting of a continental volcanic arc. To the west and the east the rifting processes observed in the Bransfield Strait are regionally limited by landward extension of the Hero fault zone and the Shackleton Transform Fault (Fig. 2.1.1). Because of these two faults, the Shetland microplate is separated from the rift and the subduction zone of the South Shetland Trench. In the area of the South Shetland Trench a segment of oceanic crust is subducted under the Antarctic Plate which existed as an individual microplate until about 4 m. y. ago and had different names such as Drake Plate, Aluk Plate or better Phoenix Plate. In the area of the Hero Fault Zone from south-west to north-east the age of the subducted former Phoenix Plate increases from ca. 14 m. y. to ca. 23 m. y. Although the subduction zone is seismically quiet, subduction of the Phoenix plate at an angle of 25° can be reconstructed well by refraction seismicity. It is, thus, unclear whether the aseismicity can be explained by the fact that the convergence movements of the Shetland Microplate and the Antarctic Plate are currently only very small or if the movement has completely stopped.

The Antarctic Peninsula itself is the product of subduction processes over the last 200 m.y., whereas the majority of the rocks exposed on land can be attributed to several episodes of continental arc volcanism older than 20 m.y. Present-day volcanism in the Bransfield Strait began about 300 000 years ago, the magmatic chemistry shows both signatures of Mesozoic-Tertiary arc volcanism and transitions between arc and back-arc volcanism. Because of the high heat flux, the active volcanism of the South Shetland Island, the extensional fault tectonics and the source locations of earthquake activity, the Bransfield Strait can be considered as a basin still under formation by extensional tectonics.

The extension processes of the Bransfield Strait, which have recently been well-documented by relatively shallow earthquakes, began less than 4 m. y. ago (probably less than 1.5 m. y. ago) and resulted from the cessation of spreading between the Antarctic and Phoenix Plates.

The study of seismic refraction results shows that the continental crust is thinned out in the area of the Bransfield Strait and that it is composed of crustal material of greater density (Fig. 2). The active rifting processes are documented by an extensive sample net of heat flow measurements in the Bransfield Strait.

South Sandwich Plate

The South Sandwich (micro) plate is located in the area of the Scotia Sea in the South Atlantic at ca. 60° south and near 30° west. To the north and east it is bounded by the South American Plate and to the south by the Antarctic Plate (Fig. 2.1.1). The Scotia Plate lies to the west of the South Sandwich Plate. In the course of the most recent (<8 million years old) of several episodes of back-arc extension which have occurred since 30 m. y., the South Sandwich Plate has been formed at the South Sandwich spreading centre. This volcanism occurs along the Scotia Rise (also called South Sandwich Spreading Center) forming the western margin of the Sandwich Plate.

The eastern margin of the Sandwich Plate is marked by a convergence zone along which the South American Plate, formed at the Mid-Atlantic Ridge, is subducted under the Sandwich Plate. As a result an island arc, the South Sandwich Islands, has been developed. These islands extend over a north-south distance of ca. 350 km at the eastern margin of the Scotia Sea. The oceanic crust of the Sandwich Plate under the islands is 8 m. y. old. The island arc includes 11 larger islands and a large number of smaller islands (Fig. 2.1.3).

The Sandwich Plate migrates at up to 70 mm/year eastward across the South American lithospheric plate. A seismic Benioff Zone has been followed to depths of up to 180 km the extent. Much younger oceanic crust is subducted in the southern part than in the northern part of the South Sandwich Convergence Zone because of the large angle between the spreading axis producing the South American Plate in the South Atlantic and the island arc. Along the island arc the age of the subducted plate varies very strongly from about 20 Ma in the south and about 80 Ma in the north. Thus, the relative proportions of sediment and basaltic crust supplied to the subduction zone are highly variable. Such strong age variations of the subducted plate along a single island arc are unique in the world.

Up to now geochemical-petrographic investigations on a few volcanic rocks of the South Sandwich Islands and on four dredge samples that were obtained during a campaign of R.R.S. "Shackleton" (1961) have been published. The back-arc volcanic rocks were classified as basalts according to their major element composition. Large-scale investigations on the petrogenesis of the South Sandwich Plate magmatism and modern ultra trace element and isotope determinations of volcanic rocks which could serve as the basis of mass balancing have not yet been thoroughly carried out.

Scientific work

Cold vent studies (GEOMAR)

Different aspects of fluid circulation will be studied focussing on the quantitative input of gases and fluids into the hydrosphere. Also indications for channelling structures and flow mechanisms and their relationships to the geological/tectonic structures of the accretionary wedge will be investigated. Characterisation of fluids at the time of precipitation and, thus, in the past are possible because of mineral manifestations at seeps often in the form of carbonate crusts.

GEOMAR has already carried out investigations on circumpacific plate tectonics in the Cascadia subduction zone off Oregon, the Peru continental slope, the northwestern accretionary wedge of the Aleutian Trench in the Gulf of Alaska and in the Japan Trench.

Occurrence and distribution of vent fields

Investigations are carried out in the water column to study the occurrence of active fluid vents. Both methane anomalies and total dissolved manganese (TDM) are detected by means of water samples (CTD). They indicate active venting at the sea floor. After bathymetric surveying by Hydrosweep/Parasound and with other geologic and geophysical information, cross sections will be determined to be observed by TV-sled OFOS (Ocean Floor Observation System). Distribution and character (irregular, along lineations) of fluid vents, which are often characterized by chemosynthetic organism associations, will be mapped by sled. With parallel

profiles fluid vents can often be classified as belonging to morphologic/geologic structures (scarps, faults, joint systems, layer outcrops).

Sampling of vents and their chemical characterisation

Sampling of vent areas can be carried out after finding the position and mapping of vents both in rift areas and plate tectonic collision areas. The TV grab is a useful means of sampling sediments, precipitates and vent organisms. The TV grab deployments will be complemented by sediment core sampling (multi corer, box sampler) in the immediate vent area. Apart from trace gases, samples will also be taken for strontium isotopes, trace elements and $^{13}\text{C}/\text{D}$ isotopes of CO_2 and methane. Great progress has recently been made in the diagnosis of subduction induced tracers. The elements Li, Ba, Sr, B, Br and Be and their isotopies are considered as such tracers. The input to the sea of such elements at subduction zones ranges in the order of the river input which points to an important role for subduction de-watering in the oceanic material cycle.

Furthermore, the different reservoirs can be characterised by ^3He and ^4He isotopes which are imprinted on a reservoir material e.g. the fluid circulating in the sediment. In turn, $^3\text{He}/^4\text{He}$ measurements on fluids allow conclusions about the prevailing geochemical conditions of the process studied. With the help of isotopic signatures, it becomes clear if and to what extent the fluids discharged have been exposed to crustal and mantle influence. In mainly radiogenically influenced fluids, e. g. accretionary sediments, ^4He production additionally provides information on the retention period of the fluids in the sediment deposit, as the degree of radiogenic influence is mainly subject to the accumulation retention period (uranium contents of the sediment). Thus, the retention period of fluid in the sediment can be inferred from the helium signal.

Studies on the hydrothermalism/volcanism (GPI)

The Institute of Geology has long had a focus on studies of volcanism and hydrothermalism at convergent and diverging plate boundaries and hot spot volcanism (intraplate volcanism). Investigations were carried out both in the North Atlantic and Pacific. Hot spot studies have shown that subduction of oceanic crust is the main process involved in the formation of hot spot sources. Sampling and observation of hydrothermal sources and cold vents will equally be done by OFOS-, CTD- and TV-grab deployments which will then be complemented by dredge samples.

Petrological and geochemical characterization of South Sandwich Island volcanoes and back-arc volcanic rocks

Highly precise analyses of low-concentration trace elements from magmas of the South Sandwich Plate are relatively scarce. These low-concentration elements (such as Nb, Ta, heavy rare earth elements Gd-Yb) are the key to the petrogenesis of magmas from island arc and back-arc areas of convergence zones. The main objective of the petrologic-geochemical analyses during and after ANT XV/2 is to collect and investigate a representative set of fresh samples from the back-arc spreading ridge for which the high-resolution ICP-MS analysis at the Institute of Geology and Paleontology will be important. Together with supplementary analyses from the island arc (from the literature and in collaboration with colleagues from the British Antarctic Survey), of sediments from the fore arc and the knowledge of chemical composition of basalts from the plate that is going to be subducted the following questions will be answered:

- How is the geochemistry of recent convergence zone magmas (variations in the chemistry along the back-arc ridge or island arc) influenced by the different plate ages of the subduction zone?
- What are the fractionation processes that occur in the back-arc and island arc areas? What phases fractionate and to what extent?
- How homogeneous or heterogenous is the back-arc system (are compositional variations related to crustal structures such as transform faults or ridge offsets?)

For this purpose detailed sampling of the back-arc ridge will be carried out.

Lithospheric plate - mantle wedge - island arc - back-arc system

In a subduction zone, the subducted plate is partly dehydrated and possibly dissolved. The components released from the submerging plate return to the Earth's surface together with the island arc or back-arc volcanism. The remaining plate material descends deeper into the Earth's mantle where it accumulates to form the hot spot source. Thus, production and subduction of oceanic plates represents the largest mantle modifying process and one of the most important material fluxes of the entire Earth.

The chemistry of hot spot sources is relatively well known. Precise estimates of the composition of the submerging lithospheric plate after its transit through the subduction zone, i.e. after its contribution to the collision magmatism have however not yet been made. Geochemical information from the investigations of the ridge and island arc magmas are used together with estimates of the volume of material that is subducted annually for mass balancing between input by subduction (and possibly by the overlying mantle wedge) and output in the form of volcanism and the submerging, dehydrated and possibly also partly dissolved plate. By this, we hope to close the geochemical cycle of oceanic plate - subduction zone - intraplate (hot spot) volcanism.

Polar planktonic foraminifera
(GEOMAR)

The main goal of the project "polar planktonic foraminifera" (K. Fürhaupter) is to provide a better understanding of the oxygen and carbon isotopic composition of living planktonic foraminifera in relation to the isotopic composition of the surrounding water. Therefore, the isotopic composition of foraminiferal calcite and of water samples will be analysed (Isotope laboratory at GEOMAR and Leibniz Laboratory at CAU, Kiel). Additionally we will investigate the depth of habitat and of calcification of each foraminiferal species as a function of the different polar environments and hydrographic parameters (sea ice coverage, T, S, nutrients etc.). The results of these investigations will provide necessary information for the interpretation of palaeoceanographic time series. Additionally these results can be used for the estimation of the extent of antropogenic input of CO₂ into the ocean.

We plan to collect foraminifera from plankton samples for conservation and for culturing of living material. A multinet (ca. 15 stations; 64mm mesh; max. 500 m water depth) will be run for plankton samples parallel to CTD and rosette to provide matching hydrographic data and water samples for d¹⁸O, d¹³C and nutrient analysis.

Sampling is planned in cooperation with the group "dominant diatoms" and the CTD group. If possible, the multinet stations will be taken on a north to south transect from the Polar Frontal Zone to the Bransfield Strait. Additional stations are planned independently of the geographic position to collect foraminifera for culturing experiments.

Distribution of dissolved methane and its d¹³C
in the Weddel Sea and the Weddell-Scotia-Confluence
(GEOMAR)

During the expedition, the methane concentration of surface water and of the atmosphere will be continuously measured, and the spatial distribution of dissolved methane will be investigated in detail. Of particular interest here is the methane content of relatively young intermediate and deep waters. In addition to the concentration measurements, water samples will be collected for shore-based determination of the stable carbon isotope ratio of the dissolved methane.

Recent studies indicate that the methane content of open ocean surface waters is near equilibrium with the atmospheric partial pressure. This has more than doubled in the last 150 years. Although methane is consumed in the deep sea, the vertical distribution of this gas at the European margin near Ireland is quite similar to other transient tracers (results from cruises M27/1, OMEX). Of these two influences, only microbial oxidation of methane would lead to a strong fractionation of the isotope ratio taken up in the sea.

The overall goal of this investigation is to separate the two effects on the dissolved methane distribution, namely (a) changing uptake of methane from the atmosphere and (b) microbial oxidation.

Work Program

- a) The surface water and atmosphere will be sampled continuously underway every 20 minutes. The former will be supplied on board through the ship's seawater pumping system.
- b) Discrete water samples for on board analysis of dissolved methane will be taken at about 20 stations. The samples will be extracted from the Rosette Niskin bottles with a large volume glass syringe.
- c) Samples for isotope analysis, corresponding to those for the concentration measurements, will also be drawn from the Niskin bottles. These analyses will follow after the cruises in a shore-based mass spectrometry laboratory.

Oxygen isotopes in marine diatoms (GPI, GEOMAR)

During RV "Polarstern" cruise ANT XV/2 sampling of natural diatoms from surface waters in various temperature and salinity environments is planned in order to test the oxygen isotope signal of biogenic opal as a proxy for palaeotemperature. Oxygen isotope analyses will be performed by a stepwise fluorination technique as well as by a method of controlled isotope exchange. The comparison of recent diatom values with $d^{18}O$ values of sediment diatoms from related sites is planned in order to estimate the isotope exchange reactions.

2.2 Bathymetry data collection and processing with the Hydrosweep DS II Multibeam system (AWI, NRL)

Work in the AWI bathymetry group concentrates on the charting at 1:1,000,000 scale of the German work areas in the polar regions by compiling pre-existing data and performing high accuracy (scale 1:100 000) surveys in selected areas. One of the long-term goals is to obtain complete coverage of the Weddell Sea and its surrounding areas.

The Weddell- and Scotia Sea regions are of great interest as one of the few controversies left in the effort to 're-unite Gondwana' is how to reconstruct the continental fragments in this area. One of the most challenging problems is the explanation of the overlap between the Antarctic Peninsula with the Falkland Plateau. New data have led to complex models involving the movements of several microplates; these models have not yet found general acceptance. Detailed multibeam sonar surveys will allow for accurate description of pre-breakup morphological features and thus may assist in improving the plate separation models.

The bathymetric surveys planned for the cruise ANT XV/2 (Fig. 2.2.1) will focus on obtaining full coverage in both the South Sandwich fore- and back arc regions, as well as the Bransfield Rift and South Shetland fore arc region. Both the South Sandwich as well as the South Shetland areas are of special interest as they contain active tectonic convergence zones, this in stark contrast to the rest of the Atlantic continental margins that are predominantly passive. Both these areas show volcanic and hydrothermal activity. It is our goal to complement previously collected multibeam sonar data available for these areas and to create detail maps from both bathymetry as well as side scan sonar (i.e. seabed surface sediment distribution, cf. Fig. 2.2.2) data.

The proposed survey area for the South Sandwich region encompasses the entire Sandwich oceanic crust microplate. This area is limited by an active back arc spreading centre to the west (South Sandwich Spreading Centre), the South Sandwich Trench to the east, and transform faults to the North and South (extensions of the North- and South Scotia Ridges) and contains an island arc (South Sandwich Islands). The plate moves at a rate of up to 70 mm per year eastwards thus forcing the oceanic crust South American Plate to subduct the plate at the South Sandwich Trench.

The proposed survey area for the South Shetland region encompasses the Shetland microplate. The plate is defined by the volcanic rift axis of the Bransfield Strait marginal basin in the south-east, the South Shetland trench in the north-west, the Hero Fracture Zone in the south-west, and the Shackleton Fracture Zone in the north-east and contains the South Shetland Island arc. In contrast to the South Sandwich microplate this plate is a continental crust plate that is subducted by the "Former Phoenix" oceanic crust plate.

STN Atlas Hydrosweep DS II Multibeam Sonar

Cruise ANT XV/2 will mark the first operational use of the STN Atlas Hydrosweep DS (Fig. 2.2.3) II system. In October 1997 this system will replace the current Hydrosweep DS installed on board of "Polarstern". The system will be used for obtaining bathymetry data, sidescan seafloor imaging and the calculation of seafloor backscatter coefficients from reflectivity measurements on the individual beams.

The DS II operates at the same frequency (15.5 kHz) as its predecessor and will use the existing transducer array. The maximum operating depth is specified at >10,000m within a swath angle of 60°. At 8000 m the specified coverage is 90° and a 120° swath width may be used for depth <4000 m. The specified minimum operating depth is 10 m; this extremely short range is achieved through reducing the active area of the arrays.

The most significant differences to the current installation are that the side scan sonar extension will now form an integrated part of the system, a much more powerful signal processing unit is installed, a re-designed beamformer is used, a single UNIX work station replaces the existing process computer and operating console, and the collected data is stored in the "SURF" data format, which is the standard for all STN Atlas multibeam systems.

The DS II transmits 15.5 kHz signals with a bandwidth of 1.2 kHz using two modes. The Omni Directional Transmission (ODT) mode is used at depths less than 1000 m; for greater depths the Sectoral Direction Transmission (SDT) mode is used. The switch over between these modes occurs automatically. For reception the DS II system uses 59 directional filters that, in effect, create the 59 Pre-Formed Beams (PFBs). Depending on swath width, either a fixed fan with a beam spacing of 2.3°, or a fan alternating between port and starboard with a beam spacing of 1° is used.

The system has two operational modes. The first is a shallow water mode (10-100 m depth) in which the Source Level (SL; Intensity in dB at 1m from transducer) is >210 dB re. 1µPa, the beamwidth per Pre-Formed Beam (PFB) is 4.5° and the reception Directivity Index (DI; ratio of noise power received by omni directional transducer to that received by directional transducer in dB) is better than 23 dB. The second mode is the deep water mode (depth > 100 m) in which either ODT or SDT may be used. In SDT operation the SL is >237 dB re. 1µPa, in ODT operation the SL is >220 dB re. 1µPa. In both transmit modes the PFB beamwidth is 2.3° and the reception DI is better than 27 dB. Switch over between the shallow and deep water operational modes takes place automatically. The time interval between transmit events (pings) is dependent on water depth and is on the order of approx. 1 second plus one or two seconds for every 500 m of water depth (approx. 15 s at 5000 m depth).

The DS II system provides a sidescan emulation algorithm that is contained in the signal processing software. This provision of synthetic sidescan data allows for the registration of fine scale bottom structures. The sidescan data are formed by sampling the envelope of the signal returned along the main acoustic axis of each beam. All the returns are then de-convolved with the associated PFB functions and combined to form a total signal envelope for the entire swath. Using the bathymetric information contained in the same acoustic data, the travelling times are converted to cross-track distances; the results are then stored in two arrays of each 1024 elements. The result is geo-referenced sidescan data that can immediately be compared to the co-registered bathymetry data, as well as other ancillary data.

The final form of data supplied by the DS II system are calculated backscatter coefficients. The angular dependency of backscatter strength is a key parameter for the determination of sea bed

characteristics. The DS-II system is particularly well suited for the collection of this type of data in comparison with other multibeam sonar systems as it provides a direct method for the determination of angular dependency of the backscatter coefficients using the along track swath orientation. Note that in order to establish the local surface normal w.r. the z - axis defined by the ships attitude sensor (relative to which all measurements are made) the area inclination must be known and thus full coverage of an area needs to be obtained. This prohibits collecting fully calibrated backscatter in real time. Due to the strong dependence of backscatter strength on angle of incidence it is essential that the angle of incidence of the propagating wave front of the transmitted signal with the sea bed is modeled correctly. The along track swath orientation has the added advantage that the apparent curvature of the seafloor that occurs as a result of incorrect refraction modelling can be removed, thereby strongly improving the accuracy of the estimated angle of incidence and thus the calculated backscatter coefficients.

Existing bathymetry data

Recently a number of multibeam bathymetry surveys have been carried out in the South Shetland area. Results were published by Klepeis et. al, 1990, Lawver, et.al., 1997 and Gracia, et. al. (Fig. 2.2.5), 1997. "Polarstern" also carried out a number of surveys in this area (Fig. 2.2.4).

For the South Sandwich area only very little multibeam sonar data are available (Fig. 2.2.6) United Kingdom vessels have recently carried out a survey in the backarc basin (in publication).

2.3. Sediment-echosounding with the Parasound system during ANT-XV/2 (AWI)

Parasound data will be recorded continuously during the expedition. These subbottom profiles together with already collected ones will be used for mapping sediment echo-types and interpretations of sedimentation processes. This information is a most important base for the selection of geological sampling sites later on.

On the proposed ODP drill sites (Leg 177, Dec. 1997 - Feb. 1998) a stationary recording of the sediment reflection pattern with different frequencies and pulse-lengths will be undertaken. These data will be compared to physical property measurements obtained from the drilled sediment cores.

2.4. Occurrence and fate of trace organic compounds in antarctic water masses. (AWI)

Concentration gradients of biomarkers in surface and bottom water

In order to characterise the source strength of biomarkers in the waters of the Southern Ocean compound levels are measured when crossing the southern fronts, particularly the polar frontal zone, and cruising along melting ice edges within the Weddell and Scotia Sea. Biomarkers will be accumulated from surface water by continuous centrifugal extraction. Diatom blooms are also investigated; plankton nets will be used to collect sufficient biomass for detailed chemical analyses (cooperation with project phytoplankton / Crawford).

Resuspension and dissolution of newly deposited particulate matter will be investigated in fracture zones and along deep channels (Shaka fracture zone, Orkney depths etc.). Advection of dissolved trace organic compounds will be followed and quantified. For this purpose large water volumes will be taken up close to the bottom using 400 l stainless steel samplers. Accumulation of trace organic compounds from the sampled water will be achieved by exhaustive circulatory extraction (cooperation with project bathymetry / Schenke).

During possible delays in front of Neumayer Station because of bad ice conditions surface sediments will be sampled from Maud Rise at different depths, and frozen for later analyses of biomarkers and their diagenetic products.

Occurrence and distribution of thermogenic organic compounds in bottom and deep water of geologically active zones

Possible recirculation of subducted biogenic matter from deep sediments into the ocean will be investigated near colliding plates. Fluxes of matter near the sea floor and at the sea surface are of outstanding importance to evaluate the global carbon cycle. Investigations will be carried out in the Bransfield Strait and the southern and central part of the Scotia Arc. Within these areas intense deposition of biogenic mud takes place into deep ocean trenches which may lead to thermogenic emission of methane and compounds of higher molecular weight in respective back-arc basins. Emissions may be confirmed from investigations of trace organic compounds in water above vent fields. Deep and bottom water will be sampled with 400 l stainless steel samplers at stations, where anomalies in methane and manganese concentrations have been identified which indicate hydrothermal input. Accumulation of trace organic compounds from the sampled water will be achieved as described above. Preliminary analyses of organic extracts will be performed on board using a field working GC/MS system and are aimed to discover thermogenic compounds and improve sampling. Surface sediments in hydrothermal source areas will be taken and analysed as supplement for water investigations (cooperation with projects geochemistry and geology / Stüß and Stoffers).

As far as possible benthic animals from vent fields (vesicomyid bivalves of the genus *Calyptogena*, polychaetes, sponges etc.) are sampled for chemical and microbial analyses. Animals will be quick-frozen in liquid nitrogen and stored deep-frozen before final work-up. Investigations are performed to get a basic knowledge on chemical structures and biological functions of primary and secondary metabolites in hydrothermal animals. Symbiotic benthic communities and sulfur containing natural products are considered particularly.

2.5. Investigation of possible transport routes of Fe into the Antarctic Circumpolar Current (AWI)

It has been shown that iron plays a role in controlling primary productivity in the Southern Ocean. The limited data on the distribution of Fe in surface waters of the ACC appear to support this growth-stimulating effect, but we do not know by what routes the iron reaches these surface waters. The major possibilities are: upwelling of deep waters, atmospheric inputs, and inputs from continental shelves. It is important to know which source is the major transport route, as this determines how primary production and CO₂ drawdown in the productive frontal regions of the ACC will react on changes in climate, like the changes in dust transport linked to glacial-interglacial transitions.

²²⁸Ra can serve as a tracer for one of these potential iron sources: prolonged contact of water masses with continental shelves. Radium²²⁸ in surface ocean waters is derived from sedimentary fluxes generated by the decay of ²³²Th which is ubiquitous in sediments. In estuaries, salt marshes, and on the continental shelf above fine-grained sediments, high flux rates and low water depths allow ²²⁸Ra to accumulate to high activities. If the enhanced Fe concentrations observed in surface waters near the Polar Front are due to shelf inputs, it is to be expected that these waters carry a ²²⁸Ra signal as well. The half life of ²²⁸Ra (5.8 years) is long enough to allow this signal to be advected in the Polar Front region from the south American continental shelf to the SE Atlantic before it disappears by radioactive decay.

The atmospheric input of Fe into the Southern Ocean is investigated by the analysis of aluminium, strontium and neodymium isotopes of suspended particles in the surface ocean. Dust particles brought into the ocean via eolian transport carry the ^{143,144}Nd and ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr signature of their source region. In the Atlantic sector of the Southern Ocean potential source regions are the Patagonian plains, oceanic islands, and the Antarctic Peninsula. The most

radiogenic $^{143}/^{144}\text{Nd}$ and least radiogenic $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ signature has been observed from oceanic islands e.g. the South Sandwich islands. Loess samples from Argentina carry a slightly less radiogenic $^{143}/^{144}\text{Nd}$ and slightly higher $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ signature. In contrast, moraine particles and shelf sediments from the Antarctic continent have very unradiogenic $^{143}/^{144}\text{Nd}$ and much more radiogenic $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios. Our objective is to identify the origin of the dust by comparing its isotopic signature with those of the different potential source regions.

We plan to develop a fish besides the ship to sample for Fe, Al Sr, Nd (and radionuclides) free from contamination by the ship, connected with a clean lab container via plastic tubing.

Distributions of ^{230}Th and ^{231}Pa in the surface ocean

^{230}Th and ^{231}Pa are natural radionuclides which are produced in the water column by decay of their dissolved progenitors ^{234}U and ^{235}U at a constant $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ activity ratio of 0.093. Both radionuclides are particle reactive with oceanic residence times for ^{230}Th and ^{231}Pa of 5-40 and 50-200 years, respectively. Due to its short oceanic residence time throughout the oceans the flux of ^{230}Th almost equals its local rate of production in the water column, whereas dissolved ^{231}Pa is transported laterally over thousands of kilometres and is preferentially removed to the sediment in regions of high particle fluxes. This basin-wide fractionation of the two radionuclides leads to high $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ ratios in oceanic sediments in regions of high particle fluxes (e.g. at the equator or at oceanic margins) strongly exceeding their production ratio of 0.093. These high values are compensated by values far below 0.093 in areas of low particle fluxes (e.g. in the central gyres). Based on this background the $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ ratio has been applied in dated sediment cores to assess past changes in mass flux and hence, of bioproductivity of the ocean. A relationship between the $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ ratio and the mass flux of particulate matter requires a constant fractionation of ^{230}Th and ^{231}Pa during adsorption on particles. However, this assumption is no more given in the Southern Ocean, where the Th/Pa fractionation factor (F) shows a strong N-S decrease with latitude. The latitudinal gradient of F leads to high $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ ratios in oceanic surface sediments south of the Polar Front, especially throughout the Weddell Sea. Conventionally, such a signal would have been interpreted as reflection of high productivity, in contradiction with the low productivity of this region.

Alternatively, the high $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ ratios of the surface sediments could also be the result of enhanced scavenging of ^{231}Pa relative to ^{230}Th during short-time high productivity events (plankton blooms) during austral summer. The initial high productivity $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ signal generated in the surface ocean during austral summer would then be rapidly transferred through the water column by fast sinking particles with sinking speeds of hundreds of meters per day. This is in contrast to published scavenging models which assume that the inventories of ^{231}Pa and ^{230}Th in the sediment result from continuous scavenging of both radionuclides throughout the whole water column, by slow sinking particles with residence times of several years. Typically, activities of ^{231}Pa and ^{230}Th in the surface ocean are extremely low, so that even quantitative stripping from this layer during a bloom period would not significantly affect their mass balance in the sediment. In contrast, as a result of deep upwelling, in the Southern Ocean activities of both radionuclides in the upper water column are strongly enriched, implying this layer to be a possible source to explain the $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$ signal in the sediment, although the data base is very scarce.

Therefore, we plan to measure the regional distributions of both radionuclides in the surface water across the ACC and throughout the Weddell Sea continuously, to better quantify their inventories in the euphotic zone. In addition, at two in situ pump casts the entire water column will be sampled by autonomous pumping units, filtering approx. 1000 l of seawater in 2.5 hours on two MnO_2 adsorbers in order to collect the particulate and dissolved fractions of the radionuclides. We are also planning to use in situ pumps in the vicinity of hydrothermal vents in order to study the associated effects of precipitation and scavenging.

2.6. Investigation of Diatom Population

Diatom populations at the Polar-Front and in the Bransfield-Straits will be sampled with nets in order to study the horizontal and vertical changes of the dominant diatoms in the population with living and fixed material. Morphometric studies from earlier expeditions will be compared with the new data and lead to a better understanding of the temporal and spatial changes in the population.

The following work will be carried out on board ship:

- Observations and photographic recording of the living material with an inverted photo microscope.
- Cells will be isolated from live samples and used to establish monospecific cultures for detailed investigations in Germany.
- Samples will be fixed in Formilin for further taxonomic and morphogenetic examinations. This material will also be used for electron microscopy.

The studies will be used to answer wider questions concerning the life-cycle of important Antarctic diatom species, viz.:

- In what biological conditions is the population found in terms of division-rate, chain-length and sexuality?
- What are the characteristics of the frustule in different stages of the life cycle of widely distributed diatoms, e.g. *Corethron* and *Fragilariopsis* ssp. and what role does morphological change play in the population dynamics?
- What do the morphometric relationships say about the survival strategy of *Corethron* and *Fragilariopsis* ssp.?

2.7. Presite survey EPICA-Dronning Maud Land 1996/97

Within the European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA) a deep borehole down to the sub glacial bed is planned to be drilled in Dronning Maud Land in the years 1999-2003. Before the deep drilling can start a pre-site survey will be carried out to measure all the parameters needed for numerical modelling of the ice sheet in this region. These input data are mainly surface topography, ice thickness, sub glacial bed topography, accumulation rates, surface temperature, flow velocity and strain. Later the results of the modelling work will be used to decide where to locate the deep drilling site. In addition the medium deep ice cores (ca 120 m, ice age about 1000 a) will provide data on the spatial and temporal distribution of major ion content, MSA, isotope content as well as the depth of total-beta-activity peaks.

This years field season is the third season within the pre-site survey. The campaign EPICA III-97/98 will cover the following major topics:

- An overland traverse leading 420 km southwards from the German wintering-over base Neumayer into the area of Heimfrontfjella, Kottasberge. The traverse will carry fuel and all other logistic equipment. On route glaciological work will be carried out as well.
- A base camp (at 74° 12.3' S, 9° 44.8' W, 1439 m a.s.l.) will be run for aircraft operations, and a small glaciological programme will be carried out in the vicinity of the camp site including GPS observations on a rock point. In addition a field lab for physical and chemical measurements on ice cores will be established and run during the season.
- A second traverse will lead from Kottas base camp via Strømmebakken onto the Amundsenisen (travel distance approx. 550 km). At two locations, 75° S and 0° and the final destination of the traverse route (ca 75° S and 6 °E), 120 m deep ice cores will be drilled. En route more firn samples will be collected by means of 10-m firn cores.

- Another drilling party will be flown on the inland ice to drill two ice cores at approx. 75.5° S, 3.3° W, 2700 m and at approx. 74.5° S, 2° E, 2850 m.
- The aircraft "Polar 2" will carry out airborne radio-echo soundings and aeromagnetics out of the base camp across DML. Thus the existing net work of ice thickness measurements will be enlarged and densified, especially in the vicinity of the ice-core locations.

2.7.2 **EMAGE'98** (East Antarctic Margin Aeromagnetic and Gravity Experiment) (AWI)

Introduction

Geophysical investigations of the last decade failed to unravel reliable time constraints for the break-up history of the Gondwana supercontinent in the Weddell Sea area. Besides the missing drill hole information, the main reason for this is that no clear sea floor spreading anomalies could be identified close to the continental margin. Even the published marine data are strongly in doubt for ages older than 130 Ma as the tracks are too sparse to allow a reliable correlation and interpretation. The oldest and most prominent magnetic sea floor anomaly is M13 identified from a Argentine-US magnetic survey carried out from South America. From its location to the continental margin there are almost 300 - 400 km which are not covered properly by magnetic surveys. Russian aerogeophysical investigations carried out in the '70's and '80's were concentrated onshore and cover only to a minor extend marine features (e.g. the Explora Escarpment). On their data no clear sea floor spreading anomalies could be identified as most of their surveys are too close to the continent-ocean transition. The marine data north of the Explora Escarpment are too sparse and non-systematic to allow any reliable interpretation.

In addition to the existing marine gravity data we will collect also airborne gravity data in the area described. With the denser spacing of the regular grid lines we expect to identify oceanic fracture zones more clearly. From the marine seismic reflection data and the satellite altimeter data hints towards their existence can be derived, but the current profiles are too sparse or the resolution of the altimeter data is too poor to allow a detailed regional interpolation and interpretation. For any further understanding of the break-up history in this area further aerogeophysical programmes are necessary to close the gaps between the Russian surveys in the south and the Argentine-US data in the north. The area of interest covers the continental margin between 30°W (Halley Bay) and 15°E (Astrid Ridge). The following problems are expected to be solved by the EMAGE program:

The magnetic and gravity data should give great detail on the early opening history of Gondwana (10°W to 30°W) as well as the later separation of India from Antarctica. Therefore, the EMAGE data are an essential add-on to the marine geophysical data.

The compilation of the existing data and the new EMAGE data would give the most complete image of the continental margin and makes necessary comparisons with the former adjacent margins possible.

The EMAGE gravity data will lead to a detailed map of geological structures on the shelf and the adjacent deep sea. This will allow a more comprehensive interpretation of seismic offshore data than yet possible.

Logistics and Survey set-up

A first test survey was flown early in the antarctic field season 1996/97 from Neumayer. It showed that this sort of airborne field survey is possible to fly. During the field season 1997/98 Neumayer will be used a second time to add more profiles to the formerly flown test profiles to get a survey box covered for a first comprehensive data evaluation (Fig. 2.7.1).

The scientific platform will be "Polar 2", one of AWI's Polar aircraft. "Polar 2" will be equipped with a LaCoste&Romberg gravimeter system, a Geometrics G833 geomagnetic sensing system, a laser altimeter and numerous positioning devices .

2.8. UV-B-dosimetry at personal related level and protection (AWI)

Due to the ozone depletion in Antarctica during the last 14 years, increased UV-B-solar radiation was observed. Since 1994 a personal dosimetry program has been started at Neumayer-Station to quantify the impacts of the UV-B-radiation on human beings in Antarctica. This program is included, the use of polysulphone dosimeter and an electronical dosimeter (ELUV-14). The ELUV-14 was specially developed for this purpose.

During the cruise ANT XV/1 and 2 of RV "Polarstern" and at Neumayer-Station the global UV-B doses and those at personal related level will be carried out. On ANT XV/1 the UV-B doses distributions will be measured as a function of latitudes. We expect to measure the maximal available UV-B exposures at sea level. Those data is needed to calculate the risk's factor of UV-B exposure on the ice shelf.

Calibration of the ELUV-14 dosimeters will be done by using the spectral measured UV-B radiations during the cruise. The AWI-UVB-Spectrometer will be used.

2.9. Absolute gravity measurements at O'Higgins and at further stations in Antarctica (BKG, AWI)

In the framework of the "Polarstern" expedition it is planned to carry out absolute gravity measurements at different locations of the travel. The transportable absolute gravimeter AXIS FG5-101 of the Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) in Frankfurt will be used for these measurements.

Gravimeters determine the gravitational acceleration at the measurement location. Relative gravimeters can only measure gravity differences between locations whereas the absolute gravimeter records the full gravity value at its location.

In past times gravity control systems were mainly based upon relative gravity measurements which are biased because of their connection to reference points which may change and remaining calibration errors of the instruments. The use of absolute gravimeters with high precision standards of length and time in their construction helped to solve this problem.

The determination of the gravity field is used for

- reducing measurements which refer to the earth's gravity field to geometrically defined reference systems
- the determination of the geoid which serves as reference level for height measurements
- investigations of the earth's interior and its behaviour.

To achieve these aims combinations with other modern space geodetic techniques such as VLBI, GPS, Altimetry etc. are applied.

An ice mass balance scenario by James and Ivins (1995) involving a net accumulation of mass over Antarctica is predicted to produce temporal gravity changes of $+0,7 \mu\text{Gal}/\text{yr}$ near the coast of Western and Eastern Antarctica due to the elastic response of the Earth. The determination of gravity changes with absolute gravity measurements and of vertical displacements by means of GPS and VLBI systems enable us to draw conclusions upon isostatic and elastic effects.

The measurements shall establish the gravity standard with present day accuracy of about $1 \cdot 10^{-9}$ in Antarctica and shall complete the number of existing locations. These gravity reference points can be used as reference locations for sea and terrestrial measurements. Already existing relative gravity data can be transferred and scaled to the new reference frame. Measurements are planned in O'Higgins, Jubany/Dallmann and Candelmas.

FG5-101 absolute gravimeter

In 1990 the National Institute of Standards and Technology (NIST), the U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), and the Institute for Applied Geodesy (IfAG), Germany initiated a joint effort to develop a new generation of absolute gravimeters. The plan was to incorporate new technological advances and the experience gained with the JILA gravimeter to produce an instrument which would be better suited to the rigours of transportation and field operations as well as being capable to prove more stringent data constraints on geophysical theory. The result of this common effort was the newly developed absolute gravimeters FG5 produced by the industrial company AXIS. In March 1993 one of the two produced prototype instruments FG5 with serial number 101 was delivered to BKG.

The FG5 absolute gravimeter is a high precision, high accuracy, transportable instrument that measures the vertical acceleration of gravity. The operation of the FG5 is simple in concept. A test mass is dropped vertically by a mechanical device inside a vacuum chamber, and then allowed to fall a distance of about 20 cm. The FG5 uses a laser interferometer to accurately determine the position of the free-falling mass as it accelerates due to gravity. The acceleration of the test mass is calculated directly from the measured trajectory.

The laser interferometer generates optical interference fringes as the test mass falls. The fringes are counted and timed with an atomic clock to obtain precise time and distance pairs. These data are fit to a parabolic trajectory to give a measured value for g . This method of measuring gravity is absolute because the determination is purely metrological and relies on standards of length and time. The distance scale is given by an iodine frequency stabilized helium neon (HeNe) laser used in the interferometer. A rubidium atomic-base provides the time scale used for accurate timing.

The FG5 system consists of a dropping chamber, interferometer, super spring system controller, and electronics. A test is allowed to free-fall inside the evacuated dropping chamber. The interferometer is used to monitor the position of the freely-falling test mass. The super spring is an active long-period isolation device used to provide an inertial reference for the gravity measurement. The system controller (computer) allows a flexible user interface, controls the system, acquires data, analyses data, and stores the results. The electronics provide high accuracy timing necessary for the measurement and provides system servo control.

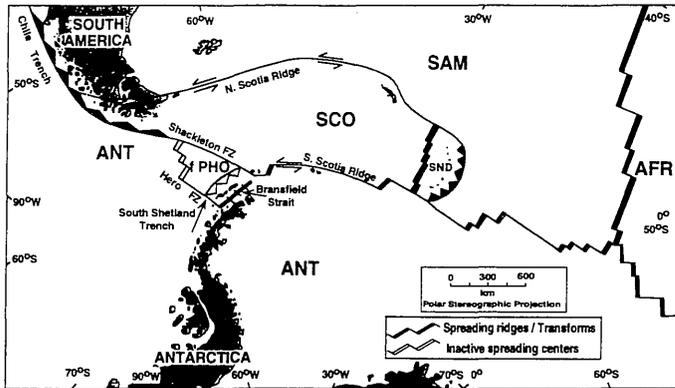
The basic FG5 system weighs approximately 250 kg, and is packed into six containers for shipping. The set-up procedure takes about 2 hours. A few hours of time is required to warm up the laser to its proper operating temperature, and for the whole instrument to adapt to the environmental temperature. The gravity value for a new station is determined by about 3000 to 4000 single drop measurements which typically take about 24 to 48 hours, in order to observe at least one complete diurnal tidal cycle. The FG5 gravimeter represents the current state-of-the-art in absolute gravity measurements.

Following corrections have to be applied to the observations:

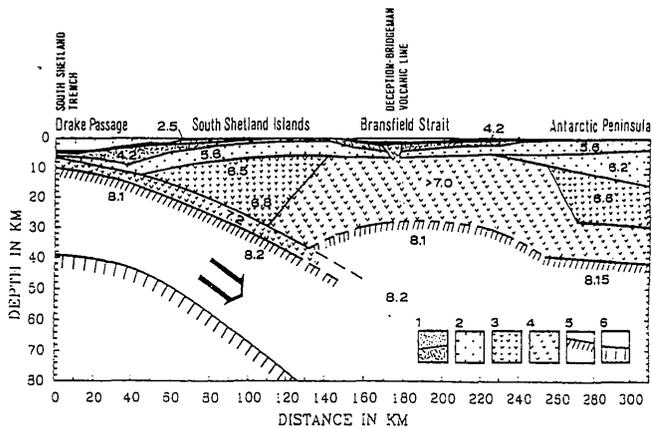
- Earth tide corrections
- Local barometric pressure attraction correction
- Polar motion correction
- Vertical transfer correction

The FG5 gravimeter sensor requires set-up space of $1,05 \times 1,05 \text{ m}^2$ with a flat and horizontal surface (optimal on a pier with foundation on bedrock). Seismic influences should be small to achieve good measurement results. A stable temperature of at least 15°C is required. Stations with mass changes in the surrounding area which can not be modelled should be avoided.

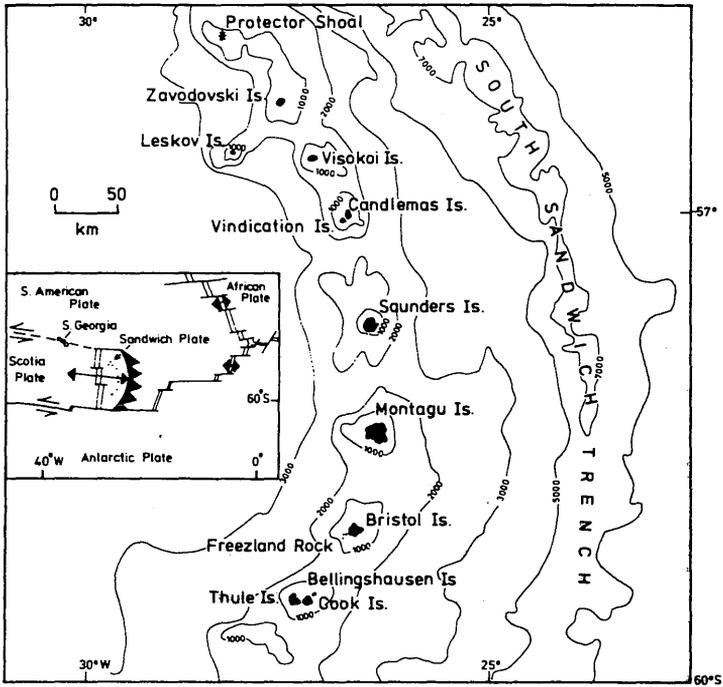
3. Annex - Abbildungen/ Figures



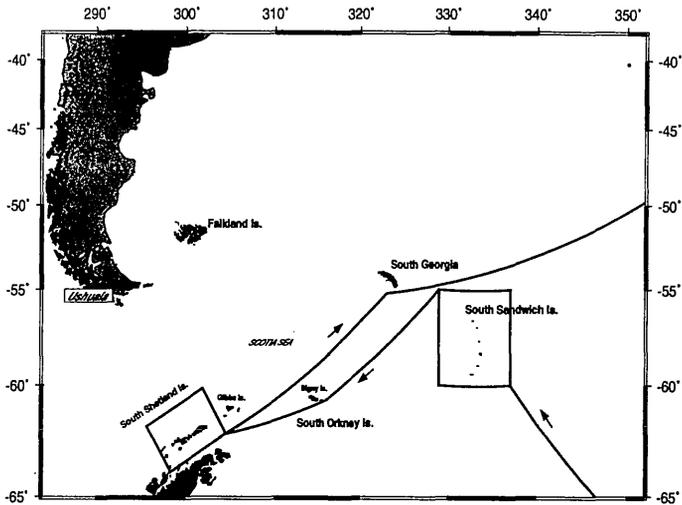
2.1.1 Tektonische Übersichtskarte des Scotia-Meeres (aus Lawver et al. 1995)
General tectonic map of the Scotia Sea (from Lawver et al. 1995)



2.1.2 Seismisches Lithosphärenmodell von der Drake-Passage zur Antarktischen Halbinsel (aus Lawver et al. 1995)
Seismic lithospheric model from the Drake Passage to the Antarctic Peninsula (from Lawver et al. 1995)

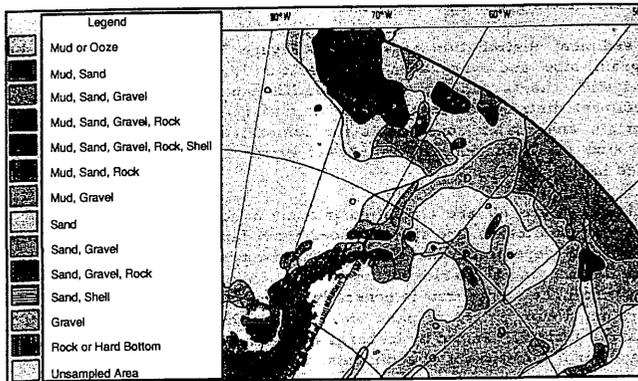


2.1.3 Lage der Sandwich-Inseln östlich des Süd-Sandwich-Tiefseegrabens
(aus Baker 1990).
Location of the Sandwich Islands east of the South Sandwich deep-sea trench
(from Baker 1990)



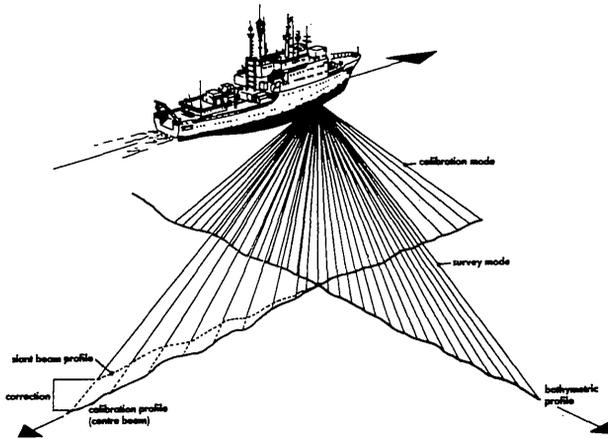
- 2.2.1 Während des Fahrtabschnitts ANT XV/2 wird die "Polarstern" zunächst von Kapstadt aus die Neumayer Forschungsstation anlaufen, um Versorgungsmaterial und Personal zu übergeben. Anschließend erfolgt die Weiterfahrt in das Gebiet der South Sandwich und South Shetland Inseln. Auf dem Weg von South Sandwich zu der South Shetland Region soll die Signy-Insel angelaufen werden. Der Rückweg nach Kapstadt soll über South Georgia führen.

During cruise ANT XV/2 "Polarstern" will sail from Cap Town to the Neumayer research station to deliver supplies and personnel. The ship then will sail to the South Sandwich and South Shetland island areas. On the traverse from the South Sandwich to the South Shetland region a visit to Signy Island will be paid; on the return to Cape Town South Georgia will be visited.



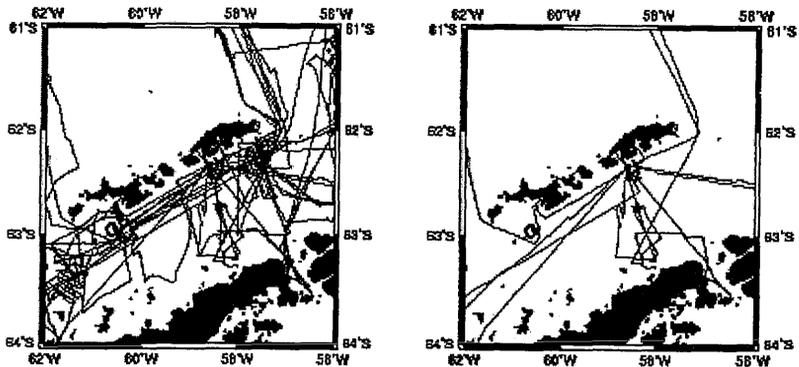
- 2.2.2 Abgebildet ist ein kleiner Kartenausschnitt, dem die Korngrößenverteilung auf der Meeresoberfläche zu entnehmen ist. In der Umgebung der South Sandwich- Inseln befindet sich eine Mischung aus Ton-Silt, Sand und Kies. Direkt nördlich und südlich des Inselbogens herrscht Ton-Silt vor; entland des North Scotia Ridge dominiert Sand. Entlang des South Shetland-Inselbogens besteht der Meeresgrund aus Fels oder hartem Boden. Der Fore Arc-Bereich ist überwiegend mit Kies bedeckt, im Bereich des Back Arc herrscht eine tonig-siltige Bedeckung vor. Südlich von Livingstone Island befindet sich Sand und auch die Former Phoenix-Platte ist hauptsächlich mit Sand bedeckt. In nördlicher Richtung entland des 58° westlichen Meridians breitet sich eine Mischung von Sand und Kies aus.

Small scale map of sea bed surface sediment distribution. Near the South Sandwich island arc a mixture of mud, sand and gravel is found. Directly to the north and south of the island arc mud or ooze, and along the North Scotia ridge sands are found. Along the South Shetland island arc there is rock or hard bottom, the fore arc region is mostly covered by gravel. The back arc region is predominately covered by mud and ooze; south of Livingstone Island sand may be found. The Former Phoenix plate is predominantly covered by sand and a mixture of sand and gravel is seen to extend north along the 58° West meridian.



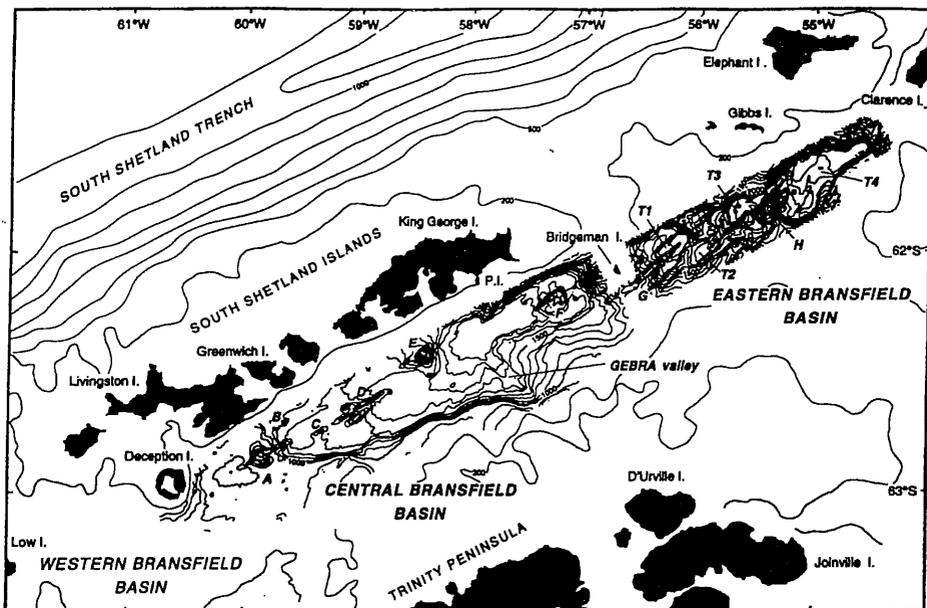
- 2.2.3 Arbeitsweise des Hydrosweep DS und DS II. Im normalen Arbeitsmodus ist der Fächer rechtwinklig zur Fahrtrichtung des Schiffes ausgerichtet; im Kalibrierungsmodus hingegen in Fahrtrichtung. Durch den Kalibrierungsmodus wird das verwendete akustische Refraktionsmodell auf seine Richtigkeit geprüft und die Abhängigkeit zwischen Backscatter-Stärke und Einfallswinkel bestimmt

Hydrosweep DS and DS II operating principle. In normal operation mode the swath is aligned in the cross track direction; in calibration mode in along track direction. The calibration mode is used to ascertain correctness of the used acoustic refraction model and to determine the dependency of backscatter strength on incidence angle.



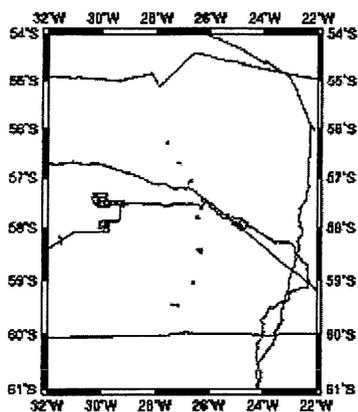
- 2.2.4 "Polarstern" Tracks; das linke Bild zeigt Tracks mit Narrow Beam Sounder, im rechten Bild sind die Tracks dargestellt, auf denen Fächersonarmessungen durchgeführt wurden.

"Polarstern" tracks; the image on the left shows tracks for which narrow beam sounder data are available, the image on the right indicates where additional multibeam data has been collected.



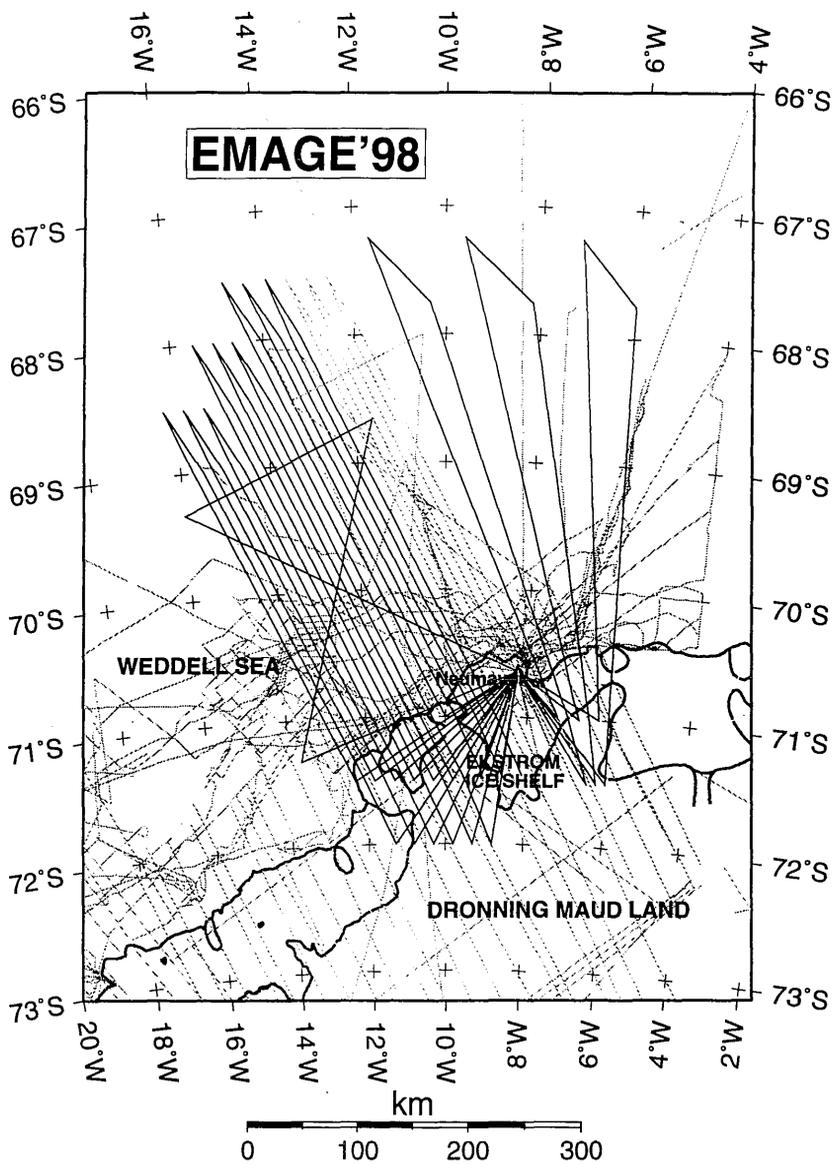
- 2.2.5 Eine vereinfachte bathymetrische Karte des östlichen Bransfield-Beckens, veröffentlicht durch Gracia et al., 1997. Das mit dem Fächerecholot befahrene Gebiet ist deutlich an der höheren Dichte der Isolinien zu erkennen.

Simplified bathymetric map of the eastern Bransfield Basin published by Gracia et al., 1997. The areas which were surveyed using multibeam sonar are easily recognisable by the higher density isobath contours.



- 2.2.6 Fahrtrouen der "Polarstern" im South Sandwich-Gebiet, in denen Daten von Multibeam-Daten zu entnehmen sind.

Tracklines of "Polarstern" for which multibeam data are available.



2.7.1 Geplante Profile (fett) für EMAGE '98 und existierende luftgestützte und marine Profile (grau).

Planned profiles (bold) for EMAGE '98 and existing airborne and marine gravity profiles (grey).

