



FS „POLARSTERN“

Expeditionsprogramm Nr. 31



ANTARKTIS XI/3

1994

Z 432

**31
1993**



13. Jan. 1994

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

Expeditionsprogramm Nr. 31

FS "Polarstern"

ANTARKTIS XI/3

1994

Koordinator: D. K. Fütterer

Fahrtleiter: H. Miller

Alfred-Wegener-Institut
für Polar-und Meeresforschung
Bremerhaven

Dezember 1993

Deutscher Text
Seite 3 bis 28

English Text
Page 29 to 48

Fahrtabschnitt Punta Arenas - Kapstadt (ANT-XI/3)

1 Zusammenfassung

Polarstern wird zu diesem Fahrtabschnitt am 14. Januar von Punta Arenas auslaufen, um zunächst einige Arbeiten auf dem Land im Bereich der Antarktischen Halbinsel zu unterstützen. Anschließend wird das Arbeitsgebiet in der Bellingshausen und Amundsen See angelaufen. Durch die außerordentlich schwierigen Eisverhältnisse und die in der Regel schlechten Wetterbedingungen in diesem Gebiet hat es bislang erst wenige Forschungsfahrten dorthin gegeben. Man fährt ins Unbekannte.

Das marine Forschungsprogramm findet seinen Schwerpunkt in geophysikalischen Untersuchungen im Bereich der kontinentalen Berandung der westlichen Antarktis. Je nach Eissituation werden seismische, magnetische und gravimetrische Messungen durchgeführt, die Strukturen der Erdkruste und ihrer sedimentären Bedeckung auflösen und so einen Beitrag zur Bestimmung der geologischen Entwicklung wie auch der Klimageschichte leisten sollen. Diese Arbeiten stellen einen Teil des ANTALITH Projektes dar. Das geophysikalische Programm wird ergänzt durch ein marin geologisches, das durch die Beprobung der oberflächennahen Sedimente rezente glazial-marine Sedimentationsprozesse erfassen und einen Beitrag zur jüngsten Klimageschichte liefern soll. Die Verbindung zwischen der oberflächennahen Beprobung und den tieferen sedimentären Stockwerken wird durch sedimentechographische Untersuchungen mit Hilfe des PARASOUND Systems hergestellt. Eine kontinuierliche bathymetrische Vermessung entlang der Schiffskurse oder flächenhaft in ausgewählten Gebieten mit dem Fächerecholot "Hydrosweep" vervollständigt die geowissenschaftlichen Arbeiten.

Untersuchungen des Meereises vor Ort mit Hilfe von geophysikalischen Verfahren dienen der Kontrolle von ERS-1 Altimeter- und Radarbilddaten und ergeben zusammen mit den verfügbaren Satellitendatensätzen und Fernerkundungsverfahren ein Bild der kinematischen und dynamischen Veränderungen des Meereises. Gleichzeitig werden Studien der optischen Eigenschaften des Meereises durchgeführt, um die Licht- und Energiebilanz in Ihrer Bedeutung für Lebensgemeinschaften in und unter dem Meereis quantitativ abschätzen zu können.

Die biologischen Arbeiten während dieses Fahrtabschnittes werden weitgehend ekundenden Character haben, weil man wie in den anderen Disziplinen auch Neuland betritt. So sind die Arbeiten darauf ausgerichtet, die Verbreitung der benthischen und neritischen Arten und ihre Ökologie zu studieren. Spezielle Studien sind dem Krill und Copepoden gewidmet.

Die Aktivitäten an Land konzentrieren sich auf den Bereich der Horseshoe Insel, wo zum einen die Aufsammlung von Gesteinproben hohen Alters vorgesehen ist, zum andern prozess-orientierte geomorphologische Studien als Bodenkontrolle für ERS-1 SAR Datensätze geplant sind.

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

Die Reise wird am 25. März in Kapstadt enden.

In diesem Programmheft sind noch weitere Expeditionspläne (Kap. 3) aufgeführt, die über die Neumayer Station laufen und von dort unterstützt werden.

2 Wissenschaftliche Untersuchungsprogramme (ANT-XI/3)

2.1 Geophysik (AWI, BGR, RCMG)

Die Westantarktis ist nach den gängigen Vorstellungen erdgeschichtlich entstanden durch die fortgesetzte Anlagerung von Mikrokontinenten oder Kontinentalfragmenten. Deren gegenseitige Abgrenzung bzw. tektonische Stellung ist wegen der Eisbedeckung nur unzureichend bekannt. So gibt es beispielsweise Hinweise auf größere Wanderungsbewegungen seit dem Aufbrechen Gondwanalands. Teilweise konnten entsprechende Vermutungen aus unseren früheren Arbeiten im Bereich des südlichen Weddellmeeres gewonnen werden. So ist es nun interessant, die Strukturen der Erdkruste entlang des westlichen Kontinentalrandes der Antarktis aufzulösen. Dies Untersuchungen sind ein Teil des ANTALITH-Projektes, das die Erkundung einer Geotraverse quer durch die Antarktis zum Ziele hat, und stellen einen Beitrag am westlichen Ende dieser Geotraverse dar.

Die sedimentäre Bedeckung des Untersuchungsgebietes und ihre seismostratigraphische Erfassung erlaubt die Entschlüsselung der geologischen Entwicklung, der Paläozeanographie und über die Koppelung bestimmter seismostratigraphischer Sequenzen mit glazialen Ereignissen auch paläoklimatische Aussagen. Es besteht die Hoffnung, die seismostratigraphische Verbindung zwischen Weddellmeer und Rossmeer durch die neu zu gewinnenden Datensätze schaffen zu können. Ziel der Arbeiten wird es sein, mit Übersichtsvermessungen diesen Fragen nachzugehen, wobei die Profilplanung erst vor Ort in Abhängigkeit von den Eisverhältnissen durchgeführt werden kann.

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

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

2.2 Marine Geologie (AWI)

Im Rahmen der marin geologischen Beprobung werden die paläoglazialologischen und paläozeanographischen Verhältnisse im pazifischen Bereich der Antarktischen Halbinsel, am Kontinentalhang im Bereich Halbinsel, Bellingshausen Meer und Amundsen Meer untersucht.

Die Veränderungen der spezifischen Sedimentationsprozesse sollen aus den Sedimentfazies für die letzten quartären Klimazyklen rekonstruiert werden. Besonders die Ergebnisse zum Verhalten des westantarktischen Eisschildes sollen mit den an der ostantarktischen Küste durchgeführten Arbeiten verglichen werden. Analysen der Foraminiferenfaunen der Oberflächensedimente in Verbindung mit ozeanographischen und sedimentologischen Parametern sollen die Grundlage für weitere paläozeanographische Interpretationen an ausgewählten Kernen bilden.

Die sedimentologischen Untersuchungen der Kerne werden nach verschiedenen Fragestellungen durchgeführt, die sich unter drei Schwerpunkten zusammenfassen lassen: Für den pazifischen Bereich des Antarktischen Ozeans sollen die klimagesteuerten paläozeanographischen Veränderungen erfaßt werden, die Geschichte der Meereisbedeckung soll unter besonderer Berücksichtigung des biogenen Sedimentinhaltes rekonstruiert werden und die Veränderung und Bewegungen von Eiskanten, Gletschern und Aufsetzlinien sollen untersucht und rekonstruiert werden.

Zur stratigraphischen Einstufung soll an den Kernen, die ausreichend Karbonat enthalten, Sauerstoffisotope an planktischen und in ausgewählten Kernen an benthischen Foraminiferen gemessen werden. Die Isotopendaten sollen besonders für die beiden letzten Glazial/Interglazial-Zyklen mit den Isotopendaten aus dem östlichen Weddelmeer verglichen und mit der globalen Chronostratigraphie korreliert werden. Sollte sich herausstellen, daß die Kerne einen längeren geologischen Zeitraum erfassen (> 700 ka) werden die Kerne auch paläomagnetisch untersucht.

In Verbindung mit Isotopenanalysen an ausgewählten benthischen Foraminiferen der Oberflächensedimente sollen Wasserproben des überstehenden Bodenwassers aus den Multicorer-Rohren auf $d^{13}C$ untersucht werden. Aus der gleichzeitigen Untersuchung der Kohlenstoffisotopenverhältnisse im Wasser und an benthischen Foraminiferen wird ein Beitrag zur Paläoproduktivität und zur Paläozeanographie erwartet.

2.2.1 Sedimentationsfluß, Frühdiagenese und Bioturbation

Die Zersetzung organischer Substanz am Boden der Tiefsee geschieht hauptsächlich durch Bildung von CO_2 und ist verbunden mit einem Abbau von Karbonat, sofern dieses vorhanden ist. Der Nachschub an organischer Substanz kann über die Diffusion von Sauerstoff in das Sediment bestimmt werden. Dieser Fluß kann aus hochaufgelösten Profilen der Sauerstoffkonzentration an der Grenzschicht bestimmt werden. Die Lösungsraten von $CaCO_3$ kann aus den Gradienten des PH und der Alkalinität gewonnen werden. Früher wurde diese Größe an Sedimentproben gemessen. Dies läßt zwar die Bestimmung des Gradienten im Sediment zu, über den wichtigsten Bereich, den der Grenzschicht, erhält man keine Daten. Zudem sind die Karbonatgleichgewichte druckabhängig. Deshalb sollen die relevanten Größen in situ gemessen werden. Die dafür verwendete Freifallsonde mißt mittels Elektroden in der Grenzschicht. Darüberhinaus ist geplant, den Partikelfluß und die Umarbeitung der obersten 5cm über $^{234}Th/^{238}U$ Ungleichgewichte zu bestimmen.

2.3 Meereis (AWI)

Seit etwa 1987 wird - basierend auf Daten passiver Mikrowellen-Sensoren - ein Rückgang der Eiskonzentrationen westlich der Antarktischen Halbinsel beobachtet. Diese negative Anomalie der Eiskonzentration, die während der Sommermonate am deutlichsten ausgeprägt ist, korrespondiert mit einer positiven Anomalie östlich der Halbinsel im Wedellmeer. Ein gegensätzlicher Effekt war bereits in den Zeitserien der Eisausdehnung in den Jahren 1973 bis 1978 zu erkennen. Während aus der Vergangenheit sehr wenige Untersuchungen zur direkten Messung der Eiskonzentration in der Bellingshausen See existieren, wurden in den letzten beiden Jahren ausführliche Untersuchungen der Herbst-, Winter- und Frühjahrsverhältnisse durchgeführt. Die Eisbeobachtungen während ANT XI/3 können als Ergänzung dieser Messungen dienen, um das Bild des Jahresgangs der Eisverhältnisse in der Bellingshausen und Amundsen See zu vervollständigen.

2.3.1 Eigenschaften von Meereis und Schnee

Die Bellingshausen See gehört zu den Gebieten des südlichen Ozeans, die ganzjährig von Meereis bedeckt sind. Bisher ist über die Bildungsbedingungen und die Dynamik des Meereises dort nur wenig bekannt. Die starken Niederschläge auf der Westseite der Antarktischen Halbinsel können zu einer dicken Schneeauflage und damit zu häufiger Überflutung der Schollen führen, wodurch die Bildung von meteorischem Eis begünstigt wird. Dieses Eis könnte wesentlich stärker zur Massenbilanz beitragen als z.B. im Wedellmeer. Der geringere Wärmefluß in den flachen Schelfgebieten könnte außerdem zu einem höheren Anteil säuligen Eises führen. Die Meereisuntersuchungen während ANT XI/3 sollen dazu beitragen, diese Fragen zu beantworten. Entlang der Fahrtroute sollen während Schiffsstationen oder mit Unterstützung von Hubschraubern Schnee- und Eisdickenprofile gemessen werden. Zusätzlich sollen an jeder Station Eiskerne erbohrt werden. An diesen werden in-situ Temperaturen gemessen und im Labor Salzgehalt, Dichte 1/80 Konzentrationen und Textur bestimmt. Diese Messungen werden ebenfalls an Schneeproben durchgeführt. Um einen Überblick über die großskaligen Eisverhältnisse entlang der Fahrtroute zu erhalten, werden standardisierte Eisbeobachtungen von der Schiffsbrücke aus zusammen mit anderen Arbeitsgruppen durchgeführt. Videoaufzeichnungen in Verbindung mit LineScan- und Laseraltimeterflügen sollen diese Informationen ergänzen.

2.3.2 Geophysikalische Messungen zur indirekten Bestimmung von Dicke und physikalischen Eigenschaften des Meereises

Frühere Messungen mit einer tragbaren elektromagnetischen Induktionssonde (EMI-Sonde) haben gezeigt, daß das EMI-Verfahren zur schnellen und genauen Bestimmung der Eisdicke in der Arktis unter sommer- und winterlichen Verhältnissen besonders geeignet ist. Diese Untersuchungen sollen während ANT XI/3 auf antarktischem Eis fortgesetzt werden. Zusätzlich werden kontinuierliche elektromagnetische Messungen vom Schiff aus durchgeführt, indem die Sonde zusammen mit einem Laseraltimeter vom Bugkran über das Eis gehängt wird. Dies ermöglicht Eisdickenbestimmungen entlang längerer Profile. An längeren

Stationen sollen hammerschlag - und lautsprecherseismische Messungen durchgeführt werden, die eine Abschätzung der Eisdicke durch Analysen dispersiver Oberflächenwellen bzw. durch Anwendung reflexionsseismischer Auswerteverfahren ermöglichen.

2.3.3 Fernerkundungsmessungen

Die Untersuchungen zur Validierung der ERS- 1 SAR Daten werden im Rahmen des "Programme for International Polar Oceans Research" (PIPOR) durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Expedition wird der Satellit im sogenannten "Ice Mode" arbeiten, der eine wiederholte Beobachtung von Gebieten innerhalb von drei Tagen erlaubt. Die Planung der Einschaltzeiten des ERS-1 SAR erfolgt in engem Kontakt mit der ERS-1 Central Facility (EECF) in Frascati, Italien und mit der ERS-1 Empfangsstation auf O'Higgins. Das Schiff soll von der Station O'Higgins mit Eisinformationen versorgt werden, die aus den SAR Daten abgeleitet werden. Parallel hierzu wird die bordeigene AVHRR-Empfangsanlage zur Eisberatung eingesetzt.

Eine wichtige Größe für die Interpretation der SAR-Signaturen ist die Oberflächenrauheit. Für die großräumige (10-20 nm) Bestimmung der Eisrauheit und zur Abschätzung des Freibords von Schollen wird ein Hubschraubergetragenes Laseraltimeter eingesetzt. Die horizontale Auflösung der Messungen wird bei ca. 15 bis 25 cm liegen, abhängig von den jeweiligen Flugverhältnissen. Aus den Daten sollen Statistiken der Rückenhöhen, Rückenneigung und des Rückenabstandes abgeleitet werden, die zusammen mit den Freibordmessungen mit den direkt gemessenen Schnee- und Eisdickenprofilen kombiniert werden sollen.

Eisbildungsprozesse und das Deformationsfeld sollen aus wolkenfreien Sequenzen von optischen und infraroten AVHRR-Daten abgeleitet werden, die mit der bordeigenen HRPT-Empfangsanlage aufgezeichnet werden können. Zur Validierung der Ergebnisse und zur Bestimmung der Eisdynamik auf einer Skala unter 1 km werden Messungen der Line-Scan Kamera im optischen und infraroten Spektralbereich vom Hubschrauber aus durchgeführt. Die Eisoberflächentemperatur wird außerdem kontinuierlich mit einem Infrarot-Radiometer von Bord aus registriert. Die Ergebnisse sollen später mit den grob aufgelösten passiven Mikrowellendaten des SSMI kombiniert werden, um eine bessere Interpretation der SSMI Signaturen von sommerlichem Meereis zu erlangen.

Schließlich sollen Daten des aktiven Mikrowellen-Radar (SLAR) an Bord der Satelliten der russischen OKEAN-Serie mit Hilfe einer APT-Empfangsanlage an Bord aufgezeichnet werden. Diese Radardaten sollen dann, zusammen mit den hochaufgelösten C-Band Daten des ERS-1 SAR und mit den Messungen im optischen-, infraroten- und im Mikrowellenbereich zur Analyse der Eisranddynamik verwendet werden. Allerdings ist dieser Teil des Arbeitsprogrammes von dem rechtzeitigen Start des nächsten OKEAN Satelliten bis Ende 1993 abhängig.

2.4 Struktur und Dynamik des Benthos (AWI)

Vor dem Hintergrund der Global Change - Problematik werden die Polarregionen als besonders sensibel betrachtet. Von übergeordneter Bedeutung sind in diesem Zusammenhang die Auswirkungen von Umweltveränderungen auf die belebte Umwelt. Vermutlich werden die großräumige Erwärmung von Atmosphäre und Ozean besonders in den Polarregionen zu deutlichen Veränderungen führen, da das Ökosystem an konstante Bedingungen angepaßt ist. Ziel des Vorhabens ist es, Grundlagen zu erarbeiten, um Vorhersagen hinsichtlich der Reaktion der Fauna auf Veränderungen abiotischer Parameter in für sie ungewohntem Ausmaß treffen zu können. Die Hypothese hierbei ist, daß z.B. Temperaturänderungen, erhöhte Primärproduktionsleistungen, deutlich häufigere Eisberg-Abbrüche und Veränderungen in der saisonalen Meereisausdehnung, wie sie bereits in der Marguerite Bay nachgewiesen wurden, nachhaltige Auswirkungen auf Struktur und Dynamik der antarktischen Tiergemeinschaften haben.

Im Rahmen einer Aufnahme der Struktur aller größeren Faunenelemente des Benthos sind folgende Fragen zu klären: - Ist der Grad der fleckenhaften Besiedlung, ähnlich wie im Weddellmeer, allgemein als hoch und nahe der Schelfeiskante als besonders hoch einzuschätzen? - Welchen Effekt haben gestrandete Eisberge auf das benthische System? - Welche Bodenbesiedlung gibt es im Bereich der in den vergangenen 20 Jahren stark zurückgegangenen Schelfeiskante (Vergleich Marguerite Bay mit Eisinsel-Abbruchgebiet im südlichen Weddellmeer)? - Ist ähnlich wie im Weddellmeer eine Dominanz der sessilen, filtrierenden, z.T. "mehrstöckigen" Epifauna und eine geringe Infauna in Abhängigkeit von der bodennahen Strömung in weiten Bereichen festzustellen? Diese Fragen sollen mit Hilfe bildhafter Methoden (ROV, ersatzweise Tiefseekamera) und anhand von Schlüsselarten aus den Trawl-Fängen beantwortet werden.

Um die Auswirkungen der o.g. Umweltveränderungen auf die Dynamik ausgewählter Organismen quantifizieren zu können, ist folgende Fragestellung zu bearbeiten: Wie stellt sich der Status quo hinsichtlich der Lebenszyklen ausgewählter Schlüsselarten des Untersuchungsgebiets dar? Hier werden zu Vergleichszwecken in der Vergangenheit von der Benthos-AG im AWI bereits eingehend untersuchte benthische Krebsarten des Weddellmeers berücksichtigt. Anhand von fixiertem Material und experimentell werden folgende klimarelevante Untersuchungen vorgenommen: - Erfassung populationsdynamischer Parameter (Wachstum, somatische Produktion, Sterblichkeit) in Abhängigkeit von der Nahrungsverfügbarkeit und Temperatur. - Bestimmung von Stoffwechselraten, Nahrungsumsatz, Assimilationseffizienz, Temperaturanpassung von Enzymen (Proteasen, Lipasen) und Anlage von Speicherlipiden unter im Labor simulierten veränderbaren Umweltbedingungen wie z.B. Temperatur, Nahrung, Lichtregime. - Kopplung von Gonadenzyklen und Embryonal- bzw. Larvalentwicklung an die Meereisbedeckung und die davon abhängige Primärproduktion in der euphotischen Zone. Die Ergebnisse sollen in einen größeren ökologischen Zusammenhang gestellt werden. Dafür gilt es, die biologischen Interaktionen vor Ort (z.B. Räuber-Beutebeziehungen) zu erfassen und zu beschreiben.

2.5 Zooplankton (AWI)

Die Biologie dominanter Copepoden wurde bisher im Sommer (1985, 1990/91, 1992/93) und im Spätwinter/Frühjahr (1986) im Weddellmeer sowie im Sommer (1982, 1983, 1989) und im Herbst (1986) in der Bransfield Straße untersucht. Die Arbeiten konzentrierten sich auf die Horizontal- und Vertikalverteilung der verschiedenen Arten und deren Entwicklungsstadien sowie Ernährung, Reproduktion, Respiration und Energiespeicherung. Die Ergebnisse gaben deutliche Hinweise auf unterschiedliche Anpassungsstrategien und Lebenszyklen der verschiedenen Copepodenarten.

Die Bellingshausen See gehört zu den faunistisch am wenigsten untersuchten Gebieten der Antarktis. Jüngste amerikanische Untersuchungen während des RACER-Projektes am Ausgang der Bellingshausen See deuten darauf hin, daß die Schelfgebiete der Bellingshausen See wahrscheinlich durch die kombinierte Wirkung von Eisrand- und Schelfprozessen, hochproduktiv sind. Dies macht das Gebiet interessant für einen Vergleich der Untersuchungen der Lebenszyklen mit Untersuchungen aus dem Weddellmeer und der Antarktischen Halbinsel.

Die folgenden Untersuchungen zur Ökologie dominanter Copepoden wurden auf dem vorangehenden Fahrtabschnitt begonnen und werden während ANT XI/3 fortgeführt:

2.5.1 Zoogeographische Erfassung der Copepoden im Bellingshausen Meer

Die horizontale und vertikale Verteilung der vorkommenden Arten und ihrer Entwicklungsstadien wird anhand von Multinetz-Stufenfängen bis mindestens 1000 m Tiefe untersucht.

Zusätzlich wird die Gonadenreife von Weibchen und der Mageninhalt dominanter Arten aus verschiedenen Gebieten analysiert. Ein Teil des gesammelten Materials wird für Aktivitätsmessungen an Verdauungsenzymen benötigt. Diese Messungen erlauben Schlüsse auf die Aktivität der Tiere in Hinblick auf ihre Überwinterungsstrategie. Ein weiterer Teil der Proben wird für Biomasse-, C/N- und Lipid-Analysen verwendet. Diese Untersuchungen geben Aufschluß über den physiologischen Zustand der Tiere.

2.5.2 Experimente zur Ernährung und Reproduktion dominanter Arten

Lebende Tiere aus Nansen - und Bongonetzfängen aus unterschiedlichen Tiefen werden im kühlbaren Laborkontainer gehältert. Zur Untersuchung ihrer Ernährungsweise werden ihnen in Versuchen verschiedene Nahrungstypen (bewegliche und unbewegliche Phytoplankter, sowie Zooplankter und Detritus) und natürliches Plankton in verschiedenen Konzentrationen angeboten.

In Versuchen mit verschiedenen Entwicklungsstadien soll dokumentiert werden, ob eine Änderung der Ernährungsweise im Laufe der Ontogenese auftritt. An Weibchen kann der Einfluß der Nahrung auf die Reproduktion untersucht werden. Die Stadienverweildauer der so erzeugten Nachkommen wird während der Aufzucht bestimmt.

2.6 Makrozooplankton und Krill (BFA)

Im Bereich der Antarktischen Halbinsel, der Scotia See und Weddell See gliedert sich das Zooplankton in zwei typische Gemeinschaften. Auf dem Schelf findet sich eine neritische Gemeinschaft, die durch die Larven bodenlebender Fische und die Art *Euphausia crystallophias* charakterisiert wird. Jenseits des Kontinentalabhanges fehlen diese Arten in der ozeanischen Gemeinschaft. Dort sind z.B. Salpen und andere Euphausiacea-Arten dominant. Der antarktische Krill ist keiner dieser Gemeinschaften zuzuordnen, sondern ist überall häufig anzutreffen.

Die ozeanische Gemeinschaft zwischen der Scotia und der Weddell See zeigt Unterschiede, indem viele häufige Arten nördlich der Weddell-Scotia-Konfluence in der durch Eisbedeckung stark beeinflussten Weddell See nur noch in sehr geringen Abundanzen auftreten.

Das Bellingshausen Meer weist sowohl Schelf- und ozeanische Bereiche auf als auch eisfreie und fast ganzjährig eisbedeckte Zonen. Erkenntnisse über die Verteilung und Zusammensetzung von Zooplankton-Gemeinschaften liegen aus diesem Seegebiet nicht vor. Es ist zu prüfen, ob auch in der Bellingshausen See die beschriebenen Gemeinschaften zu finden sind und ob die ozeanische Gemeinschaft die artenreiche Zusammensetzung wie im Halbinselbereich oder die reduzierte Artenabundanz wie in der Weddell See aufweist. Es ist weiterhin unbekannt, ob auch Salpen in größeren Mengen vorkommen. Netzfänge sollen hier Aufschluß geben, ob Salpen in der Bellingshausen See wie im Gebiet der Scotia See einen großen Teil der Zooplankton-Biomasse ausmachen und in Konkurrenz zum Krill auftreten.

Die Schelfgemeinschaft der Bellingshausen See schließt sich direkt an die Halbinsel an. Es ist jedoch unbekannt, ob sich die Lebensgemeinschaften im Plankton entsprechen oder ob aufgrund der Eissituation die Zusammensetzung mehr derjenigen der südlichen Weddell See entspricht, wo Krill fast vollständig durch die Art *Euphausia crystallophias* ersetzt wird. Über Verbreitung, Abundanz und populationsdynamische Parameter des Krill in der Bellingshausen See liegen keine Daten vor. Ergebnisse über die Larvenverbreitung im Gebiet der Halbinsel deuten aber darauf hin, daß Krill in größeren Mengen in der Bellingshausen See leben muß und dort auch ein Laichen stattfindet.

Zur großräumigen Untersuchung des Zooplanktons und Krill wird standardmäßig das RMT 1+8 Planktonnetz eingesetzt. Die großräumige Aufnahme dient zur Beschreibung der Verbreitungsparameter der verschiedenen Planktonarten und der Entwicklungsstadien des Krill. Mit dem großflächigen Netz soll eine Probengröße sichergestellt werden, die auch die quantitative Beschreibung der Zusammensetzung der Population erlaubt. Rückschlüsse auf eventuelle Laichgebiete der Untersuchungszeitraum deckt sich mit der möglichen Laichzeit sind von grundsätzlicher Bedeutung, da die Bellingshausen See wahrscheinlich das "upstream" Gebiet für die Halbinsel/Scotia See darstellt, wo eine intensive Krillfischerei stattfindet. Die Fänge des kleinmaschigen RMT 1 repräsentieren den Übergangsbereich von Makrozooplankton (RMT 8) zum Mikroplankton (im Multinetz) und ermöglichen eine Beurteilung des Auftretens auch der Jugendstadien des Krill.

2.7 Schwefelverbindungen in marinen Luftproben (IBG)

Marines Phytoplankton gilt als Quelle für flüchtige Schwefelverbindungen für den Ozean wie die Atmosphäre. Dimethylsulfid (DMS) ist mengenmäßig die bedeutendste Komponente unter ihnen.

Das Phytoplankton gibt Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP) an das Meerwasser ab, wo es zu DMS umgesetzt wird. Beide Substanzen, DMS und DMSP, konnten im Meerwasser nachgewiesen werden. Die Konzentrationen korrelieren zur Primärproduktion des Phytoplanktons. DMS gelangt vom Meerwasser in die Atmosphäre und wird hier oxidiert (Lebensdauer 1-2 Tage). Als Reaktionsprodukte findet man SO₂, SO₄ (als Überschußsulfat-Aerosol) und Methansulfonat-Aerosol, die in der Luft gemessen worden sind. Es wurden Korrelationen zwischen atmosphärischem DMS, DMS im Oberflächenwasser und der Produktivität der Ozeane festgestellt. Bei der Oxidation von DMS in der Atmosphäre bilden sich wolkenphysikalisch relevante Aerosole, die als Überschußsulfat-Aerosol, Methansulfonsäure-Aerosol und Wolkenkondensationskerne nachgewiesen werden konnten. Ein biologischer Regelmechanismus für das Klima wird kontrovers diskutiert: Demnach steigt die Anzahl der Wolkenkondensationskerne bei erhöhter DMS-Emission in die Atmosphäre, wodurch die marine Wolkenbildung verstärkt wird. Die dadurch veränderte Strahlungsbilanz und Oberflächentemperatur des Meeres senkt die Anzahl des Phytoplanktons, wodurch gleichzeitig die DMS-Emission herabgesetzt wird (Rückkopplung). Es wird vermutet, daß die nachgewiesenen jahreszeitlichen Schwankungen der DMS-Konzentration, der Aerosole und der Kondensationskerne mit dem biogenen Ursprung des DMS zusammenhängen.

Auf der Expedition der FS Polarstern sollen Konzentrationen von DMS in der Luft und im Meerwasser mit Hilfe eines Gaschromatographen gemessen werden, um den Fluß von DMS aus dem Meer in die Atmosphäre bestimmen zu können. Diese Messungen ergänzen eine Untersuchung von biogenem DMS als Quelle für antarktisches Sulfat während einer Überwinterung auf der Neumayer-Station.

2.8. Produktion flüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe (ICM)

Frühere Studien aus verschiedenen Meeresgebieten u.a. der Antarktischen Konvergenz und der Arktis zeigen, daß die Produktion bromierter und halogener Kohlenwasserstoffe hoch ist und daß der Fluß dieser Verbindungen wesentlich zur Konzentration der Organobromide und Organoclide in der Atmosphäre beiträgt. Obwohl die biogene Produktion dieser Stoffklassen bereits seit längerem bekannt ist, ist noch nicht endgültig geklärt, wie diese Verbindungen gebildet werden und wie groß die tatsächliche Produktion ist. Unsere letzten Ergebnisse zeigen, daß die Bildung im Meerwasser aus reaktiven Substanzen erfolgt, die von den Organismen abgegeben werden und nicht direkt von den Organismen abgegeben werden. Auch scheinen Eisalgen einen wesentlichen Anteil an der Gesamtproduktion zu haben.

Im Untersuchungsgebiet soll diesen Fragen weiter nachgegangen und eine Abschätzung über die Quellstärke ermöglicht werden. Die Analysen werden nach

entsprechender Anreicherung an Bord mit Hilfe eines Gaschromatographen durchgeführt. Das Verfahren erlaubt die Bestimmung einer Reihe anthropogener und biogener halogenierter Kohlenwasserstoffe

2.9 Biooptik (AWI)

Ziel der Arbeiten ist es das Verhalten verschiedener Algenvergesellschaftungen unter den stark veränderlichen Lichtverhältnissen in der Antarktis zu studieren. Untersucht werden soll die Energiebilanz bei den Prozessen der Primärproduktion. Dafür werden folgende Experimente durchgeführt:

- Messungen der Strahlungsbilanz bis zu einer Tiefe von 100m mit Hilfe von Licor Sensoren
- Messung der spektralen Verteilung im Lichtfeld der Wassersäule
- Fluoreszenzmessungen zur Bestimmung der Algen-Biomasse
- Bestimmung der optischen Eigenschaften von Eisalgen
- Studien zur Primärproduktion
- Planktonfänge

Wenn möglich werden Stationsarbeiten auf dem Meereis durchgeführt, um biologische Parameter in ihrer Beziehung zu den physikalischen Eigenschaften des Meereises zu untersuchen. Hier sind insbesondere folgende Parameter von Interesse:

- Chlorophyll a
- Nährstoffe
- Photosynthetische Aktivität
- Sauerstoff
- Diffusionsparameter
- Partikulärer Kohlenstoff und Stickstoff

2.10 Geotektonische Position und Alter des Grundgebirges der Antarktischen Halbinsel (IGUM)

Die Position der Antarktischen Halbinsel im Gondwana-Puzzle ist seit eh und je umstritten. Meistens wird ihre Geschichte mit der der Südspitze Südamerikas verglichen. Es wurden aber auch Beziehungen zu Neuschwabenland auf der anderen Seite der Weddellsee gesehen. Während seit Mitte Jura in jedem Fall eine ausgeprägte Verwandtschaft zur Entwicklung der Südanden besteht, liegen für eine Einordnung im Paläozoikum einfach noch zu wenig Daten vor.

In den vergangenen Jahren von einer englischen sowie unserer Gruppe durchgeführte Altersbestimmungen beweisen die Existenz altpaläozoischer Ereignisse in der Antarktischen Halbinsel und das sichere Vorkommen einer in das Jungpaläozoikum zu stellenden Metamorphose. Die altpaläozoischen Daten deuten darauf hin, daß bisher unbekannte Beziehungen zwischen der Entwicklung der Halbinsel und dem Ross-Orogen, sprich dem Transantarktischen Gebirge, bestehen.

Im Rahmen des deutschen Antarktisprogramms soll daher die Umgebung der Marguerite Bay beprobt und geochronologisch sowie geochemisch untersucht werden. Nach den vorliegenden geologischen Karten und Datierungen ist es einigermaßen sicher, daß hier Orthogneise anstehen, die ein frühes altpaläozoisches Intrusionsalter haben. Deren Rahmengesteine sollten deshalb ein noch höheres, möglicherweise präkambrisches Alter haben.

Die Altersbestimmung von Intrusions- und Metamorphosevorgängen wird im Verein mit der geochemischen Charakterisierung der Magmatite ermöglichen, die geotektonische Position der Halbinsel-Kruste im frühen Paläozoikum endgültig zu klären und sie damit in den größeren Rahmen des antarktischen Kontinents einzuordnen. Das geologische Ereignis vor 500 Ma stellt hierfür einen wichtigen Verknüpfungspunkt dar.

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

Ziel der geomorphologischen Untersuchungen auf Horseshoe Island (nördliche Marguerite Bay) während der Polarsternfahrt ANT XI/3 ist zu prüfen inwieweit die SAR-Daten (Radarbilder) des ERS-I Satelliten zur Erfassung verschiedener geomorphologischer und glaziologischer Phänomene (u.a. Strandterrassenniveaus, Gletschervorfelder, Strukturböden, Auftaudynamik des Permafrosts, Ausaperungsentwicklung, Küstenfesteistypen) geeignet sind. Neben den Radardaten wurden bisher Luftbilder und optische Fernerkundungsdaten ausgewertet, Feldkartierungen von Referenzgebieten und Geländemessungen zur Charakteristik typischer Periglazialstandorte zum Vergleich mit der SARDatenauswertung durchgeführt. Die Radardaten sind mit Bodenreferenzdaten auch unter Einbezug digitaler Geländemodelle innerhalb eines Geographischen Informationssystems verknüpft worden.

Horseshoe Island in der nördlichen Marguerite Bay (67° 50' S, 67° 15' W) würde als Testgebiet ausgewählt weil es zum einen logistisch durch die Nähe zu zwei Forschungsstationen recht günstig zu erreichen ist, zum anderen recht gute topographische und geologische Karten (1:25 000) des British Antarctic Survey vorliegen. Darüber hinaus ist es das einzige unserer Testgebiete unterhalb des südlichen Polarkreises, verfügt somit über ganz andere Strahlungs- und Klimabedingungen als die beiden anderen Gebiete Potter Halbinsel (King George Island) und Hope Bay (Nordspitze der Halbinsel).

Der bisher vielversprechende Einsatz von Radardaten soll für die glaziologische und geomorphologische Analyse von Periglazialgebieten angewandt werden und zum besseren Verständnis der Auftau- und Abschmelzdynamik sowie deren räumlicher und zeitlicher Struktur beitragen.

2.11.1. Radaraufnahmesystem

Der im Sommer 1991 gestartete Europäische Fernerkundungssatellit ERS-1 ist als Radarsatellit ein aktives Mikrowellenfernerkundungssystem, dessen großer Vorteil die Unabhängigkeit von Beleuchtungs- und Bewölkungsbedingungen ist. Über einen Mikrowellensender wird dabei elektromagnetische Energie erzeugt, beim ERS-1 Wellen des C-Bands mit 5,6 cm Wellenlänge, die nach schräg unten abgestrahlt wird, auf den Boden auftrifft, gestreut und reflektiert wird, und dann als rückgestreute Strahlung über eine Antenne aufgezeichnet wird. Die Radarbilder setzen sich dann aus unterschiedlich starken Radarechos zusammen, die hauptsächlich von der Oberflächenrauigkeit und den Feuchtigkeitsbedingungen (Dielektrizitätseigenschaften) der Oberflächenmaterialien abhängen. Die Aufnahmen des ERS- 1 für den Bereich der Antarktischen Halbinsel werden von der Satellitenstation bei der chilenischen Antarktisstation O'Higgins (63° 19'S, 57° 4W) empfangen.

2.11.2 Feldarbeiten in antarktischen Referenzgebieten

Während der Landaufenthalte auf verschiedenen Inseln vor der Antarktischen Halbinsel und auf dem Festland sind und werden geomorphologische Kartierungen, Substratanalysen, Messungen der Oberflächenrauigkeit, Feuchtigkeitsmessungen sowie bodenklimatologische Messungen durchgeführt werden. Darüber hinaus werden Helicopterbefliegungen der weiteren küstennahen Umgebung mit einer digitalen Line Scan Camera und eine optischen Spiegelreflexkamera durchgeführt. Cornerreflektoren werden als Paßpunkte in den Satellitenaufnahmen ausgebracht und deren Position mit GPS bestimmt. Die dabei erzielten Resultate sollen als Karten und Datensätze festgehalten werden und mit anderen Expeditionsergebnissen aus der Antarktis und Spitzbergen verglichen werden.

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

2.11.3. Radarsignal und Standortparameter

Bei der Probennahme im Gelände werden Bodenproben für unterschiedliche Oberflächenformen gezogen, die im Labor analysiert werden. Dabei wird die Bodenfeuchte gravimetrisch bestimmt, Korngrößenanalysen (inkl. Kalkgehaltsbestimmung und Zerstörung der organischen Substanz) durchgeführt werden und mit den Stechzylinderproben das Porenvolumen mit dem Luftpyknometer bestimmt.

Jeweils zum Zeitpunkt eines ERS-I Überflugs werden Bodenproben gezogen, die dann mit den Grauwerten des Satellitenbildes korreliert werden. Durch die Feuchtigkeitsabhängigkeit des Radarsignals können Periglazialbereiche an Hand der ERS- 1 Daten in ihrer Feuchtigkeitsentwicklung beobachtet und kartographisch erfaßt werden.

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

Zur Überprüfung der sommerlichen Auftaumächtigkeit werden Handbohrungen durchgeführt werden, um damit im Zusammenhang mit Bodenfeuchteanalysen Rückschlüsse für deren Erkennbarkeit aus dem Satellitenbild ziehen zu können. Die klimatologischen Untersuchungen, vor allem die Temperaturmessungen der bodennahen Luftschichten und in verschiedenen Bodentiefen, dienen dem Erfassen der energetischen Austauschprozesse zwischen Boden und Luft, sowie der zeitlichen Entwicklung der Auftauschicht.

Zur Bestimmung der Oberflächenrauigkeit gibt es zahlreiche Methoden. Während der Polarsternfahrt ANT X/lb wurde die Methode der Referenzschnur ausprobiert, womit Genauigkeiten im cm-Bereich erreicht wurden. Im Januar/Februar '93 wurde ein 1 m langes Rauigkeitsprofil aus Metall eingesetzt, das auch jetzt auf Horseshoe Island wieder Verwendung findet.

Das Ergebnis sind Rauigkeitsprofile, aus denen dann nach dem Facettenstreuungsmodell, das für fast vertikale Einfallswinkel - wie beim ERS-I - anwendbar ist, für die jeweilige Oberflächenform ein Rauigkeitsindex berechnet. Anhand der geomorphologischen Kartierung können diese Rauigkeitsindizes dann flächendeckend dargestellt werden.

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

Die Feldstudien sind die dritte Kampagne im Programm mehrerer koordinierter Projekte, die vom BMFT finanziert werden, zum Studium der Anwendung der Daten des europäischen Fernerkundungssatelliten für die Fragen der Ozean-Eis-Atmosphären-Beziehung. Eine Zusammenarbeit besteht speziell mit dem Institut für Geographie der Universität Freiburg (Prof. Gossmann).

2.12 Schneehydrologische und meteorologische Untersuchungen zu ERS-1 Fernerkundungsdaten auf eisfreien Standorten im Bereich der Antarktischen Halbinsel (IPGF)

Die eisfreien Areale der Antarktis nehmen nur eine geringe Fläche von 2-3% des Antarktischen Kontinentes und der vorgelagerten Inseln ein. Unabhängig von ihrer Größe ist ihr Stellenwert in der Geosystemforschung bedeutend, da speziell die polar-ozeanisch geprägten Gebiete sehr empfindlich auf klimatische Veränderungen reagieren.

Im Rahmen des vom Bundesminister für Forschung und Technologie geförderten OEA-Projektes (Ozean-Eis-Atmosphäre) wird in verschiedenen Testarealen auf der Antarktischen Halbinsel und den vorgelagerten Inselgruppen die Eignung von RADAR- und anderen Fernerkundungsdaten für die Erfassung und Beobachtung dieser kleinräumigen Geosysteme untersucht. Das Institut für Physische Geographie der Universität Freiburg führte zusammen mit dem Institut für Physiogeographie & Polargeographie der Universität Bremen zwei Polarexpeditionen durch. Ziel der Kampagnen im Dezember 1991 und November 1992 bis Februar 1993 war ein ca. 9km² großes eisfreies Areal auf King George Island - die Potter Halbinsel (62°14'S, 58°40'W).

Es konnte gezeigt werden, daß sich das Abschmelzverhalten der Schneedecken und der daraus resultierenden Prozesse mit Hilfe von Fernerkundungsdaten und unterstützender Bodenkampagne für Gebiete der maritim geprägten Antarktis, nördlich des Polarkreises, erfassen läßt.

Für weitere Untersuchungen der Schneedeckenstratigraphie sowie der Abbauprozesse der Schneedecke und einer Prüfung der Übertragbarkeit auf größere Areale der Antarktischen Halbinsel wird während der Polarsternfahrt ANT XI/3 auf Horseshoe Island in der nördlichen Marguerite Bay (67°50'S, 67°15'W) für ca 5 Wochen ein Feldcamp errichtet.

2.12.1 Fernerkundung

Hervorragende Aufnahmen von den Satelliten Landsat und Spot zeigen einen Detailreichtum, der die Geosystemforschung maßgeblich unterstützt. Ohne Probleme lassen sich geomorphologische Strukturen, Vegetationsbedeckung, Wasserläufe und Seen, Schneebedeckung und Ablationsgrenzen sowie Trübstoffahnen durch Sedimenteintrag erkennen und kartieren. Dies kann mit diesen Sensoren jedoch nur sehr selektiv durchgeführt werden, da im Bereich der maritimen Antarktis die Anzahl der Tage mit Wolkenbedeckung sehr hoch ist. Aus diesem Grund liegen nur für einzelne Sommermonate und in Zwei- bis Drei-Jahresschritten geeignete Aufnahmen von zu untersuchenden eisfreien Gebieten vor.

Mit dem Start des ERS-1 im Juli 1991 wurde ein vielversprechender Schritt unternommen, die durch Wolkenbedeckung oder Polarnacht entstandenen Datenlücken zu schließen. Mit seinem aktiven Mikrowelleninstrument (AMI) ist der SAR-Sensor von der natürlichen Beleuchtung und den meteorologischen

Bedingungen nahezu unabhängig. Da die Mikrowellen in eine komplizierte Wechselwirkung mit der zu untersuchenden Oberfläche treten, kann die Auswertung und Klassifizierung von ERS-1-SAR Szenen noch nicht zweifelsfrei erfolgen.

2.12.2 Geländearbeiten auf Horseshoe Island

Die meteorologischen Parameter (kurz- und langwellige Ein- und Ausstrahlung, Lufttemperatur und relative Feuchte, Oberflächentemperatur und Windgeschwindigkeit) sind die Schlüsselgrößen zwischen den lokalen Witterungsbedingungen und den Veränderungen der Schneedecke. Daher wird im Zentrum von 20 Schneemeßstellen eine meteorologische Meßstation aufgebaut. Zusätzlich wird die Temperatur der Schneedecke/des Bodens in sechs verschiedenen Tiefen gemessen. Ergänzt wird die Station durch ein Ultraschallanemometer der Fa. Kajio Denki zur Erfassung der sensiblen Wärmeströme sowie durch Schneedriftsensoren in drei verschiedenen Höhen. In Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen werden täglich folgende Parameter an den Schneemeßstellen aufgenommen:

- Schneemächtigkeit und Schneegrenzen
- Schneedichte
- Stratigraphie
- Temperaturprofil
- Wasseräquivalent
- Kornstruktur
- Flüssigwassergehalt
- Dielektrizitätskonstante.

Unterstützt werden diese Erhebungen durch Helikopter-Fernerkundungsaufnahmen (Line Scan Camera und Hasselblad) von Horseshoe Island und der weiteren küstennahen Umgebung.

2.12.3 Schneedeckenkartierung mit dem ERS-1-SAR Sensor

Mikrowellen mit einer Frequenz von 5.3 GHz dringen in Abhängigkeit von der Dichte und Schichtung der trockenen, lockeren Schneedecke bis zu 10m tief ein. Eine Neuschneedecke ist somit von vegetationsfreiem Boden in einer ERS-1-SAR nicht zu trennen. Eine entscheidende Änderung findet mit der Anwesenheit von Wasser statt. Die Dielektrizitätskonstante, die in einem hohen Maße den Rückstreuoeffizienten beeinflusst, erhöht sich signifikant mit der Zunahme von Wasser. Die Eindringtiefe nimmt rapide ab (<10cm) und somit sind für die Rückstreuung der Flüssigwassergehalt, die Korngröße sowie die Oberflächenrauigkeit entscheidend.

Die auf der Potter Halbinsel vorgefundenen Schneedecken waren sehr stark geschichtet und windgepresst. Dies sorgte auch im polaren Winter, bei der Abwesenheit von Wasser, in Senken, die von einer 3-4m mächtigen Schneesicht bedeckt waren, für eine erhebliche Dämpfung der Mikrowellen.

Während der Ablationsphase sorgte der hohe Flüssigwasseranteil von 12-15 Vol.% für eine Dämpfung der Mikrowellen ($\sigma_0 = -17$ bis -20 dB). Dadurch ist es möglich, den Abschmelzprozeß auf eisfreien Standorten der Antarktis mit Hilfe des ERS-1-SAR Sensors zu erfassen.

Ob zum einen der Abschmelzprozeß in einem Gebiet südlich des Polarkreises eine veränderte Dynamik aufweist und ob zum anderen die Strukturen sich ähnlich gut abbilden ist Ziel der Untersuchung während der Polarsternfahrt ANT XI/3 1994 auf Horseshoe Island und den angrenzenden Küstenabschnitten.

3 Arbeiten im Bereich des Ekström Schelfeises und der Heimefrontfjella

3.1 Turbulenzexperiment in der Antarktis, Neumayer - Ekström 93/94 (MOP)

Das Experiment dient der Untersuchung stabiler Schichtungsverhältnisse in der Atmosphäre, die sich durch besondere Strukturen der Turbulenz und der turbulenten Flüsse von Impuls, fühlbarer und latenter Wärme auszeichnen. Stabile Schichtung schränkt den vertikalen Austausch von Stoffbeimengungen wesentlich ein, womit auch erhöhte Schadstoffkonzentrationen unter austauscharmen Wetterlagen und unter nächtlichen Bedingungen verbunden sein können. Auch treten unter diesen Situationen besondere Probleme bei der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen auf. Es fehlt bislang an umfangreichem und geeignetem Messmaterial zur Beschreibung dieser Situation, da sie in Mitteleuropa selten auftritt und dann wegen des geringen Energieaustausches nur ein sehr kleiner Bereich stabiler Schichtungsbedingungen untersucht werden kann. Eine Erweiterung der Untersuchungsbedingungen ist nur bei orographisch bedingten Windfeldern und starken Temperaturgradienten über Schnee möglich. Derartige Bedingungen sind in der Antarktis und in Grönland vorhanden. Dabei geht es vorrangig um eine Erweiterung des Verständnisses über die Strukturierung der atmosphärischen Grenzschicht und die Bestimmung der zur Beschreibung stabiler Schichtungsverhältnisse notwendigen universellen Funktionen. In diesem Zusammenhang soll auch die Höhe der Prandtl-Schicht (Höhenkonstanz der Austauschströme) und die vertikale Strukturierung der Atmosphäre bei stabiler Schichtung bestimmt werden. Diese Untersuchungen sind auch für die Parametrisierung des turbulenten Austausches zwischen der Schnee- und Eisoberfläche und der Atmosphäre wichtig.

Während des Experimentes werden drei Turbulenzmesskomplexe bestehend aus Kaijo-Denki Ultraschallanemometern und empfindlichen Temperaturfühlern sowie Lyman-Alpha-Hygrometern in Messhöhen von ca. 2, 5 und 10 m eingesetzt. Mit diesem System wird auch der Temperaturstrukturparameter ermittelt. Ergänzt wird das Programm durch Messung des Temperatur- und Windprofils bis 10 m Höhe und der Temperaturfeinstruktur mittels einer Fallsonde im Höhenbereich von 10 bis 0 m.

3.2 Geologische Kartierungen in der Heimefrontfjella (GIA, IGD)

Die geplanten geologischen Arbeiten in der Heimefrontfjella bilden den Abschluß der im Südsommer 1985/86 begonnen und 1988/89 sowie 1989/90 fortgesetzten Forschungsaktivitäten in diesem Gebirge. Das Hauptziel der vorgesehenen Arbeiten ist die geologische Spezialkartierung von Milorgfjella, XU-Fjella und der mittleren und südlichen Teile von Tottanfjella (Abb. 3.2). Damit wird die Kartierung der Heimefrontfjella, nach der bereits weitgehend abgeschlossenen Bearbeitung ihrer zentralen Teile, auf die nördlichen und südlichen Teilgebiete dieses Gebirges ausgedehnt. An den Geländeaufnahmen werden in enger Kooperation Geologen

der RWTH Aachen (GIA) und der Universität Göttingen (IGDL) sowie ein südafrikanischer Wissenschaftler beteiligt sein.

Die für den Südsommer 1993/94 vorgesehenen Untersuchungsgebiete sind z. T. während der vorangegangenen Expeditionen im Rahmen von Übersichtsbegehungen (Milorgfjella, Tottanfjella-Süd), verbunden mit umfangreicher Probennahme, hinsichtlich strukturellem Bau und Gesteinsinhalt bekannt geworden. Nur die XU-Fjella wurde seit den ersten Begehungen durch britische Geologen in den 60er Jahren nicht mehr bearbeitet. Aus den bislang erhobenen und für die zentrale Heimefrontfjella auch publizierten Daten ergibt sich, daß die Heimefrontfjella aus präkambrischen, polyphas deformierten Gesteinen in Amphibolit- bis Granulitfazies aufgebaut wird, die einem ca. 1.100 Ma alten, NE-vergent verfalteten Orogen angehören. Dieses kristalline Basement erfuhr vor allem im Bereich einer breiten, dextralen Scherzone und in der Umgebung jüngerer, NW-gerichteter flacher Überschiebungsbahnen eine retrograde, grünschieferfazielle Überprägung.

Viele Fragen zum Aufbau der Gesteinsverbände, zu den Strukturen, besonders zu dem NW-gerichteten Deckenbau, und zur geologischen Entwicklungsgeschichte sind noch offen geblieben. Auch aus diesem Grund ist die detaillierte flächendeckende Kartierung im großen Maßstab (1:10.000) vorgesehen, die später in Karten vom Maßstab 1:25.000 dargestellt werden soll. Ein weiterer Grund für die großmaßstäbliche Kartierung ist die Bereitstellung fundierter Unterlagen für Gondwana-Rekonstruktionen, da die Heimefrontfjella ein Schlüsselgebiet für die Rekonstruktion der Position Antarktikas zum südlichen Afrika bildet.

Neben der Kartierung, die als Hauptaufgabe angesehen wird, sollen jedoch auch noch spezielle Untersuchungen durchgeführt werden: Die Göttinger Arbeitsgruppe (IGDL) will sich vornehmlich mit den granulitfaziellen Gesteinen befassen. Hierbei stehen petrographisch-petrologische und strukturelle Aspekte im Vordergrund. Die Arbeitsgruppe der RWTH Aachen (GIA) wird sich vor allem mit dem jüngeren Deckenbau in der nördlichen Heimefrontfjella in gefügekundlich-struktureller Hinsicht beschäftigen.

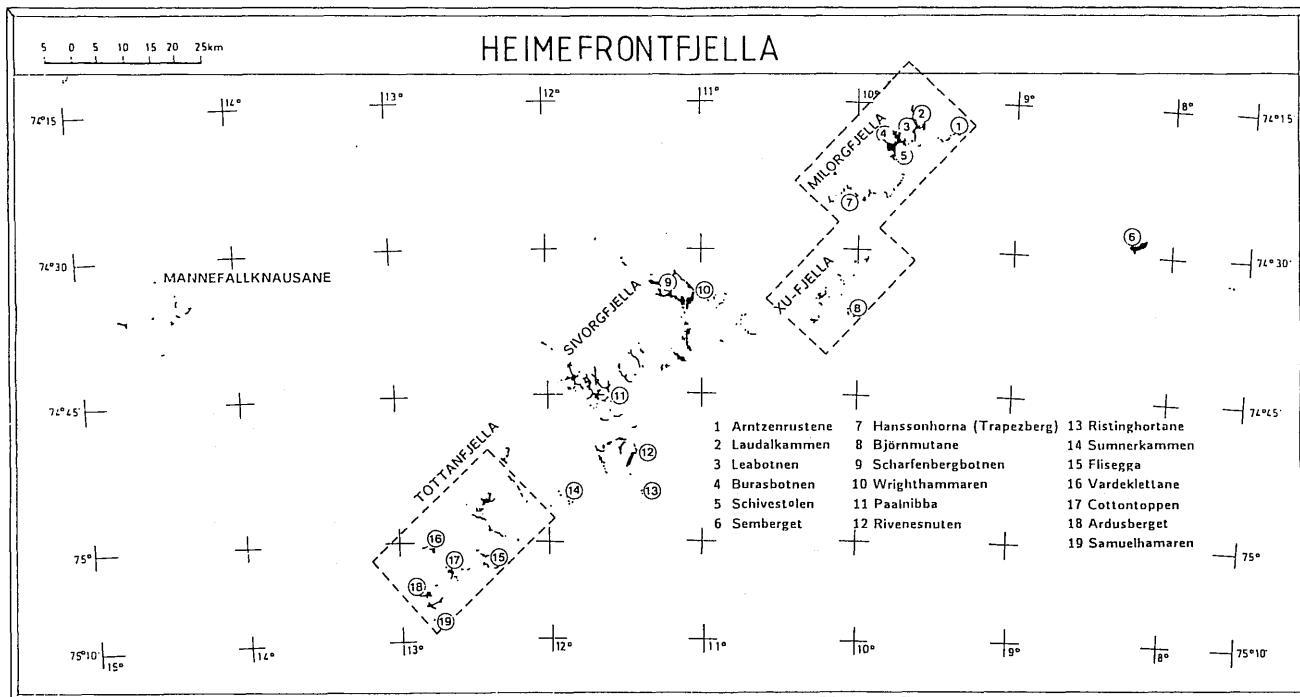


Abb.3.2: Topographische Übersicht von Heimfrontfjella und Mannefallknausane. Umrandet sind die vorgesehenen Arbeitsgebiete der Expedition im Südsommer 1993/94.

IPGF	Institut für Physische Geographie Freiburg Werderring 4 D-79085 Freiburg	3
IGUM	Institut für Allgemeine und und Angewandte Geologie Universität München Luisenstr. 37 D-80333 München	2
FGB	Universität Bremen FB Geowissenschaften Postfach 33 04 40 D-28334 Bremen	3
IBG	Universität Göttingen Institut für Bioklimatologie Büsgenweg 1 D-37077 Göttingen	1
ZDF	Zweites Deutsches Fernsehen	2
<u>Schweden</u>		
AMC	University of Göteborg Department of Analytical and Marine Chemistry S-41296 Göteborg	1
<u>U.K.</u>		
BAS	British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET, UK	1
<u>USA</u>		
USC	University of Southern California Dept. Biological Sciences University Park Los Angeles, CA 90089-0371 USA	1

Fahrtteilnehmer/Participants

Name		Institut/Institute
Abrahamsson,	Katarina	AMC
Bierling,	Lothar	DLR
Böckmann,	Manfred	AWI
Bonn,	Wolfgang	AWI
Bracher,	Astrid	AWI
Brunßen,	Jutta	AWI
Büchner,	Jürgen	HSW
Dimmler,	Werner	HL T&S / AWI
Fechner,	Notker	AWI
Gingele,	Franz	AWI
Gohl,	Karsten	AWI
Goßmann,	Hermann	IPGF
Grobe,	Hannes	AWI
Grünwald,	Tanja	AWI
Gutt,	Julian	AWI
Haas,	Christian	AWI
Harm,	Urte	BFA
Hervé,	Francisco	DGUC
Hillenbrand,	Claus-Dieter	AWI
Hochschild,	Volker	FGB
Hoge,	Ulrich	AWI
Holby,	Ota	AWI
Hübscher,	Christian	AWI
Kiening,	Rainer	DLR
Klages,	Michael	AWI
Klenke,	Martin	FGB
Kohnen,	Heinz	AWI
König,	Gerd	FGB
Kösters,	Michael	AWI
Lambrecht,	Astrid	AWI
Loske,	Werner Paul	IGUM
Lundström,	Volker	HSW
Maes,	Eric	RCMG / AWI
Martens,	Hartmut	AWI
Meissner,	Stefan	IPGF
Metz,	Cornelia	AWI
Miller,	Heinz (Fahrtleiter)	AWI,
Miller,	Hubert	IGUM
Nitsche,	Frank-Oliver	AWI
Oszkó,	László	AWI
Pankhurst,	Robert John	BAS
Rebhan,	Helge	AWI
Reichert,	Christian	BGR / AWI
Rex,	Markus	IBG
Reynolds,	Rick	USC
Riewesell,	Christian	HWS

Röd,		SWA
Rottmann,	Eric	AWI
Sasse,	Ernst	ZDF
Schiel,	Siegrid	AWI
Schreiber,	Detlef	HSW
Sonnabend,		SWA
Stambler,	Noga	AWI
Starmans,	Andreas	AWI
Thomas,	David Neville	AWI
Tryggvason,	Ari	AWI
Vanneste,	Kris	RCMG / AWI
Viehoff,	Thomas	AWI
Weigelt,	Estella	AWI
Weigelt,	Marietta	AWI
Willers,	Thomas	ZDF
Wunderle,	Stefan	IPGF
Zimmer,	Alfons Max	DLR

Schiffspersonal/Ships Crew

Kapitän	C. Allers
1. Offizier	M. Müller
Naut. Offizier	U. Grundmann
"	M. Rodewald
zus. Naut. Offizier	St. Spielke
Arzt	C. Wahn
Ltd. Ingenieur	V. Schulz
1. Ingenieur	G. Erreth
2. Ingenieur	R. Fengler
"	O. Ziemann
Elektriker	G. Schuster
Elektroniker	U. Lembke
"	H. Muhle
"	J. Roschinsky
Funkoffizier	A. Greitemann-Hackl
"	K. H. Wanger
Maschinenwart	H. Geiger
"	Arias Iglesias
"	E. Carstens
"	U. Husung
"	E. Heurich
Zimmermann	G. Dufner
Lagerhalter	H. Brunotte
Bootsmann	K. Müller
Matrose	R. Zulauf
"	M. Reitz
"	J. Soage Curra
"	M. Winkler
"	J. Pousada Martinez
"	L. Gil Iglesias
"	B. Iglesias Bermudez
"	K. Bindernagel
"	H. Thilsmann
Koch	H.J. Schäfer
Kochsmaat	H. Huenecke
"	M. Yavuz
1. Steward	H. Vollmeyer
Stewardess/	S. Hoffmann
Stewardess/Krankenschwester	B. Hildebrandt
Steward(ess)	B. Amran
"	M. Hoppe
"	J. Tu
Wäscherei	Ch. L. Wu
"	Ch. Yang
"	

Cruise Punta Arenas - Capetown (ANT XI/3)

1 Summary

On this cruise leg "Polarstern" will leave Punta Arenas on January 14th, 1994 first go to the area of the Antarctic peninsula to support various land based activities and later will proceed to Bellingshausen and Amundsen sea areas for the primary research objectives. The cruise will end in Capetown on March 27th. Due to the particularly difficult sea ice and weather conditions in the area very few research cruises have visited and accordingly there is only sparse prior information available.

The main objective will be mainly marine geophysical research aimed at studying the crustal structure at the western margin of the antarctic continent. This will be achieved by combined land-sea deep seismic sounding experiments using recording instruments on the inland ice as well as ocean bottom seismographs. At the same time multichannel seismic reflection lines will be observed over the shelf and the adjacent deep sea areas in order to resolve the sedimentary cover and through that gain understanding of the depositional history especially during the Cenozoic. While the deep seismic sounding experiments are to be viewed as part of the proposed ANTALITH Project the studies of the sedimentary cover will also further our understanding of the history of antarctic glaciation since it is expected that major advance and retreat stages are documented in the sediments.

These studies will be augmented by marine geological sampling of transects perpendicular to the coast from the deep sea to the shelf environment and a link to the deeper sedimentary structures established through sediment echography using the PARASOUND system. Sampling of the topmost part of the sediments will allow to study recent glacial marine sedimentation processes. Continuous bathymetric measurements generally along the ships tracks or in areal mode within selected areas using the on board HYDROSWEEP multibeam echo sounder will further enhance the geophysics component of the cruise. It will hopefully also provide first bathymetric information in hitherto uncharted waters.

Ground truth studies for ERS-1 Altimeter and SAR data over the sea ice area will yield together with various satellite data sets a detailed picture of the kinematic and dynamic variations of the sea ice in the area and help to improve satellite data interpretation. At the same time studies of the optical properties of sea ice will be carried out in order to better understand light and energy transmission and their relevance to the in ice as well as sub ice biological communities.

Biological research during the cruise will be exploratory in character, since also in this field very little is known about marine life. Thus studies will be aimed at gaining first understanding of benthic as well as neritic ecology. In the neritic zone special emphasis will be put on studies of Krill and Copepods.

The land based activities will concentrate in the area of Horseshoe island and comprise geological sampling of old rock formations as well as process oriented

geomorphological studies as ground truthing experiments for the ERS-1 SAR data sets.

Furthermore there will be some additional activities not directly supported with this Polarstern cruise. They will be based at the German wintering over base Neumayer respectively in Heimefrontfjella.

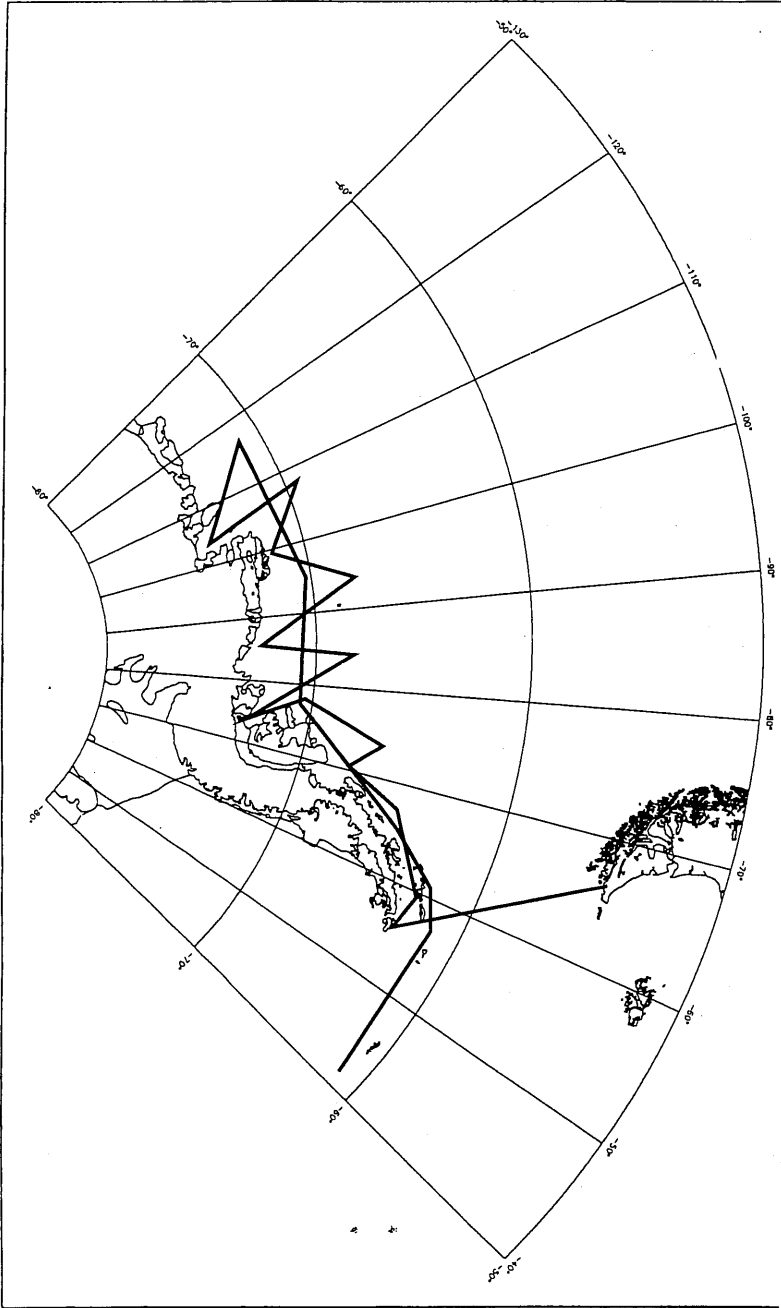


Fig. 1 Planned cruise track ANT-XI/3

2 Research Programs (ANT-XI/3)

2.1 Geophysics (AWI, BGR, RCMG)

West-Antarctica according to present geological hypotheses has originally been built up by accretion of terranes to the East-Antarctic craton. The different crustal blocks have then later changed their relative position again while the supercontinent Gondwanaland broke apart and Antarctica drifted into its present position. It is now interesting to study the structures of the Earth's crust along the western margin of Antarctica. These studies are to be viewed as part of the ANTALITH-project, which aims at completing a Geotraverse across Antarctica. The contribution coming from this study to the overall project will be information on the nature of the continental margin. Knowledge of the sedimentary cover of the area under investigation and its seismostratigraphy allows the unraveling of the geologic and tectonic development. Furthermore it will yield information on paleoceanographic development and through a correlation of certain seismostratigraphic sequences with known glacial episodes also on the development of paleoclimate. We hope to be able to obtain data sets, which will allow for a seismostratigraphic link between Weddell and Ross sea areas, which have been studied extensively. Field work will be geared to provide first order data sets in an hitherto unexplored region. However prevailing ice conditions will certainly have a large influence on where actually seismic lines will be observed.

The deeper crust will be studied using automatic recording stations deployed onshore as well as ocean bottom seismographs and as energy source a large volume airgun will be used. The sedimentary sequences will be studied using digital multichannel seismic reflection techniques and a tuned airgun or GI-gun array will be used as seismic source.

Besides the seismic lines marine magnetic profiling is planned as well as continuous marine gravity using the onboard marine gravity meter. The analysis of these potential fields will yield important additional data sets which will be used to further constrain the geophysical models.

2.2 Marine Geology (AWI)

Marine geological sampling will be performed to study the paleoglaciological and paleoceanographic situation along the pacific margin of the antarctic Peninsula and in the Bellingshausen and Amundsen Sea area.

The variation of specific sedimentary processes should be extracted from sedimentary facies for the last quaternary climate cycles. Especially results connected with events of the westantarctic icesheet should be correlated with events found along the coast of East Antarctica. Analysis of foraminifera of surface sediments in connection with oceanographic and sedimentological parameters will form the basis for further paleoceanographic interpretation of results from selected cores.

Sedimentological studies of the cores will be performed in a problem-oriented way: for the Pacific area we will look for climate-driven paleoceanographic variations, biogenic contents of the sediments will be used to reconstruct the history of sea ice cover and finally we aim at reconstructing the variation and movement of grounding lines and ice edges.

Stratigraphy on the cores shall be derived using stable isotope analysis on planktic and benthic foraminifera. The isotope curves will especially be compared to data from the eastern Weddell Sea as well as correlated with global chronostratigraphy. Should we obtain cores older than 700 ky also paleomagnetic methods will be used,

In connection with isotope analysis on selected benthic foraminifera $\delta^{13}\text{C}$ analysis of the local bottom water will be carried out in order to obtain indications of paleoproductivity.

2.2.1 Fluxes to the seafloor, early diagenesis and bioturbation

The decomposition of organic matter at the deep-sea floor occurs predominantly with oxygen as electron acceptor. In this process CO_2 is produced, and CaCO_3 whenever available, is dissolved. The supply rate of organic matter can be obtained from the diffusive flux of oxygen into the sediment. This flux can be calculated from high-resolution oxygen concentration profiles at the sediment-water interface. The dissolution rate of CaCO_3 can in principle be derived from gradients of pH and alkalinity. Earlier these gradients have been measured on board in multicorer samples. From these measurements the gradients within the sediment are known, but the essential part of the gradients at the very interface can not be determined accurately this way. The CaCO_3 equilibria are moreover pressure-dependent, which makes it impossible to measure undisturbed pH profiles on board. The plan is to measure O_2 - and pH-gradients *in-situ* with a free-fall device complemented with "normal" measurements in multicorer samples onboard. The lander is designed to lower a set of microelectrodes into the sediment, and to return to the surface after a timed or astatic release. It is also planned to estimate the particle flux and reworking of the top sediment (0-5 cm) using $^{234}\text{Th}/^{238}\text{U}$ disequilibrium, samples will be taken with the multicorer.

2.3 Sea Ice (AWI)

Since 1987 a sea ice retreat west of the Antarctic Peninsula was observed by aid of passive microwave satellite data. This negative anomaly is most significant in austral summer and corresponds to a positive sea ice anomaly east of the Antarctic Peninsula. An opposite effect was measured from ice extent data from about 1973 to 1978. In the past very few direct measurements had been carried out to validate these remote sensing measurements. However during the last two years, sea ice observations were made in austral autumn, winter and spring. In this framework the ice work proposed for ANT XI/3 should also be used to complete the observation of the annual cycle of sea ice conditions in Bellingshausen and Amundsen Seas.

2.3.1 Properties of sea ice and snow

The Bellinghausen Sea is one of the regions of the southern ocean usually covered by sea ice throughout the year. Little is known about growth mechanisms and dynamics of the sea ice there. Flooding of floes covered by thick snow accumulated due to the high precipitation west of the antarctic peninsula might lead to the development of snow ice and therefore might contribute to the ice budget to a much higher degree compared with the well known sea ice in the Weddell Sea. Also the formation of congelation ice due to reduced energy fluxes in the shallower waters of the Bellinghausen Sea might be an important factor for sea ice development. Sea ice work during ANT XI/3 will focus on investigations which lead to a better understanding of the ice development in this region. Along the cruise track snow and ice thickness profiles will be measured during ship stations or with the aid of helicopters. Additionally, ice cores will be drilled at these stations. In-situ ice temperatures will be measured and cores and snow samples will be analysed to determine salinity, density, 180 concentration and texture (or stratigraphy resp.). To get a general overview about large scale ice conditions along the cruise track standardized ice observations from the ship's bridge will be carried out in collaboration with other groups. Additionally video recordings in connection with LineScan flights and laser altimetry will be performed.

2.3.2 Geophysical measurements for the indirect determination of ice thickness and physical properties

Earlier measurements with a portable electromagnetic induction (EMI) sounding instrument showed that the EMI technique is very useful for the quick and accurate determination of sea ice thickness in the arctic under summer and winter conditions. During ANT XI/3 the investigations will be continued on antarctic sea ice. Additionally, continuous measurements with the instrument and a laser altimeter suspended below the ship's bowcrane will be performed to get ice thickness information over longer profiles. On longer stations hammer source and loudspeaker seismic measurements will be carried out to determine ice thickness by means of analysis of surface waves and standard reflection seismic techniques respectively.

2.3.3 Remote sensing measurements

Within the framework of the Programme for International Polar Oceans Research (PIPOR) ground truth measurements will be carried out for the validation of ERS- 1 SAR data. The satellite will be in an operational mode which allows an exact repetition of observations over selected areas within three days (ice mode). The satellite observations are planned in close contact with the Earthnet ERS- 1 Central Facility (EECF) at Frascati, Italy and with the ERS- 1 receiving station at O'Higgins. The operation team at the Antarctic base O'Higgins should supply the ship with informations derived from ERS-1 SAR images. Concurrently the shipborne AVHRR HRPT receiving station will be used for operational support of navigation.

A key parameter for the interpretation of SAR signatures is the surface roughness. For the determination of ice roughness on a large scale (10 to 20 nm) and for the estimation of the freeboard of ice floes, Laser Altimeter measurements by helicopter will be taken. The horizontal resolution of the profiles should be at the order of 15 to 25 cm depending on flight conditions. These data will be linked to the standardized snow and ice thickness measurements along the cruise track.

AVHRR optical and infrared images will be obtained with the aid of the shipborne HRPT receiving station to study ice formation processes and the large scale ice motion under cloudfree conditions. These measurements will be validated by helicopter based optical and infrared LineScan camera data as well as by infrared radiometer measurements onboard the ship. These data will be combined with the low resolution passive microwave data obtained from the SSM/I to validate the SSM/I signatures of summer ice conditions.

Additionally the medium (1 km) resolution active microwave SLAR images from the Russian OKEAN satellite will be received using a shipborne APT- receiving station. These data will be combined with the high resolution ERS- 1 SAR data as well as with the equal resolution optical and infrared AVHRR images and with the low resolution SSM/I data for studies of ice edge dynamics. This part of the experiment depends on the availability of the Russian satellite which should be launched till the end of 1993.

2.4 Structure und Dynamics of the Benthos (AWI)

In the context of the Global Change problems the polar regions are considered to be more sensitive than others. Of special importance is the effect of physical environmental changes on the biosphere. Presumably, global warming will lead to fundamental changes in the polar ecosystem because during its evolution it has adapted to stable conditions.

The main goal of the study on benthic ecology is to investigate the basis for predictions in terms of the reaction of the fauna on a change in non-biotic parameters. The hypothesis is that a change in water temperature, increased or decreased primary production, more frequent iceberg calving and a change in the pack-ice extent will bias the structure and dynamics of the benthic community in the Bellingshausen Sea. This area is especially well suited for this study because it belongs to the zone of permanent pack-ice where a significant reduction of the ice shelf as a probable consequence of an increase of temperature took place in the past decades. The ecology of the sea-floor in the Bellingshausen Sea which is poorly investigated is expected to be similar to the comparably well investigated Weddell Sea.

For a faunistic survey of the total makrozoobenthos, the following questions should be answered: - Is the patchiness in the spatial distribution of benthos in the Bellingshausen Sea as high as in the Weddell Sea, especially close to the ice shelf break? - What is the effect of grounded icebergs on benthic communities? - What are the structural characteristics of the benthos in the area of the retreating ice shelf edge? Is it comparable to the southernmost Weddell Sea where large ice-islands

broke off the ice shelf in 1989? - Is the benthic system dominated by the large epifauna which partly forms a multi-storied community and a sparse infauna, comparable to the Weddell Sea? These questions will be answered for target species by means of imaging methods (ROV, deep-sea camera).

In order to evaluate the impact of global environmental change on the biology of selected, possibly extremely sensitive target species, we have developed the following aims concerning the autecological investigations; - How do the life cycles of species under consideration compare to Weddell Sea species studied in detail during the past? Of major interest are basic parameters such as reproductive effort and gonadal indices which will be measured and related to actual environmental conditions within the area of investigation. - Preserved and living individuals will be used to estimate population dynamic parameters such as growth, productivity and mortality in relation to food availability. - Experiments will be conducted on ship and later in the Institute, to study metabolic activity, food consumption, assimilation efficiency and enzyme kinetics under various temperature regimes. - Total lipid content and lipid class composition of individuals collected at different times during the cruise will be measured. The aim of these experiments is to obtain data concerning the influence of primary production on the energetics of our target species which belong to various feeding types.

Most of our experiments will be undertaken using laboratory populations and deep frozen material in order to modify some of the critical environmental parameters, e.g. temperature, light regime and food availability. All investigations concerning the reproductive biology will be realized using preserved material. In general, the results will be integrated into a comprehensive ecological framework. Therefore, we have to improve our knowledge of local biological interactions within the Bellingshausen and Amundsen Sea.

2.5 Zooplankton (AWI)

The biology of dominant copepod species has been investigated during summer (1985, 1990/91; 1992/93) and late winter/spring (1986) in the Weddell Sea and in summer (1982, 1983, 1989) and autumn (1986) in the Bransfield Strait. These investigations focused on the horizontal and vertical distribution of different species and their life stages as well as their feeding, reproduction, respiration and energy storage. The results strongly indicated different strategies of adaptation and life cycles for different copepod species.

The Bellingshausen Sea belongs to the faunistically most unknown regions in the Antarctic. During the latest American investigations in the RACER-project at the exit of the Bellingshausen Sea highly productive shelf areas, most likely caused by combined processes at the ice edge and on the shelf, have been found. Thus, a comparison of the results with results from the Weddell Sea and the Bransfield Strait seem to be highly interesting.

The following investigations on the ecology of dominant copepods will be started during the preceding leg and will be continued during ANT XI/3:

2.5.1 Zoogeographical recording of the copepods of the Bellingshausen Sea

The horizontal and vertical distribution of the occurring species and their developmental stages will be investigated by means of multinet hauls down to at least 1000 m depth. In addition, the degree of maturity of the gonads and the gut contents of dominant species from different areas will be analyzed. A part of the collected material will be used for activity measurements of the digestive enzymes. These measurements allow to draw conclusions about the activity of the animals concerning their overwintering strategies. Another part of the samples will be used for biomass-, C/N- and lipid-analyses, which give information about the physiological condition of the animals.

2.5.2 Experiments on feeding and reproduction of dominant species

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

2.6 Makrozooplankton and Krill(BFA)

Two distinct zooplankton communities have been described for the region along the Antarctic Peninsula, the Scotia Sea and the Weddell Sea. The neritic community is characterized by the occurrence of fish larvae and the species *Euphausia crystallophias*. These species are missing beyond the continental slope in the oceanic community. Salps and other euphausiid species are the dominant component in the offshore areas. The Antarctic krill has a wide distribution range and occurs within both communities.

There are marked differences between the oceanic community of the Scotia Sea and the Weddell. Many species are abundant in the northern areas, but occur only in low numbers south of the Weddell-Scotia Confluence. The heavy pack-ice conditions seem to restrict the distribution range of many species or allow only low abundance values.

Shelf and oceanic areas as well as ice-free and permanently ice covered zones are found in the Bellingshausen Sea. Knowledge is poor on the distribution and composition of the zooplankton in this sea. Investigation will be carried out to describe the composition of the oceanic community. It is intended to determine differences or similarities to the species rich areas around the Peninsula or the Weddell Sea with reduced abundances. The occurrence of salps and their abundance is not known for the Bellingshausen Sea. Results from net catches will

help the interpretation of the importance of this species and the possible competitive role with krill.

The neritic community of the Bellingshausen Sea lives close to the Antarctic Peninsula. However, it is not known if these are identical or if the heavy pack-ice conditions create a situation like in the southern Weddell Sea, where krill is completely replaced by the species *Euphausia crystallographias*. Almost no data are available on the distribution, abundance and stock composition of krill in the Bellingshausen Sea. Results on the occurrence of krill larvae in the vicinity of the Antarctic Peninsula strongly indicate that krill should be abundant in the Bellingshausen Sea and that successful spawning takes place in this area.

The RMT 1+8 plankton net will be used as standard gear to sample makrozooplankton and krill. The large scale investigation will allow the description of distribution patterns of various species and the developmental stages of krill. The large net will ensure bigger sample sizes, which are necessary for the quantitative analysis of the stock composition. The description of spawning areas is of importance, because the krill stock of the Bellingshausen Sea seems to represent the upstream source of the population along the Peninsula and the Scotia Sea which is harvested by commercial fishing.

The smaller mesh sized RMT 1 will allow the description of the smaller developmental stages of krill, filling the gap between the RMT 8 makrozooplankton samples and the fine meshed multinet mikrozooplankton component.

2.7 Sulphur compounds of air samples (IBG)

Marine phytoplankton applies to be a source of volatile sulphur compounds of the ocean and the atmosphere. Dimethylsulfide (DMS) is the important compound of them because of its amount. The phytoplankton hands over seawater dimethylsulfoniopropionate (DMSP), which is metabolized in DMS. Both substances, DMS and DMSP, had been detected in seawater. The concentrations of DMS and DMSP correlates to primary production of phytoplankton. DMS gets from the seawater to the atmosphere, where it will be oxidized (lifetime 1-2 days). As products of these reactions you will find SO₂, SO₄²⁻ (as excess sulphate aerosol) and methanesulphonate aerosol, which had been measured in the air. Correlations were found between atmospheric DMS, DMS in surface seawater and productivity of the oceans. During the oxidation of DMS in the atmosphere aerosols will constitute, concerning the physics of clouds. They could be detected as excess sulphate aerosol, methanesulphonic acid aerosol and condensation cores of clouds. A biological regulation mechanism of climate is discussed controversially: According to that the number of condensation cores of clouds increases with raised DMS emission to the atmosphere. This process heightens the marine constitution of clouds. In that way the balance of radiation and the surface temperature of the oceans will lower the number of phytoplankton. Simultaneous the DMS emission will be reduced, the circle is closed. It is supposed, that the detectable seasonal fluctuation of DMS concentration, aerosols and condensation cores are connected to the biological source of DMS. At the expedition of FS Polarstern we want to measure DMS concentrations in the air and in the seawater using

gaschromatography. The aim of measurements are the determination of the flux of DMS from the ocean to the atmosphere. These measurements complete a research of biological origin DMS as source of antarctic sulphate, made during a hibernation at Neumayer-station.

2.8 Volatile halogenated hydrocarbons(IMC)

Our main interest is the formation and production of volatile halogenated hydrocarbons by marine organisms. During the last years the distribution and levels of concentrations of these substances in sea water from different areas, coastal sites, the antarctic convergence and the Arctic have been investigated. The results indicate that the production of brominated and iodated hydrocarbons is high and that the flux of these compounds largely contributes to the levels of organo-bromine and organo-iodine in the atmosphere. Even if the natural production of halocarbons has been recognized for several years, it is still not clear how these compounds are formed and how large the production is. Our latest results indicate that the volatile halocarbons are formed in sea water from reactive substances released by the organisms rather than released directly. It has also been clearly indicated that the contribution from ice algae is of major importance.

It will be of great interest to investigate the area around the Antarctic peninsula and the Amundsen and Bellinghausen Seas addressing the above questions. This kind of investigation will enable us to make a better estimation of the source strength of the Antarctic Ocean. We will try experiments in order to estimate the formation of halocarbons by the ice algae. The analysis will be performed with a gas chromatograph equipped with a electroncapture detector. The preconcentration technique allows the simultaneous determination of a number of anthropogenic and biogenic halocarbons. From the biogenic point of view this technique makes it possible to determine both the methylhalides (CH₃Br and CH₃I) and the less volatile compounds.

2.9 Biooptics (AWI)

The overall aim of this study is to define the responses of different algal communities to the highly variable light regimes in Antarctica. Investigations will deal with aspects of the energy balance of primary production processes. Studies will encompass the following:

- Measurement of upwelling and downwelling radiation to a depth of 100 m using Licor sensors.
- Measurement of the spectral distribution in the underwater light field, both up and downwelling using a MER 2040 from Biospherical Instruments which records light intensity at 12 wavelengths within the PAR spectrum and an additional two UV-wavelengths. The instrument will be lowered via cable.
- estimate of the algal biomass via fluorescence using a Double Flash Fluorometer on ships cable.
- Studies on sea ice algae obtained from ice cores to test optical characteristics.
- Primary production studies.

- Routine oceanographic stations will be occupied whenever possible in order to:
- determine depth profiles of Temperature, Conductivity, Pressure, Fluorescence and Mie-scattering.
 - deploy plankton nets to investigate the algal and protozoan community

Sea ice stations will be occupied together with the glaciological group in order to determine biological parameters related to physical ice properties. Parameters to be measured include:

- Chlorophyll a
- Nutrients
- Photosynthetic activity
- Oxygen measurements
- Diffusion, using dyes
- Particulate carbon and nitrogen

2.10 Geotectonic position and age of the basement of the Antarctic Peninsula (IGUM)

The position of the Antarctic Peninsula within the Gondwana puzzle has been discussed for long time. Commonly their history has been compared with the southernmost South America (Tierra del Fuego). But also some relations have been discussed with the opposite Neuschwabenland, separated by the Weddell Sea. Whilst since the mid-Jurassic a clear relationship can be seen with the evolution of the southern Andes, the Palaeozoic situation is still in the dark because of the lack of reliable data.

During the last years radiometric dating of potential basement lithologies by British geologists and our working group revealed the existence of early Palaeozoic events within the Antarctic Peninsula and proved a late Palaeozoic metamorphic event. This early Palaeozoic record suggests until now unknown relations between the history of the Antarctic Peninsula and the Ross-Orogen (i.e. the Transantarctic Mountains).

As a part of the German Antarctic research program we intend to investigate the Marguerite Bay area with emphasis on the geochemistry and age of the basement. Available geological maps and radiometric dating of surrounding areas support the assumption of early Palaeozoic intrusions in the Marguerite Bay area. The intruded country rocks should therefore have even older, possibly Precambrian ages.

The radiometric dating of intrusion and metamorphic events including the geochemical characterization of the magmatic rocks will hopefully reveal the database to explain the geotectonic position of the Antarctic Peninsula basement in the framing Antarctic Continent during the early Palaeozoic. From our point of view further investigation of the 500 Ma event will be a key for the understanding of the Gondwana puzzle.

2.11 Geomorphological Fieldwork and Groundcheck with ERS-1 Remote Sensing Data at Ice-Free Locations in the Antarctic Peninsula Region (GEOB)

Goal of the geomorphological research during "Polarstem" cruise ANT XI/3 is to examine how suitable the SAR data (radar images) of the ERS-1 satellite are with respect to registration of various geomorphological and glaciological phenomena (i.e. beach terraces levels, glaciofluvial zones in front of the glacier snout, frost patterned ground, thaw dynamics of permafrost, development of snow cover, coastal ice types). Beside the radar data also aerial photographs and optical remote sensing data have been evaluated, field survey of reference areas and field measurements were utilized to characterize typical periglacial sites in comparison to SAR data.

Horseshoe Island in the northern Marguerite Bay (67° 50' S, 67° 15' W) has been chosen as a testsite because it is close to two research stations and there are good topographical and geological maps (1:25 000) of British Antarctic Survey available. Further it is the only testsite southwards the polar circle with completely different radiation and climatic conditions than on the Potter Peninsula (King George Island) of Hope Bay (Northern tip of the Peninsula).

The up to now very promising application of radar data will be used in glaciological and geomorphological analysis of periglacial regions in order to gain a better understanding of thaw and melt dynamics.

2.11.1 Radar Image System

The European Research Satellite (ERS-1), launched into the earth's atmosphere in summer of 1991, is a radar satellite. Great advantage of its active microwave remote sensing system is its independence of lighting and cloud conditions. Electromagnetic energy is produced on ERS-1 waves of C-band at 5.6 cm wave length. They emit rays which slant downwards and strike the ground. They are then scattered, reflected and then sent back to be transmitted via antenna. Radar images consist of radar echos having different strengths. These are usually dependent on the surface roughness and dielectrical characteristics of the material on the earth surface and in the uppermost groundlayer.

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

2.11.2 Field studies in Antarctic Reference Areas

During durations of stay on coast sites on various islands off the Antarctic peninsula as well as on mainland Antarctica geomorphological mapping, relief inspection, substrata analysis, measurements of surface roughness, soil moisture as well as soil climatological measurements will be carried out. Moreover helicopter flights to scan the coastal surroundings with digital Line Scan Camera and a reflex camera

for optical photos are carried out as well. Cornerreflectors are positioned as anchor points for the satellite data, while their position is measured by GPS. Results of this research will be documented in maps and datafiles and compared with other results of Antarctic and Spitsbergen expedition. Geomorphological mapping will be carried out at ice-free locations with periglacial forms on Horseshoe Island; mapping will also be done at edges of ice caps, in zones in front of the glaciers snout with moraines and in areas of glacial outwash. It will be done on a large scale if possible (1:5000, resp. 1:25 000) and with the help of available maps and aerophotos. Photographic documentation of smaller, different-sized surface forms are essential in combination with this. Mapping includes slope angles and altitude measurement, as well as exposition of sites. It is useful for the current drawing up of maps from digital terrain models and for testing them as these parameters have an important influence on radar signals that are reflected back.

2.11.3 Radar Signal and Site Parameters

Soil sampling in the field is done on different surfaces to be analyzed in the laboratory. The soil moisture is measured gravimetrically, grain size analysis is done as well as pore volume determination with an air pycnometer.

Each time the ERS-I passes by soil samples are taken to correlate them to the gray values of the satellite image. According to the moisture dependency of the radar signal, the moisture development in periglacial areas could be observed and mapped.

Grain size analysis are also significant, as on the C-band of the ERS-I surfaces with substrates < 5.6 cm diameter, results with respect to radar beams are "smooth" and they are reflected away from the sender so that only a weak signal can be recorded. Larger grain sizes scatter the rays, resulting in a lighter signal.

In order to investigate the summer thawing depth, hand drilling, resp. determining of seismological profiles via hammer hitting, will be carried out as this, in connection with soil humidity analysis, could possibly be of shed a light on their recognition on satellite photos. Climatic investigation, especially the temperature measurement of air layers near the soil and in different soil depths, is significant for determining the energy exchange process of soil and air, as well as for determining the time duration for thaw layer development.

There are different methods to determine the surface roughness. In January/February 1993 a metal roughness profile has been used on King George Island with an height accuracy of 1 mm which will be used on Horseshoe Island again.

The result are roughness profiles where according to the facets scattering model, which is applicable to nearly vertical inclination angles like on ERS-I, a roughness index is computed. They correspond more or less to the geomorphological mapping units which could be mapped using ERS-1 SAR data.

From the ERS-I data, that covers a completely different wave length scope than conventional remote sensing satellites, and in connection with data collected from

these other remote sensing satellites, we hope to see a future improvement in geomorphological utilization.

The fieldstudies are the third campaign in the program of several coordinated projects funded by the BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) to study data application of the European Remote Sensing Satellite (ERS-I) for the question of ocean-ice-atmosphere interrelation. A cooperation is arranged especially with the institute for Geography of the University of Freiburg (Prof. Gossmann).

2.12 Snow-hydrological and Meteorological Investigations concerning ERS-1 Remote Sensing Data on Ice-free Sites within the Antarctic Peninsula (IPGF)

The ice-free Antarctica regions only cover a small area of 2-3% on the Antarctic continent and its offshore islands. Irrespective of their size their importance in the research of geosystem is significant as especially characteristic polar-oceanic regions react highly sensitive on climatic changes.

In the frame of the OEA-project (acronym for ocean-ice-atmosphere) sponsored by the ministry for research and technology different test areas on the Antarctic peninsula and its offshore islands were chosen. To explore a part of Antarctica the Institute for Physical Geography of Freiburg University carried out two polar expeditions together with the Institute for Physiogeography & Polargeography of Bremen University. The goal of the two campaigns that had taken place in December 1991 and from November 1992 to February 1993 was the research on an approximately 9 km² ice-free area at King-George Island - the Potter Peninsula (62°14'S, 58°40'W).

It could be shown that the melting behaviour of snow cover and its resulting processes is recorded for regions of the Antarctica influenced by maritime climate using remote sensing data and a supporting field campaign.

For further investigations of snow cover stratigraphy as well as of the snow cover's reducing melting processes and for an examination of its transferability on larger areas of the Antarctic Peninsula a field camp will be erected for about 5 weeks during the Polarstern cruise ANT XI/3 on Horseshoe Island in the northern Marguerite Bay (67°50'S, 67°15'W).

2.12.1 Remote Sensing

Excellent pictures of the satellites Landsat and Spot show a richness in details that considerably supports the research of the geosystem. Without any problems geomorphological structures, vegetation cover, watercourses and lakes, snow cover and ablation borders as well as bands of suspension current through sedimentation can be distinguished and mapped. As the numbers of days with cloudiness is very high in the maritime Antarctica it can only be carried out selectively with these sensors. Therefore suitable pictures of ice-free regions that

are to be investigated only exist for single summer months and in steps of two to three years.

With the start of ERS-1 in July 1991 a very promising step was undertaken to close the data gaps that arose from cloudiness or polar nights. With its active microwave instrument (AMI) the SAR sensor is almost independent from natural illumination and the meteorological conditions. As the microwaves stand in a complicated interaction with the surface that is to be investigated the evaluation and classification of ERS-1-SAR scenes cannot yet take place doubtlessly.

2.12.2 Field Work on Horseshoe Island

The meteorological parameters (shortwave and longwave insolation and radiation, air temperature and relative humidity, surface temperature and wind velocity) are the key values between the local weather conditions and the changes of snow cover. Thus a meteorological measurement station is built up in the centre of 20 snow measurement stations. Additionally, the temperature of the snow cover/of the soil is taken in six different depths. The station is completed by an ultrasonic anemometer (Kajjo Denki) to record the sensible heat fluxes as well as by snow drift sensors in three different heights. In dependency on the weather conditions it is aimed to carry out daily the following investigations at the snow measurement stations:

- snow thickness and snow limits
- snow density
- stratigraphy
- temperature profile
- water equivalent
- grain structure
- liquid water content
- dielectric constant

These surveys are supported by helicopter remote sensing pictures (Line Scan Camera and Hasselblad) from Horseshoe Island and other surroundings near the shore.

2.12.3 Snow Cover Mapping with the ERS-1-SAR Sensor

The microwaves with a frequency of 5.3 GHz penetrate up to 10m depth depending on the density and layers of the dry and loose snow cover. Therefore a fresh snow cover cannot be separated from a soil free of vegetation in an ERS-1-SAR scene. A striking change takes place with the presence of water. The dielectric constant, which influences the backscatter coefficient at a high rate, raises significantly with the increase of water. The penetration depth decreases rapidly (< 10cm), and therefore the liquid water content, the grain size and the surface roughness are crucial for backscattering.

The snow covers found on Potter Peninsula were very strongly layered and wind-pressed. This made sure that even in the polar winter, with water absence,

microwaves were damped in depressions that were covered by a 3-4m big snow layer.

During the ablation phase the high share of liquid water between 12 and 15 % caused a damping of microwaves ($O_0 = -17$ bis -20 dB). Therefore it is possible to record the melting process on ice-free sites of Antarctica by means of the ERS-1-SAR sensor.

The goal of the investigation during the Polarstern cruise ANT XI/3 1994 on Horseshoe Island and the adjacent coastal sections is, on the one hand, whether the melting process in a region south of the polar circle shows a changed dynamics, and, on the other hand, whether the structures can be depicted similarly well in ERS-1-SAR scenes.

3 Field activities on Ekströmisen and Heimefrontfjella

3.1 Turbulence experiment in Antarctica, Neumayer - Ekstroem 93/94 (MOP)

The experiment is planned to investigate stable stratifications in the atmosphere which have a special structure of turbulence and of the fluxes of momentum, heat and water vapour. Periods with stable stratification in the night and during smog situations reduce essentially the vertical exchange of pollutants. Further on there is an influence on the propagation of electromagnetic waves. Up to now there is a lag in experimental data to describe this situations. In Central Europe it is only possible to investigate a small range of stable stratification. An enlargement of the observation conditions is only possible over snow and with orographically influenced wind fields. This conditions are given in Antarctica and Greenland. It is the aim to complete our knowledge about the structure of the atmospheric boundary layer and about the universal functions, which describe the stability influence, under the conditions of stable stratifications. Additionally the height of the Prandtl-layer (constant-flux-layer) and the structure of the stable stratified atmosphere will be investigated. These investigations are necessary to develop parametrizations of the turbulent exchange between the ice or snow covered surface and the atmosphere too.

During the experiment three measuring complexes will be used in heights of about 2, 5 and 10 m consisting of a Kaijo-Denki sonic anemometer, a sensitive platinum wire thermometer and a Lyman-alpha-hygrometer. Also a system to measure the temperature structure parameter is used. The program will be completed with a temperature and wind profile up to 10 m height and a sounding of the temperature microstructure from 10 to 0 m with a so-called 'Fallsonde'(dropsonde).

3.2 Geological mapping in the Heimefrontfjella (GIA, IGD)

The geological programme for fieldwork in the Heimefrontfjella will finish scientific activities which started in 1985/86 and were continued during austral summers 1988/89 and 1989/90. The main task of the geological fieldwork will concern a detailed geological mapping of Milorgfjella, XU-Fjella and the middle and southern parts of Tottanfjella (Fig.3.2). The mainly finished geological treatment of the central Heimefrontfjella will thereby extended to the northern and southern parts of the range. Fieldwork will be carried out in close cooperation by geologists from the RWTH Aachen (GIA) and from the University of Göttingen (IGDL) and in addition a Southafrican scientist.

The main structural features and lithologies of Milorgfjella and Tottanfjella have been studied by reconnaissance fieldwork and many rock samples have been taken during preceding German geoscientific expeditions with exception of XU-Fjella, which was not visited since British geologists made first investigations in the 1960's. Rock samples were analysed by geochemical, petrographical and radiometric methods. The results of these analyses, which were published until now

mainly for the central Heimefrontfjella, indicate that Heimefrontfjella is composed of Precambrian rocks of amphibolite and granulite facies which are part of a NE-vergent, 1.100 Ma old orogen. There exists a broad ductile shear zone and there are also flat thrust zones which indicate nappe tectonics. These zones of younger intensive deformation are accompanied by retrograde metamorphism.

Many questions remain open concerning the lithologies of the rock complexes, the tectonic structures as well as the geological evolution. This is the main reason for detailed mapping which will be carried out in the field with the scale 1:10.000. Its results will be presented later in maps with scale 1:25.000. A further reason for detailed mapping is to provide a more complete base for Gondwana reconstructions, because the Heimefrontfjella occupies a key position for the relations between Antarctica and southern Africa.

In addition to the mapping which is the main task, some further special investigations are planned: The team members of Göttingen University intend to study the granulite facies rocks in Tottanfjella. They will take rock samples for petrological, geochemical and radiometric investigations. The geologists of RWTH Aachen will study mainly the nappe tectonic of Milorgfjella.

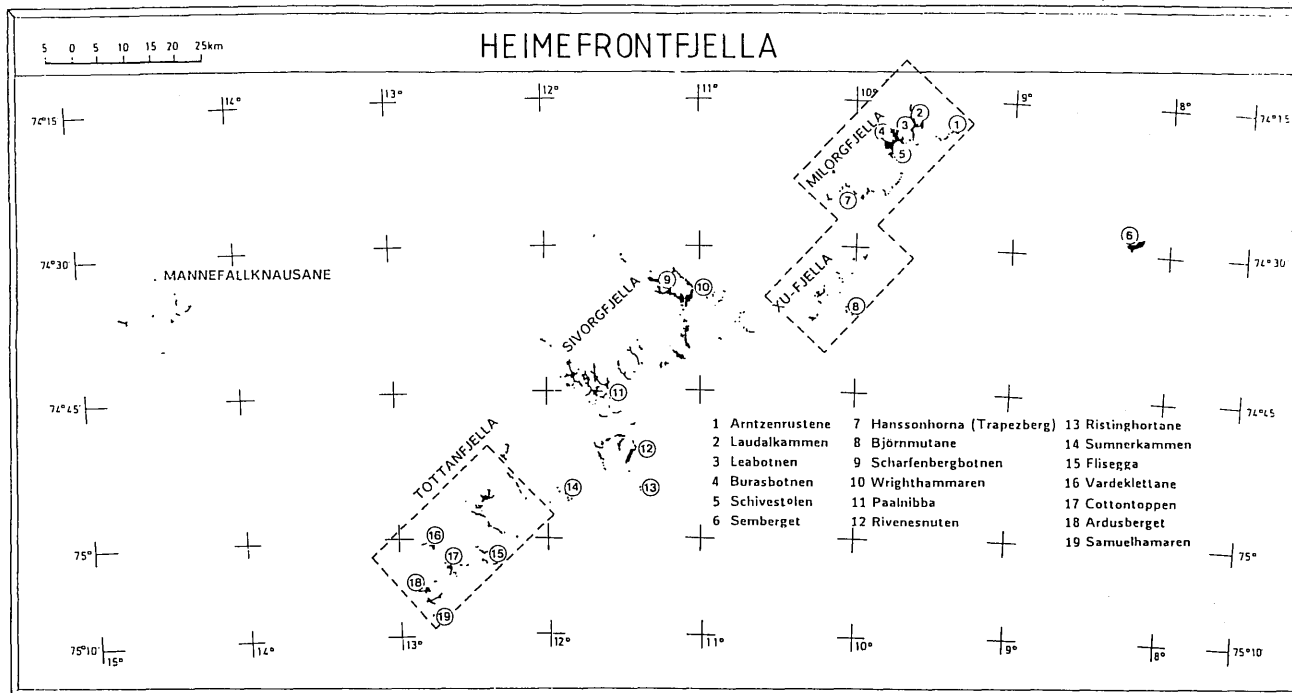


Fig.3.2: Topographic map of Heimfrontfjella and Mannefallknausane. Study areas of the 1993/94 expedition are bordered with dashed lines.