

**Die Expedition ANTARKTIS-VI  
mit FS „Polarstern“ 1987/1988**

**The Expedition ANTARKTIS-VI  
of RV “Polarstern” in 1987/1988**

---

**Herausgegeben von  
Dieter Karl Fütterer  
mit Beiträgen der Fahrtteilnehmer**

**Ber. Polarforsch. 58 (1988)  
ISSN 0176-5027**



## Inhalt

Einführung.....	7
Introduction.....	9
1. <u>Fahrtabschnitt ANT-VI/1 (Bremerhaven - Santander - Rio de Janeiro- Rio Grande do Sul)</u>	11
1.1 Zusammenfassung und Fahrtverlauf.....	11
1.2 Ozonverteilung in der Stratosphäre.....	12
2. <u>Fahrtabschnitt ANT-VII/2 (Rio Grande do Sul - Ushuaia) (Fahrtleiter: D. Sahrhage)</u>	15
2.1 Zusammenfassung und Fahrtverlauf.....	15
2.2 Summary and itinerary.....	25
2.3 Wetterablauf und Wetterberatung.....	28
2.4 Geologische Untersuchungen an Land.....	30
2.4.1 Das Grundgebirge und Deckgebirge im Umkreis der Station Esperanza und Trinity Hut.....	30
2.4.2 Geologie einzelner Nunataker der Trinity Peninsula.....	31
2.4.3 Geochronologische Korrelation der fossilführenden oberjurassischen Nordenskiöld-Formation mit Zirkonen begleitender Tuffe (Longing Gap).....	31
2.4.4 Sonstige besuchte Aufschlüsse.....	32
2.4.5 Hinterland von Faraday (Argentine Islands).....	32
2.4.6 Süd Shetland Inseln beiderseits des Antarctic Sound und in der Elephant Island Group.....	32
2.5 Physiogeographische, geomorphologische und pedologische Untersuchungen.....	34
2.5.1 Periglaziale und perimarine Reliefentwicklung.....	34
2.5.2 Daten zur Modellierung der kryogenen Hangentwicklung.....	38
2.5.3 Physikalische und chemische Verwitterung sowie kryogene Bodenbildung.....	38
2.6 Holocene glacial history and climate variation on the Antarctic Peninsula.....	40
2.7 Biologische Forschungen auf See.....	41
2.7.1 Ozeanographie.....	41
2.7.2 Krilluntersuchungen.....	43
2.7.3 Pelagische Ostracoden.....	45
2.7.4 Fischereibiologische Untersuchungen an den Fischbeständen um Elephant Island.....	45
2.7.5 Der Nährstoffstatus planktischer Algen.....	48
2.7.6 Antarktisches Benthos.....	50
2.7.7 Verbreitung und Biologie benthischer Amphipoden.....	51
2.7.8 Nematoden der Meiofauna.....	52
2.8 Marine Geologie.....	53
2.8.1 Sedimentprobennahme.....	53
2.8.2 Beschreibung und Beprobung der Schwereloskerne.....	54
2.8.3 Verbreitung benthischer Foraminiferen.....	55
2.8.4 Adsorption und Partikelfluß in der Wassersäule.....	56

2.9	Marin-geophysikalische Untersuchungen.....	58
2.9.1	Der zeitliche Ablauf der Messungen.....	58
2.9.2	Vorläufige Ergebnisse.....	61
2.9.3	Ausblick.....	67
2.10	Untersuchung niedermolekularer, halogener Kohlenwasser- stoffe in Luft und Meerwasser.....	67
2.11	Stationsliste/Station List.....	69
3.	<u>Fahrtabschnitt ANT-VI/3 (Ushuaia - Kapstadt)</u> (Fahrtleiter : D.K. Fütterer)	79
3.1	Zusammenfassung und Fahrtverlauf.....	79
3.2	Wetterablauf und Tätigkeit der Bordwetterwarte.....	91
3.3	Zoobenthos auf dem antarktischen Schelf.....	93
3.3.1	Benthos-Probennahme und erste Ergebnisse.....	94
3.3.2	Direktbeobachtungen an benthischen Besiedlungs- strukturen.....	100
3.3.3	Lebendhaltung im Laborcontainer.....	105
3.4	Marin-geowissenschaftliche Arbeiten.....	107
3.4.1	Probennahme und Geräte.....	107
3.4.2	Süd-Orkney-Block.....	109
3.4.3	Queen Maud Rise.....	112
3.4.4	Alfred-Wegener- Canyon.....	115
3.4.5	"Deutschland Canyon".....	118
3.4.6	Filchner Rinne.....	120
3.4.7	Antarktische Konvergenz - Agulhas Becken.....	123
3.4.8	Frühdigenese von Silikaten im Weddellmeer.....	124
3.4.9	Niederfrequente Sedimentechographie.....	130
3.4.10	Positionsbestimmung mit INDAS und GPS.....	131
3.4.11	Bathymetrische Vermessung mit dem Fächersonar SEABEAM und dem Schelfrandecholot NBS.....	132
3.4.11.1	Geostatistische Verfahren im SEABEAM-post-processing.....	133
3.4.12	Seegravimetrie und marine Magnetik.....	139
3.4.13	Verankerungsarbeiten und Sedimentfallen.....	142
3.5	Das Sommerprogramm auf der Georg-von-Neumayer- Station.....	148
3.5.1	Reflexionsseismische Untersuchungen auf dem Ekström- Schelfeis.....	148
3.5.2	Glazialgeodätische Arbeiten auf dem Ekström-Schelfeis.....	152
3.5.3	Anorganische Spurenstoffe in Luft- und Schneeproben.....	158
3.5.4	Das Geophysikalische Observatorium.....	159
3.5.5	Untersuchungen atmosphärischer Aitkenpartikel an der Georg-von-Neumayer-Station.....	162
3.5.6	Hydrophonaufnahmen vom Lautton der Weddellrobben in der Atka-Bucht.....	163
3.5.7	Bestandszählungen an den Kaiserpinguinkolonien in der Atka-Bucht.....	164
3.6	Die geowissenschaftliche Expedition in die Kottasberge/ Heimefrontfjella und die Kraulberge/Vestfjella.....	165
3.6.1	Anliegen und Ziele der Expedition.....	165
3.6.2	The Swedish participation in the expedition .....	167

3.6.3	Logistic experiences.....	168
3.6.4	Strukturgeologische Untersuchungen an mylonitischen Gesteinen in den Kottasbergen und Sivorgfjella.....	171
3.6.5	Erzpetrographische Untersuchungen.....	173
3.6.6	Sedimentology, stratigraphy and paleomagnetism in the Heimefrontfjella Range.....	174
3.6.7	Fazielle Untersuchungen in den jungpaläozoischen Sedimenten der Heimefrontfjella und der Kraulberge.....	180
3.6.8	Glazialmorphologische Untersuchungen.....	183
3.6.9	Glaciological and geomorphological studies of Scharffen- bergbotnen.....	186
3.6.10	Radio-Echo soundings between Basen and Fossilryggen.....	193
3.6.11	Literatur.....	194
3.7	Geologische Expedition in die Shackleton Range (GEISHA).	196
3.7.1	Einführung in die Geologie der Shackleton Range und Zielsetzung von GEISHA.....	196
3.7.2	Logistischer Rahmen.....	199
3.7.2.1	Flugzeugoperationen.....	203
3.7.2.2	Helikoptereinsätze in den Bergen.....	204
3.7.3	Petrologie des kristallinen Grundgebirges der südlichen und nordwestlichen Shackleton Range.....	205
3.7.4	Strukturgeologie der Shackleton Range.....	208
3.7.5	Stratigraphie und Fazies der sedimentären Serien in der Shackleton Range.....	218
3.7.6	Basische Gänge in der Shackleton Range.....	222
3.7.7	Radiometrische Untersuchungen in der Shackleton Range..	227
3.7.8	Vereisungsgeschichte der Shackleton Range.....	229
3.7.9	Festpunktbestimmung in der Shackleton Range.....	234
3.7.10	Literatur.....	236
3.8	Erhöhung glazial-geodätischer Meßpunkte auf dem Filchner- Ronne-Schelfeis und Inspektion der Filchner Sommerstation.	237
3.9	Stations- und Profilliste.....	238
4.	<u>Fahrtabschnitt ANT-VI/5 (Kapstadt - Bremerhaven)</u>	255
4.1	Lebendhaltung im Laborcontainer.....	255
4.2	Schwermetall-Spurenanalyse von Aerosol-und Oberflächen- seewasser-Proben.....	255
5.	Expeditionsteilnehmer/Participants.....	257
6.	Beteiligte Institutionen/Participating Institution.....	261
7.	Schiffspersonal/Ship's Crew.....	267



## Einführung

Die sechste Expedition mit FS "Polarstern" in die Antarktis, ANT-VI, dauerte vom 24. September 1987 bis zum 10. April 1988 und war in vier Fahrtabschnitte gegliedert. Der ursprünglich als ANT-VI/4 geplante Fahrtabschnitt, der in der Zeit März/April 1988 in das Gebiet des Queen Maud Rise und des Atlantik-Indik-Rücken führen sollte, mußte soweit gekürzt werden, daß er als selbständiger Fahrtabschnitt nicht mehr realisierbar war. Die verbleibende Zeit wurde dem Fahrtabschnitt ANT-VI/3 zugeschlagen, um wesentliche Teile des ursprünglich geplanten marin-geowissenschaftlichen Programmes im Rahmen dieses Abschnittes durchführen zu können.

Der erste Fahrtabschnitt (ANT-VI/1) begann am 24. September 1987 in Bremerhaven und führte über Santander, Rio de Janeiro nach Rio Grande do Sul in Brasilien. Neben der Kalibrierung neuer Meßsysteme der Luftchemie und Bathymetrie wurde die Reise genutzt, um mit einem Ozonlaser und XBT-Abwürfen meridionale Konzentrationsprofile der Ozonverteilung in der Atmosphäre bzw. ozeanographischer Parameter in den oberen Wasserschichten aufzunehmen.

Zu offiziellen Besuchen wurden der nordspanische Hafen Santander anlässlich der Tagung des Internationalen Rates für Meeresforschung (ICES) sowie Rio de Janeiro anlässlich der 14. Konsultativtagung des Antarktisvertrages angelaufen.

Der zweite Fahrtabschnitt (ANT-VI/2) begann am 20. Oktober 1987 in Rio Grande do Sul und führte zur Antarktischen Halbinsel und beinhaltete ein sehr multi-disziplinäres Forschungsprogramm. Im Rahmen des internationalen BIO-MASS-Programmes wurden in der Bransfield Straße und dem Bellingshausenmeer Untersuchungen am Phytoplankton, Krill und Benthos und zur Ozeanographie durchgeführt sowie die Fischbestände bei Elephant Island mit dem Grundschieppnetz aufgenommen. Der vertikale Partikelfluß in der Wassersäule war das Untersuchungsziel einer kleinen Gruppe Geochemiker. Eine sehr international zusammengesetzte Gruppe Geophysiker hatte zum Ziel, die Struktur und Evolution der Antarktischen Halbinsel mit tiefenseismischen Untersuchungen zu erforschen.

An Land untersuchten und beprobten mehrere geologische und geomorphologische Arbeitsgruppen mit Hubschrauberunterstützung ausgewählte Zielgebiete sowohl in den glazialen Ablagerungen als auch im Festgestein der Antarktischen Halbinsel. An diesem Programm waren auch zwei Arbeitsgruppen des Swedish Polar Research Secretariat beteiligt.

Wegen der frühen Jahreszeit waren die Eisverhältnisse stellenweise noch sehr kritisch. Besonders im geplanten Arbeitsgebiet der Marguerite Bay fielen alle Programmpunkte der Geologen und Geophysiker dem dichten, auch für "Polarstern" fast undurchdringlichen Packeis zum Opfer.

Der dritte Fahrtabschnitt (ANT-VI/3) begann am 19. Dezember 1987 in Ushuaia, Argentinien, und endete am 17. März 1988 in Kapstadt. Schwerpunktmäßig war dieser Fahrtabschnitt geowissenschaftlichen Programmen an Land und auf See gewidmet.

Im Rahmen dieser Reise wurde die Georg-von-Neumayer-Station in der Atka-Bucht versorgt, die Überwinterungsmannschaften ausgetauscht sowie geophysikalische, spurenstoffchemische und glazialgeodätische Sommerprogramme an der Station und in ihrer näheren Umgebung auf dem Ekström-Schelfeis ausgeführt.

Eine geologische deutsch-österreichisch-schwedische Expedition führte vom 06.01. bis 22.02.1988 von der Georg-von-Neumayer-Station mit leichten Kettenfahrzeugen über insgesamt 2.500 km in die Berge der Heimefrontfjella und Kraulberge.

Einer der Schwerpunkte des dritten Fahrtabschnittes war die von einem Basislager nahe der britischen Station Halley ausgehende geologische Expedition in die Shackleton Range (GEISHA). In diese Unternehmung waren die beiden Polarflugzeuge "Polar-2" und "Polar-4" des Alfred-Wegener-Instituts voll eingebunden. Bei den Arbeiten in den Bergen wurden die Geologen durch zwei angemietete Hubschrauber vom Typ BO-105 unterstützt.

Neben der logistischen Unterstützung der Landprogramme wurde von "Polarstern" ein umfangreiches marin-geologisches und biologisches Forschungsprogramm im südlichen und östlichen Weddellmeer durchgeführt. Dabei standen bathymetrische Vermessungen von Canyongebieten und sedimentologische Probennahmen am Kontinentalhang sowie benthologische Untersuchungen auf dem Schelf im Vordergrund.

Der Rückreiseabschnitt (ANT-VI/5) begann am 19. März 1988 in Kapstadt und enthielt in seinem wissenschaftlichen Teil umfangreiche Messungen zur Verteilung niedermolekularer halogener Kohlenwasserstoffe in der Luft und im Meerwasser. Am Abend des 10. April 1988 beendete FS "Polarstern" ihre sechste Forschungsreise in die Antarktis in Bremerhaven.



## Introduction

The sixth Antarctic expedition of RV "Polarstern" started on September 24, 1987 and terminated after a successful cruise on April 10, 1988 at Bremerhaven. The expedition was divided into four legs. The scientific programme of an additional marine geological leg (ANT-VI/4) which was planned for March/April 1988 in the area of Queen Maud Rise and along the Atlantic-Indian-Ridge, had to be curtailed and its remaining components integrated into the supply cruise (ANT-VI/3).

The first leg (ANT-VI/1) from September 24, 1987 (Bremerhaven) to October 19, 1987 (Rio Grande do Sul, Brazil) was used mainly for the adjustment and calibration of new analytical systems for air chemistry and software for bathymetric investigations. In addition, measurements of the ozone concentration in the atmosphere were carried out on a meridional transect using a newly developed ozone laser device.

Official visits took place to Santander (Spain) and Rio de Janeiro (Brazil) on occasion of the ICES meeting and the 14th Meeting of the Consultative Party of the Antarctic Treaty, respectively.

The second leg (ANT-VI/2) from October 20, 1987 (Rio Grande do Sul, Brazil) to December 19, 1987 (Ushuaia, Argentina) concentrated on a diverse scientific programme of fisheries biology and marine and terrestrial earth science investigations in the area of the Antarctic Peninsula. As part of the international BIO-MASS programme, the abundance of krill and plankton was investigated in the eastern Bellingshausen Sea and in the Bransfield Strait. Fish stocks were estimated by bottom trawling around Elephant Island. Particle flux in the water column was the goal of a small group of geochemists. A very international group of geophysicists studied the deep structure and evolution of the Antarctic Peninsula by deep seismic investigations.

Several groups of earth scientists - logistically supported by helicopters - carried out an extensive mapping and sampling programme of the glacial deposits as well as of the hard rocks on the Antarctic Peninsula. A group of earth scientists of the Swedish Polar Research Secretariat participated in this programme.

Because of the early season, ice conditions were critical in some places. All geological and geophysical projects planned for Marguerite Bay fell victim to dense and heavy ice nearly impenetrable for the "Polarstern".

The third leg (ANT-VI/3) from December 21, 1987 (Ushuaia, Argentina) to March 17, 1988 (Cape Town, South Africa) concentrated on several earth science projects on land and at sea.

Important activities were the logistical supply of the "Georg-von-Neumayer-Station" and the exchange of the over-wintering team. Geodetic measurements for ice dynamic investigations and seismic reflection profiling were carried out on the Ekström ice shelf in the vicinity of the station. Trace chemical investiga-

tions on the aerosol distribution in the Antarctic were carried out at the air chemistry observatory at GvN.

A German-Austrian-Swedish geological over-snow-traverse from GvN into the Heimfrontfjella and Vestfjella over a distance of all together some 2,500 km was successfully accomplished from January 6 to February 22, 1988.

One of the main goals of the third leg was the geological expedition into the Shackleton Range (GEISHA). From a base camp near the British Halley Station, scientists and equipment were flown into the mountains by the two fix-winged aircrafts "Polar-2" and "Polar-4" (Do-228-100) of the Alfred-Wegener-Institute. Very efficient support in the field came from two helicopters (BO-105), the mission of which significantly contributed to the scientifically very successful project.

Besides the logistical support of the various landparties the RV "Polarstern" carried out an extensive scientific programme at sea. Marine geological sampling (box coring and gravity coring) on the continental slope of the eastern and southern Weddell Sea and bathymetric swath echosounding of specific canyon areas were the main tasks. The programme was completed by biological sampling on the shelf for benthos investigations.

The final leg (ANT-VI/5) including the return journey from March 18, 1988 to April 10, 1988 (Bremerhaven) was scientifically used for extensive measurements of the distribution of halogenated hydrocarbons in the air and in the sea along a meridional transect.

1. Fahrtabschnitt ANT-VI/1 (Bremerhaven - Santander - Rio de Janeiro - Rio Grande do Sul)

1.1 Zusammenfassung und Fahrtverlauf (G. Hempel)

Die Anreise zur Antarktis-Expedition 1987/88 wurde genutzt, um "Polarstern" den ausländischen Partnern der Polarforschung vorzustellen und an Bord intensive Gespräche mit südamerikanischen Vertretern der Antarktisforschung zu führen. Die Gelegenheit dafür war günstig, denn in Santander, Spanien, fand vom 28.9. - 30.9. ein Symposium über die arktischen Meere statt. Unmittelbar darauf tagten der Internationale Rat für Meeresforschung (ICES) und das Arctic Ocean Sciences Board (AOSB) in Santander. So versammelten sich in der spanischen Hafenstadt die Mehrzahl der führenden Vertreter der marinen Nordpolarforschung. Probleme der Antarktisforschung wurden fast gleichzeitig in Rio de Janeiro im Rahmen der Konsultativtagung des Antarktisvertrages behandelt. Hier bot sich die Gelegenheit, die Delegationen aller Konsultativstaaten zu einem Abschiedsempfang am Ende der Tagung an Bord zu empfangen.

Das Fahrtprogramm der "Polarstern" war so terminiert, daß am 24. September den Teilnehmern des Internationalen Kongresses zur Geschichte der Meeresforschung noch Gelegenheit geboten wurde, das Schiff eingehend zu besichtigen. Noch am gleichen Abend legte das Schiff ab. An Bord befand sich die Mehrzahl der deutschen Teilnehmer am Santander-Symposium, um in einem intensiven Vortrags- und Diskussionsprogramm die bisherigen Ergebnisse unserer ozeanographischen und biologischen Forschungen in arktischen und subarktischen Meeren kritisch zusammenzufassen und die künftigen Arbeiten im Lichte der internationalen Projekte zu planen. Diese Klausurtagung schuf wichtige Grundlagen für die folgenden internationalen Verhandlungen im AOSB und trugen zur Qualität der Präsentation der deutschen Arbeiten im Symposium über die arktischen Meere bei.

Die Fahrt von Bremerhaven nach Santander wurde auch zur Erprobung von Winden genutzt, die während der vorhergegangenen Werftliegezeit umgebaut worden waren. Diese Tests in der Biskaya verliefen unbefriedigend, so daß in Santander in einem Gespräch mit der Lieferfirma für die folgenden Abschnitte der Anreise in die Antarktis Verbesserungen und weitere Probeläufe vorgesehen werden mußten.

Wie auf früheren Fahrten diente die Anreise von Bremerhaven nach Südamerika auch luftchemischen Arbeiten. Wissenschaftler der Universität Regensburg und des AWI nutzten die Zeit für die Einrichtung und Kalibrierung neuer Meßsysteme der Luftchemie und der Bathymetrie. Auf der vorhergegangenen Arktis-Expedition war erstmalig ein vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik entwickelter Ozon-Laser eingesetzt worden. Dieses Gerät sollte auf dem langen Nord-Süd-Schnitt von Europa nach Südamerika die Ozonkonzentration der Stratosphäre messen.

Nach überwiegend ruhiger Fahrt machte "Polarstern" am 28.9. morgens in Santander fest. Die dreitägige Liegezeit war gekennzeichnet durch ein reiches Programm an Besuchen und Fachgesprächen an Bord. Sowohl für die Teil-

nehmer des Symposiums als auch für das Arctic Ocean Sciences Board und die führenden Vertreter des Internationalen Rates für Meeresforschung wurden Empfänge gegeben, an denen auch zahlreiche spanische Meeres- und Polarforscher teilnahmen. Besondere Besichtigungsprogramme wurden für die Presse und die interessierte spanische Öffentlichkeit veranstaltet.

Am 30.9. abends, kurz nach dem Empfang für ICES und AOSB, verließ "Polarstern" Santander. 15 Tage später wurde nach ruhiger Fahrt Rio de Janeiro erreicht, wo das Schiff wie in früheren Jahren in der Guanabara-Bucht auf Reede ging. Höhepunkt des knapp zweitägigen Aufenthaltes war der Abendempfang am 15.10., den der Leiter der Delegation der Bundesrepublik bei der Konsultativtagung des Antarktisvertrages, Herr Dr. Messer, gemeinsam mit dem Direktor des Alfred-Wegener-Instituts, Herr Prof. Hempel, gab. Vertreter der 20 Konsultativstaaten, zahlreiche Konferenzbeobachter und Mitglieder der deutschen Auslandsvertretungen in Brasilien versammelten sich an Bord und besichtigten das Schiff. Für die ortsansässigen Wissenschaftler und die brasilianischen Medien und Behörden waren spezielle Programme vorgesehen, von denen ähnlich wie in Santander intensiv Gebrauch gemacht wurde.

Die zweitägige Fahrt von Rio de Janeiro nach Rio Grande in Südbrasilien wurde genutzt, um einen kleinen Kreis wissenschaftlicher und politischer Vertreter der südamerikanischen Meeresforschung mit der deutschen Forschung im Südpolarmeer vertraut zu machen und Kooperationspläne im Rahmen eines Seminars zu diskutieren. Das Seminar wurde vom Direktor des AWI geleitet. Prof. Miller, Universität München, Prof. Sahrhage, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Dr. G. Hubold, Universität Kiel, Dr. H. Kohnen, AWI, nahmen von Seiten der deutschen Wissenschaft als weitere Vortragende teil.

Vorträge, Diskussionen, Video-Vorführungen, Schiffsbesichtigungen und Demonstrationen folgten in enger zeitlicher Folge. Sie führten zu sehr fruchtbaren Kontakten und bereiteten konkrete Kooperationsabsprachen vor. Das kühle Wetter hielt die Seminarteilnehmer in den Veranstaltungsräumen. Rio Grande wurde planmäßig am 19.10.1987 morgens erreicht. Hier verließen die Seminarteilnehmer das Schiff, "Polarstern" wurde bebunkert und die wissenschaftliche Besatzung für den ersten antarktischen Fahrtabschnitt eingeschifft. Die wissenschaftlichen Kontakte mit der Universität Rio Grande konnten in einem wechselseitigen Veranstaltungsprogramm vertieft werden.

## 1.2 Ozonverteilung in der Stratosphäre (W. Steinbrecht)

Die vertikale Verteilung der Ozonkonzentration zwischen 15 und 40 km Höhe wurde breitenabhängig mit Hilfe einer Eximer-Laser-Anlage gemessen, die vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik entwickelt wurde. Die Messungen zeigen auf beiden Hemisphären eindeutig einen Anstieg des Ozonmaximums und dessen Verlagerung zu größeren Höhen auf dem Wege von mittleren zu niederen Breiten.

Betrachtet man hingegen das gesamte Ozon im Höhenbereich zwischen 15 und 35 km Höhe, so findet man in Äquatornähe ein Minimum. Aus diesen

Meßergebnissen ist zu schließen, daß die Ozonentstehung mit abnehmender Breite bei verstärkter Sonneneinstrahlung zunimmt, so daß während der Äquinoktien am Äquator in höheren Stratosphärenschichten besonders hohe Ozonwerte angetroffen werden. Da aber in diesem Gebiet in der intertropischen Konvergenzzone aufgrund intensiver Konvektion ein verstärkter Austausch zwischen ozonarmer Troposphärenluft und ozonreicher Stratosphärenluft stattfindet, wird die Ozonkonzentration in der unteren Stratosphäre ständig durch vertikale Vermischung reduziert. Als Folge beider gegensätzlich wirkender Prozesse nimmt der integrale Ozongehalt der Stratosphäre von mittleren Breiten zum Äquator hin ab. Die Messungen von dem fahrenden Schiff erlaubten erstmals, die Meridionalverteilung der vertikalen Ozonprofile mit einem einzigen Meßsystem vom Boden aus aufzunehmen und dadurch systematische Meßfehler zu vermeiden. Mehrfache Wiederholungen derartiger Beobachtungsprogramme sollen u.a. zur Feststellung trendhafter Veränderung der globalen stratosphärischen Ozonkonzentration beitragen.



## 2. Fahrtabschnitt ANT-VI/2 (Rio Grande do Sul - Ushuaia)

### 2.1 Zusammenfassung und Fahrtverlauf (D. Sahrhage)

Diese Reise führte FS "Polarstern" in das Gebiet der Antarktischen Halbinsel von den Gewässern um Elephant Island im Osten bis vor Adelaide Island im Südwesten (Abb. 1). Die Forschungsarbeiten umfaßten ein weites Spektrum wissenschaftlicher Untersuchungen an Land, auf See und in der Luft.

Geologische, geographische und paläoklimatologische Studien und Probenahmen konzentrierten sich vor allem auf ausgewählte Plätze auf der Antarktischen Halbinsel (Hope Bay am Antarctic Sound und weitere Umgebung sowie das Gebiet Argentine Islands/Beascochea Bay) und den Süd Shetland Inseln (von Smith Island bis Clarence Island). Sie dienten der Erforschung der Entwicklungsgeschichte des westlichen Randes von Gondwana, der Vereisungsgeschichte und Klimaschwankungen auf der Antarktischen Halbinsel sowie dem Studium geomorphologischer Verwitterungs- und Abtragungsprozesse. Ein weiteres Untersuchungsgebiet in der Marguerite Bay konnte wegen des davor liegenden Packeisgürtels nicht erreicht werden.

Auf See wurden die Fischbestände um Elephant Island untersucht und die Verbreitung des Krills in Abhängigkeit von den ozeanographischen Verhältnissen studiert. Diese sich über das gesamte Untersuchungsgebiet erstreckenden Forschungen auf Schnitten und Stationen, die bei internationalen (BIOMASS) und nationalen Programmen entwickelt wurden, waren mit Arbeiten über das Phytoplankton und Benthos sowie chemischen und marin-geologischen Untersuchungen in der Wassersäule und den Meeressedimenten eng koordiniert.

Tiefenseismische Untersuchungen der Geophysiker über die Entstehung und Struktur der Antarktischen Halbinsel konnten auf einer Reihe von Profilen in der Bransfield Straße und der Drake Passage durchgeführt werden.

Luftchemische Forschungen beschäftigten sich mit niedermolekularen halogenierten Kohlenwasserstoffen. Für Aussagen über den Austausch zwischen Ozean und Atmosphäre wurden auch Meerwasserproben genommen.

Am 20. Oktober 1987 um 18 Uhr Ortszeit verließ FS "Polarstern" mit 52 wissenschaftlichen Fahrtteilnehmern und 44 Besatzungsmitgliedern an Bord den Hafen von Rio Grande, Brasilien. Während der Anreise zur Antarktischen Halbinsel behinderten zeitweise stürmische Winde bis Stärke 11 und hoher Seegang die Fahrt. Am 25.10. abends wurde auf der Position 56°49' S und 55°37' W die antarktische Konvergenz überfahren. Ab etwa 60° S auf 56° W fuhr das Schiff am 26.10. durch einen teils sehr dichten Treibeisgürtel, der bis etwa 61°30' S reichte. In dieser Zone mit braunen Algenteppichen unter den Eisschollen wurden mit dem Echolot erhebliche Mengen von Krill in Tiefen bis 80 m beobachtet. Pelzrobben und Krabbenfresser waren zahlreich zu sehen. Weiter südlich bis zum Eingang in den Antarctic Sound war das Wasser abgesehen von einzelnen Eisbergen fast eisfrei, Krillanzeigen fehlten.

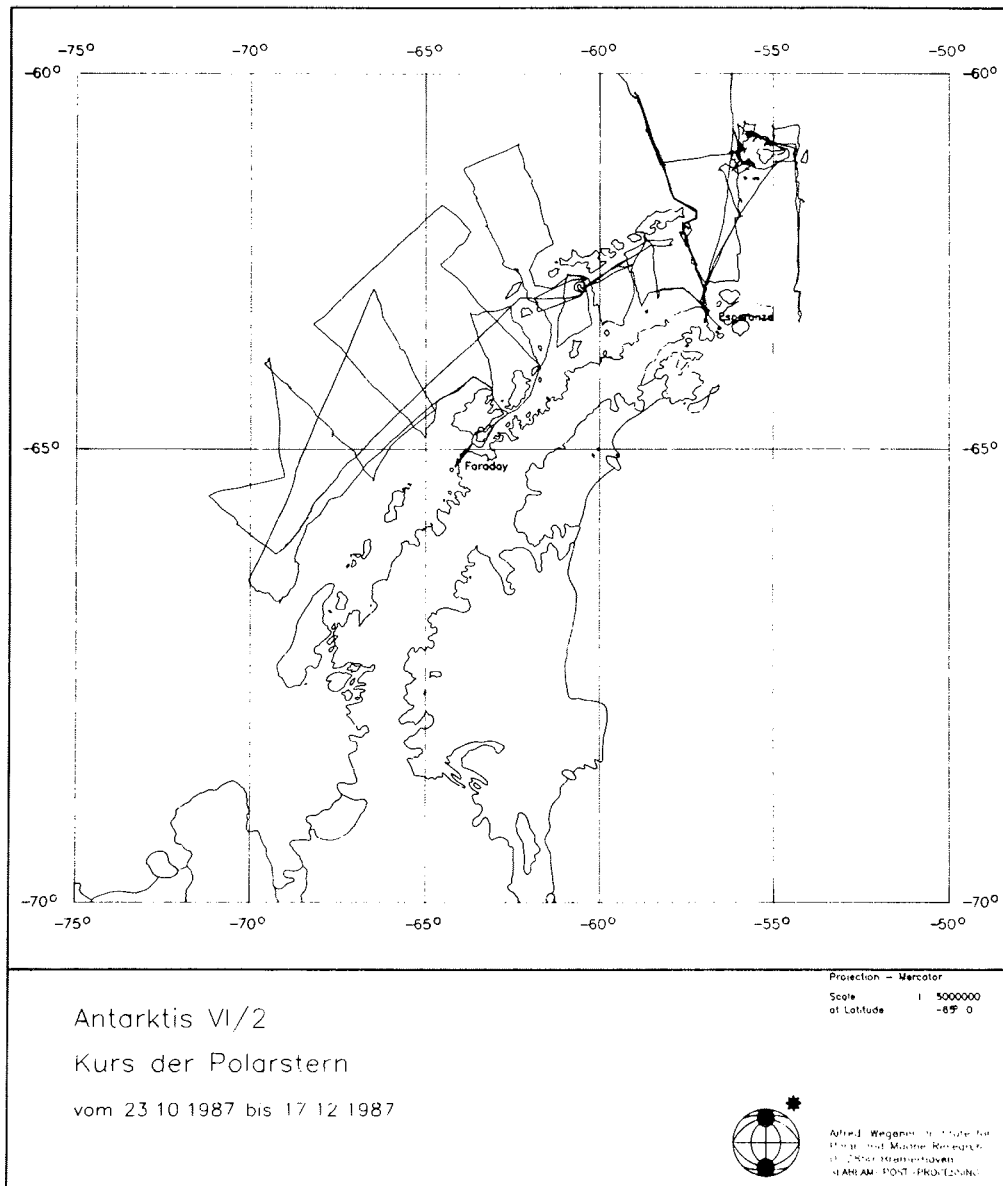


Abb. 1: Fahrtroute des FS "Polarstern" während des Fahrtabschnittes ANT-VI/2.

Fig. 1: Cruise track of RV "Polarstern" during Leg ANT-VI/2.



Am Morgen des 27.10. erreichte die "Polarstern" planmäßig die Hope Bay vor der argentinischen Station Esperanza. Bei gutem Wetter wurden 11 wissenschaftliche Fahrtteilnehmer nebst umfangreicher Ausrüstung für geologische, geographische und paläoklimatologische Untersuchungen mit Hubschrauber an Land geflogen und in der britischen Hütte (Trinity Station) untergebracht. Drei Mitglieder der Hubschraubercrew mit einem Helikopter blieben zur Unterstützung der Landgruppen auf der Station Esperanza. Ferner wurde eine umfangreiche Ladung wissenschaftlicher Ausrüstung und Materialien für das Team von Prof. Adelung (Kiel) zur argentinischen Station transportiert und dort bis zum Beginn der Forschungsarbeiten Ende November eingelagert. Kommandant und Mitarbeiter der argentinischen Station unterstützten diese Unternehmungen in jeder Weise und kamen auch zu einem Besuch an Bord. Die Zeit des Aufenthaltes in der Hope Bay wurde zur Erprobung wissenschaftlicher Geräte und zur Probennahme von Benthos mit dem kleinen Bodengreifer genutzt. Gegen 15.30 Uhr verließ die "Polarstern" Hope Bay in Richtung Norden.

Auf dem Wege in das Seegebiet westlich Elephant Island kam in der Nacht zum 28.10. auf 62°00' S; 56°00' W der Großwasserschöpfer zum Einsatz. Morgens begann dann die Fischerei mit dem 140'-Grundschleppnetz. Innerhalb der folgenden fünf Tage konnten bei überwiegend ruhigem Wetter westlich und nördlich der Insel 21 Hols mit dem Schleppnetz in Tiefen zwischen 80 und 450 m durchgeführt werden. Der Gesamtfang belief sich auf rund 16,6 t, davon 9,8 t Fisch, der Rest Beifang, der für die Zoologen eine Fülle interessanter Tiere lieferte. Größere Netzverluste traten nicht ein. Am Ende jeder Fischereistation erfolgten ozeanographische Messungen und Sammlung von Wasserproben mit dem Rosettenwasserschöpfer. Phytoplankton wurde auch mit einem kleinen Planktonnetz gefangen. Zahlreiche Benthosproben kamen mit dem kleinen Backengreifer und dem Multicorer an Bord. Lebende Tiere aus den Beifängen des Grundschleppnetzes wurden in die Aquarien des Containerlabors für weitere Untersuchungen eingesetzt.

Während der Nächte auf den 31.10. und 1.11. wurden, ausgehend von den Fischereistationen, zwei Reflexionstestprogramme der Geophysik auf mehreren Profilen mit Kurzstreamer, zwei Airguns, Magnetometer und Seabeam gefahren. Im ersten dieser Testprogramme wurde auch ein OBS ausgesetzt und am folgenden Morgen wieder aufgenommen. Die Versuche verliefen erfolgreich.

Nach Abschluß des ersten Teiles der Fischbestandsuntersuchungen bei Elephant Island am Nachmittag des 1.11. fuhr die "Polarstern" nach Süden zur ersten Station des Schnittes 1 für Krilluntersuchungen und ozeanographische Messungen östlich Joinville Island. Wegen des dichten Treibeisgürtels und zahlreicher Eisberge wurde die ursprünglich geplante Station am 2.11. morgens auf 63°22' S; 54°15' W verlegt. Hier erfolgte im Eis ein umfangreiches Programm biologischer und ozeanographischer Arbeiten mit Backengreifer, Multicorer, Multisonde/Rosettenwasserschöpfer, Planktonnetz und RMT.

Mit den an der Hope Bay arbeitenden Forschergruppen an Land bestand während der ganzen Zeit zweimal täglich Funksprechkontakt. Nach Genesung des erkrankten Flugleiters konnte am 2.11. vormittags der zweite Hubschrauber von der 70 sm entfernten "Polarstern" aus zur Hope Bay entsandt werden, um

die geplanten Feldarbeiten der beiden schwedischen Forschergruppen auf der James Ross Insel doch noch zu ermöglichen. Zwei Geophysiker flogen mit, bauten bei Trinity Hut Messinstrumente auf und trafen andere Vorbereitungen für das Geophysik-Profil 1. Die Arbeiten an Land wurden hervorragend durch die Argentinier der Station Esperanza unterstützt.

Vom 2.11. morgens bis zum 5.11. abends wurden die Schnitte 1 (von Süden nach Norden auf 54°15'W) und 2 (von Norden nach Süden auf 56°00'W) von Elephant Island bis zur Spitze der Antarktischen Halbinsel mit insgesamt 28 Stationen bearbeitet. Auf vorher festgelegten Positionen, die auch in früheren Jahren im Rahmen der BIOMASS/SIBEX-Expeditionen aufgesucht worden waren, wurde das Rectangular Midwater Trawl (RMT 1+8) zum Fang von Krillproben in Tiefen bis zu 200 m eingesetzt. Auf allen RMT-Stationen wurden außerdem ozeanographische Messungen mit der Multisonde vorgenommen und Wasserproben mit dem Rosettenwasserschöpfer für Phytoplanktonuntersuchungen und zur Salzgehaltsbestimmung gewonnen. Durch den Abwurf von XBT-Sonden zwischen den RMT-Stationen wurde der Stationsabstand für die ozeanographischen Beobachtungen auf 7,5 sm verdichtet. Im tiefen Becken auf 62°00'S; 56°00'W mit 2.100 m Wassertiefe sammelte die Multisonde Daten bis zum Boden, und der große Kastengreifer lieferte aufschlußreiche Sedimentproben aus dieser Tiefe. Eben nördlich von Elephant Island und am Südeinde des 2. Schnittes nördlich der d'Urville-Insel brachten Einsätze mit dem kleinen Backengreifer, einer Baumkurre und dem Multicorer zahlreiche Benthosproben aus 400 - 500 m Tiefe. Einige ursprünglich geplante Stationen südlich von Elephant Island und westlich des 2. Schnittes mußten wegen Zeitmangels gestrichen werden. Während aller Kurse wurde die Verbreitung des Krills durch Aufzeichnungen des Fischereiecholotes verfolgt.

In der Nacht vom 4./5.11. führte die Geophysikgruppe Störpegeluntersuchungen bei verschiedener Maschinenleistung des Schiffes durch.

Von der südlichsten Station des 2. Schnittes kehrte das Schiff nachts zur Hope Bay zurück. Dort wurde am 6.11. der größere Teil der Landgruppen nebst Ausrüstungen und umfangreichen gesammelten Proben mit Hubschrauberflügen an Bord zurückgebracht. Nur die Gruppe der Geographen blieb zur Fortsetzung der Forschungen an Land, zog aber zur Esperanza-Station um.

Das Geophysik-Programm auf Profil 1 (Schnitt 3) begann am 6.11. mit dem Aussetzen einer bemannten PCM-Station nördlich und einer unbemannten Geostore-Station südlich der Hope Bay. Auf dem anschließend befahrenen Profil über die Bransfield Straße in Richtung NNW, King George Island bei Cape Melville umrundend, und weiter bis 60°20'S; 58°55'W wurden vier Ozean-Boden-Seismographen (OBS) ausgesetzt und 2 Stationen mit großem Kastengreifer sowie eine mit dem Großwasserschöpfer gefahren. Auf Cape Melville wurde mit dem Hubschrauber eine Gruppe zur Einrichtung einer PCM-Station abgesetzt. Ein weiterer Flug brachte zwei schwedische Wissenschaftler für geologische Untersuchungen zum Kap. Wegen der Verschlechterung des Flugwetters mußte der Aufbau der Geostore-Station auf North Foreland an der NE-Ecke von King George Island bis zum 8.11. verschoben werden. Inzwischen begannen in der Nacht zum 8.11. die Refraktionsmessungen mit Ministreamer und 6 Airguns sowie Seabeam an der nördlichsten Station des Profils mit Kurs

SSE bei 5 kn Geschwindigkeit. Vor King George Island wurde außer zwei Geophysikern auch für einige Stunden eine Geologengruppe zum Probensammeln mit Hubschrauber an Land gesetzt. Am 9.11. mittags waren die Refraktionsmessungen am Süden des Profils auf 63°00'S; 57°00'W beendet. Es wurde auf den großen Streamer und hochfrequente Airguns umgerüstet. Ein Hubschrauber flog nach Hope Bay zum Bandwechsel auf der Geostore-Station und Abholen der Besatzung der PCM-Station.

Am Nachmittag des 9.11. begannen die Reflexionsmessungen auf dem gleichen Profil in Richtung NNW mit 5 kn Geschwindigkeit. Starke Winde erzwangen am Morgen des 10.11. den Abbruch des Versuches, die beiden Arbeitsgruppen von King George Island mit einem Hubschrauber an Bord zurückzuholen. Nördlich der Insel wurde eine OBS-Station, die durch herandriftendes Eis gefährdet war, wieder geborgen. Mit Erreichen der nördlichsten Station des Profils wurden die geophysikalischen Messungen auf Profil 1 am 11.11. morgens erfolgreich beendet.

Der anschließende Schnitt 3 mit ozeanographischen und RMT-Stationen in Richtung SSE mußte leider mehrfach unterbrochen werden, um zu versuchen, trotz schlechten Wetters mit stürmischen Winden, abgelöst von Phasen mit Nebel, die geophysikalischen Landstationen zu bergen und die dabei tätigen Wissenschaftler sowie das schwedische Team mit Hubschrauber von King George Island wieder an Bord zu bringen. Dieses schwierige und zeitraubende Unternehmen gelang schließlich. Von den 4 ausgelegten OBS konnten 2 wieder aufgenommen werden, während 2 weitere trotz intensiver Suche nicht wiedergefunden wurden und wahrscheinlich durch Eisgang verloren gingen. Wegen Sturms mußte eine RMT-Station eben nördlich von King George Island ausfallen.

Für marin-geologische Forschungen wurde auf Schnitt 3 insgesamt 8 mal der große Kastengreifer eingesetzt und im tiefen Becken der Bransfield Straße ein Großwasserschöpfer bis in etwa 2000 m Tiefe gefahren.

Am Süden des Schnittes 3 im Eingang zum Antarctic Sound herrschte am 14.11. morgens wiederum so stürmisches Wetter (Winde bis 60 kn), daß die geplanten Hubschrauberflüge von dort nach Hope Bay unmöglich waren. So mußte die Bucht selbst angelaufen werden, und hier gelang es, die geographische Forschergruppe mit Hubschrauber abzuholen und mit mehreren Flügen die geophysikalischen Landstationen abzubauen und wieder an Bord zu bringen. Anschließend wurde die Station 133 am Süden des Schnittes 3 für den Einsatz von RMT, Multisonde, Planktonnetz und Bodengreifer wieder angelaufen.

Das Schiff fuhr dann durch Treibeisfelder auf der Südseite der Bransfield Straße zum Schnitt 4 mit 4 RMT- und ozeanographischen Stationen, der am 15.11. morgens vor Robert Island beendet war.

Vor hier lief die "Polarstern" die Bucht von Potter Cove auf King George Island an, um dort die verlorengegangene Gedenkplatte für Kapitän Dallmann (1874) durch einen von der Firma Hapag-Lloyd gestifteten Stein nebst Gedenkplatte zu ersetzen. Leider machten stürmische Winde mit Stärken bis zu 50 Knoten

dieses Unternehmen unmöglich. So verließ das Schiff nach Beprobung des Ankerplatzes mit dem kleinen Backengreifer die Bucht wieder in Richtung SW. Mit den Stationen Jubany (Argentinien), Teniente Marsh (Chile) und Große Mauer (V.R. China), die per Hubschrauber angefliegen werden sollten, bestand Radiokontakt.

Noch am 15.11. gelang die Gewinnung von Sedimentproben im tiefen Becken (2000 m) der Bransfield Straße südlich Nelson Island mit Multicorer und Schwerelot, und auf der Südseite der Straße wurde Station 140 mit RMT und Multisonde/Rosettenwasserschöpfer gefahren. Am 16.11. folgte Schnitt 5 östlich Deception Island nach NW mit weiteren 4 Stationen, darunter eine mit Multicorer und Schwerelot. Bei gutem Wetter konnte mit dem Hubschrauber ein Erkundungsflug nach Deception Island durchgeführt werden, und eine schwedische Forschergruppe flog für einige Stunden zu geologischen Feldarbeiten auf Livingston Island (Byers Halbinsel).

Die Nacht zum 17.11. wurde für ein zweites geophysikalisches Profil mit Reflexionsmessungen vom Schelf südlich Livingston Island nach SSE bis zum südlichen Schelf der Bransfield Straße genutzt. Hierbei kam der AWI-Streamer mit Airguns, Seabeam und 3,5 kHz-Lot zum Einsatz.

Nach Erledigung einer ozeanographisch-biologischen Station eben nördlich von Trinity Island begann am 17.11. der 6. Schnitt von RMT- und Multisondenstationen vom nördlichen Eingang der Gerlache Straße nach NNE bis zur Byers-Halbinsel (Livingston Island). Das Netz ozeanographischer Beobachtungen wurde hier durch den Abwurf von XBT-Sonden verdichtet.

Eine schwedische Forschergruppe unternahm einen Hubschrauberflug nach Low Island, um dort Proben zu sammeln, mußte jedoch unverrichteter Dinge wieder zurückkehren, weil schlechte Sicht eine Landung auf der Insel unmöglich machte.

In der Nacht zum 18.11. fuhr die "Polarstern" um Snow Island herum zur Fortsetzung des 6. Schnittes in die Drake Passage hinein. Die hier vorgesehenen 4 Stationen konnten wegen schlechten Wetters und sehr hohen Seegangs nur zum Teil bearbeitet werden. Dabei wurde das RMT erheblich beschädigt und mußte längere Zeit repariert werden. Am Süden des Schnittes wurde der Multicorer, am Nordende der Großwasserschöpfer gefahren.

Auch auf dem folgenden 7. Schnitt von Norden bis in das Gebiet östlich von Smith Island litten die Forschungsarbeiten unter den stürmischen Südwestwinden und dem hohen Seegang. Eine weitere RMT-Station mußte ausfallen. Die schlechten Wetterverhältnisse (40 kn Windgeschwindigkeit, Dünung mit Wellen bis zu 12 m Höhe) verboten auch einen Hubschrauberflug nach Smith Island, den die Geologen zur Probennahme geplant hatten.

Bei der Fortsetzung des 7. Schnittes nach Süden am 20.11. hatte sich die Wetterlage so weit gebessert, daß ein schwedisches Team für einige Stunden nach Low Island fliegen und dort geologische Untersuchungen vornehmen konnte.

Erneutes Aufbrisen erschwerte auch die Arbeiten auf dem 8. Schnitt am 21.11. von der Croker Passage nach NNW bis Smith Island. Wieder mußte auf eine RMT-Station verzichtet werden, und der geplante Flug nach Smith Island mußte unterbleiben. Immerhin konnten aber auch auf diesem Schnitt brauchbare ozeanographische Messungen und Krillproben gewonnen werden.

Mit einem verkürzten 9. Schnitt von Norden nach Süden zur Dallmann Bay, der außer 4 RMT-Hols und Multisondenstationen auch 2 Multicorereinsätze enthielt, wurde dieser Abschnitt der Reise am Abend des 22.11. beendet. Bei einem Hubschrauberflug zur geologischen Probennahme auf Anvers Island fand das Flugzeug keine geeigneten Landemöglichkeiten. Ein Erkundungsflug in die Bucht ergab, daß der Schollaert Kanal für eine Durchfahrt in die Gerlache Straße offen war. Wegen schlechter Sichtverhältnisse wurde trotzdem in der Nacht zum 23.11. der Weg nördlich um Anvers Island herum zur Bismarck Straße gewählt.

Auf dem Wege in das Gebiet vor der britischen Station Faraday, wo 11 Geologen und Geographen sowie die Helikoptercrew für einen etwa einwöchigen Landeinsatz abgesetzt werden sollten, geriet die "Polarstern" am 23.11. morgens in dickes Packeis. Die Entfernung zur Station betrug noch etwa 30 sm. Leider verhinderte dichter Nebel jegliches Fliegen. Ständiger Radiokontakt mit der britischen Station ergab, daß dort die Wetterbedingungen ebenso waren. Da nach den meteorologischen Vorhersagen für längere Zeit mit keinerlei Besserung zu rechnen war, nahm das Schiff wieder Kurs auf das offene Wasser. Die Fahrt durch das vielfach 2-3 m dicke und zum Teil übereinandergeschobene Packeis mit 20 cm Schneeeauflage, die stark bremsend wirkte, gestaltete sich recht schwierig. Das Schiff mußte sich mit voller Maschinenkraft und Vor- und Zurückmanövern etliche Meilen durch das Eis kämpfen.

Um die zur Verfügung stehende Zeit möglichst voll zu nutzen, wurde am Eisrand sogleich mit geophysikalischen Arbeiten auf dem Profil 3 begonnen. Mit großem Streamer, Airguns, Gravimeter, Seabeam und 3,5 kHz-Lot erfolgten Reflexionsmessungen auf einem Kurs aus der Bismarck Straße heraus etwa 120 sm nach Nordwesten, dann ca. 140 sm nach Nordosten und schließlich nach nochmaligem Überfahren der Hero Fracture Zone mit südöstlichem Kurs zurück in das Gebiet von Hoseason Island. Der Einsatz des Magnetometers und der AWI-Kanonen mußte wegen starken Seegangs abgebrochen werden. Insgesamt erstreckte sich dieses Profil über rund 450 sm.

Während die "Polarstern" am 26.11. Smith Island passierte, hatte eine Geologengruppe die seltene Möglichkeit, mit dem Helikopter auf dieser nur schwer zu erreichenden Insel zu landen und dort einige Stunden zu arbeiten.

In den ersten Morgenstunden des 27.11. waren die geophysikalischen Messungen beendet, und die Anreise zur Faraday Station durch die Croker Passage und die Gerlache Straße begann. Ein Erkundungsflug in die südliche Gerlache Straße und zum Lemaire Kanal ergab, daß diese Gewässer trotz erheblicher Eisbedeckung mit der "Polarstern" zu befahren waren, wenn auch ein Eisberg die engste Stelle des Lemaire Kanals noch weiter verengte. Das Schiff konnte nach Passieren dieser schwierigen Durchfahrt bis auf wenige Meilen an die Station Faraday heranfahren. Inzwischen flogen die Arbeitsgrup-

pen der Geologen und Geographen mit beiden Helikoptern zu Einsätzen an Land. Vorzügliche Wetterbedingungen mit Sonnenschein und sehr klarer Sicht erleichterten die Forschungsarbeiten, die von den Hubschraubern durch Transport der Wissenschaftler zu den verschiedenen Orten der Probennahme wirkungsvoll unterstützt wurden. Abends kehrten alle Forschergruppen an Bord zurück.

Da das gute Wetter auch am 28.11. anhielt, konnten die Feldarbeiten an Land frühmorgens wieder aufgenommen und bis zum Nachmittag fortgesetzt werden. Gleichzeitig wurden vom Schiff aus Proben mit dem Großwasserschöpfer, dem großen Kastengreifer und dem kleinen Backengreifer genommen. Die Forschungsbarkasse "Polarfuchs" wurde für Benthosfänge mit der Baumkurre und zum Sammeln von Schneeproben für chemische Untersuchungen eingesetzt. Die übrigen Rettungsboote gingen für Sicherheitsmanöver ebenfalls zu Wasser. Die Eisdruckmessanlage des Schiffes wurde kalibriert. Die Mannschaft der britischen Station, bestehend aus 10 Personen, kam per Hubschrauber zu einem Besuch an Bord.

Um 14 Uhr trat die "Polarstern" die Rückfahrt durch den Lemaire Kanal zur südlichen Gerlache Straße an. Wieder mußte die durch einen Eisberg fast blockierte engste Stelle des Lemaire Kanals überwunden werden. Die Gruppen der Geologen und Geographen, einschließlich des schwedischen Teams, kehrten mit den Hubschraubern an Bord zurück.

Da ein weiterer Erkundungsflug in die Bismarck Straße ergeben hatte, daß hier wegen dichten, durch die lange anhaltenden Südweststürme zusammengeschobenen Packeises nur schwer durchzukommen war, nahm die "Polarstern" den Weg durch den Georg von Neumayer Kanal, die Gerlache Straße, den Schollaert Kanal und die Dallmann Bay. Von hier fuhr das Schiff am 29.11. nach Südwesten in Richtung Adelaide Island, wobei frische nordöstliche Winde eine rasche Fahrt entlang der Eiskante begünstigten.

Auf etwa 66°00'S und 68°00'W bog die Eiskante mehr in westliche Richtung ab, so daß das Schiff hier ins Treibeis hineinfahren mußte. Zunächst ging die Fahrt durch das Eis relativ gut voran, und kurz vor Mitternacht wurde der südliche Polarkreis passiert. Doch in den folgenden Stunden verlangsamte sich die Geschwindigkeit rasch und betrug am Morgen des 30.11. im Durchschnitt weniger als 1 kn. Dichtes Scheetreiben hatte die Schneeeauflage auf dem Eis auf ca. 1 m erhöht, und der Schnee wirkte so bremsend, daß nur noch mit Vor- und Zurückmanövern weiterzukommen war. Dabei wurden alle Kraftreserven der Maschinenanlage voll eingesetzt. Da das Zielgebiet noch mehr als 60 sm entfernt war und Gefahr bestand, daß die "Polarstern" für längere Zeit im Eis stecken bleiben würde, mußte schweren Herzens der Plan aufgegeben werden, die Geologen und Geographen zu Forschungsarbeiten im Gebiet der Marguerite Bay zu bringen.

Glücklicherweise fand sich eine größere, etwa 6 sm lange Wake im Eis, die ein Umdrehen des Schiffes ermöglichte, und in der eine mehrstündige Station mit Großwasserschöpfer, Großkastengreifer, Multicorer, Multisonde und Rosettenwasserschöpfer, RMT, Planktonnetz und kleinem Backengreifer gefahren wurde. Auch Eis- und Schneeproben für chemische Untersuchungen wurden

genommen. Inzwischen hatten sich die Sichtverhältnisse soweit gebessert, daß ein Hubschrauber aufsteigen konnte, um die Eislage für die Rückfahrt des Schiffes zur Eiskante zu erkunden. Es fanden sich Risse im Eis in nordwestlicher Richtung, durch die das Schiff nach einigen Stunden den Packeisgürtel wieder verlassen konnte.

Von der Eiskante aus fuhr das Schiff zum Nordende des 10. Schnittes in der Drake Passage nordwestlich von Anvers Island. Die dortige Station (188) begann am 1.12. mittags. Während der folgenden Tage bis zum Abend des 5.12. wurden vier Schnitte mit insgesamt 19 Stationen jeweils von der Drake Passage bis nahe der Eiskante bearbeitet. Die Stationen bestanden aus RMT-Hols bis 200 m Tiefe, Messungen mit der Multisonde bis maximal 1000 m Tiefe, Sammlung von Wasserproben mit der Rosette, Planktonnetzfangen sowie gelegentlichen Einsätzen des Multicorers. Auf einem 120 sm langen Schnitt vor Reneaud Island wurden für marin-geologische Untersuchungen der große Kastengreifer neunmal, das Schwerelot fünfmal bis in Tiefen von 3700 m gefahren und umfangreiche Wasserproben mit dem Großwasserschöpfer am Profilende (Station 201) genommen. Die letztgenannte Station dauerte 10 Stunden.

Am 5.12. abends trat die "Polarstern" die Rückfahrt nach Deception Island an, wo sie am 6.12. gegen 18 Uhr eintraf. Hier wurde zunächst Dr. K.-H. Kock, der dort einige Tage vorher von der "John Biscoe" abgesetzt worden war, per Hubschrauber an Bord genommen. Arbeitsgruppen der Geologen, Geographen und Geophysiker flogen zu Felduntersuchungen auf die Insel, und schließlich bestand für alle die Möglichkeit zum Landgang mit zwei Schlauchbooten. Für den britischen Gastwissenschaftler Mr. Milne wurden Gesteinsproben zum Weitertransport mit der "John Biscoe" per Hubschrauber an Land gegeben. Die "Polarstern" blieb unmittelbar vor dem Eingang zum Krater und fuhr später in das Gebiet zwischen Deception und Livingston Island.

Am Morgen des 7.12. fand eben südlich von Livingston Island eine Station für Benthosuntersuchungen mit kleinem Backengreifer und Baumkurre statt. Die Hubschrauber brachten inzwischen eine schwedische Forschergruppe zu glazialgeologischen Arbeiten auf die Hurd-Halbinsel, Livingston Island, eine geographische Gruppe in die gleiche Gegend und eine Gruppe von Geophysikern zum Aufbau einer geophysikalischen Landstation auf Deception Island. Eine Geologengruppe folgte den Geophysikern nach Deception Island und beprobte die Tephra-Gesteine in der Umgebung der verlassenen argentinischen Station. Zwei Biologen nahmen Proben auf einem Profil am Strand der Insel. Nachmittags folgte an Bord der "Polarstern" im tiefen Wasser zwischen Deception und Smith Island ein Hol mit dem RMT bis in 1000 m Tiefe, der einen reichen Fang interessanter Tiere erbrachte. Die Geologen waren bei der Probennahme auf Low Island, bei der sich wiederum der Hubschrauber bewährte, erfolgreich.

Frühmorgens am 8.12. begann ein geophysikalisches Profil von Deception Island nach Ostnordosten mit Refraktionsmessungen über eine Länge von etwa 40 Sm. Dazu war vom Hubschrauber aus in der Bransfield Straße ein OBS ausgesetzt worden, der später nach längerer Suche mit Schiff und Flugzeug vom Helikopter wieder geborgen werden konnte. Nach Rückfahrt bis Deception

Island begannen dann auf dem gleichen Profil über eine Entfernung von 60 sm die Reflexionsmessungen, die am frühen Morgen des 9.12. beendet waren.

Während der geophysikalischen Arbeiten flog eine schwedische Gruppe zu glazialgeologischen Untersuchungen auf Half Moon, Greenwich und Robert Islands, und die Geologen besuchten die chilenische Station Capitan Arturo Prat auf Greenwich Island, um dort Gesteinsproben für den chilenischen Gastwissenschaftler Prof. Hervé abzugeben. Die Gruppe der Geophysiker wurde nach Abbau der Landstation von Deception Island wieder an Bord geflogen.

Im tiefen Becken der Bransfield Straße lag dann am 9.12. morgens eine Position mit Großwasserschöpfer und Multicorer, die mit einem weiteren Hol mit dem RMT bis in 1000 m Wassertiefe abgeschlossen wurde. Gleichzeitig erfolgte mit dem Hubschrauber nach entsprechender Vorbereitung durch Radiokontakte eine Serie von Kurzbesuchen auf den in der Nähe liegenden Stationen. Auf der brasilianischen Station Commandante Ferraz wurde der Kapitän der "Society Explorer" (früher "Lindblad Explorer") meteorologisch beraten, um die mit diesem Schiff geplante Anlandung einer amerikanischen Forschergruppe auf den Seal Rocks bei Elephant Island zu unterstützen. Es schlossen sich Besuche auf den Stationen Artigas (Uruguay), Great Wall (V.R. China) und Teniente Marsh (Chile) an, bei denen die dort tätigen Leiter der Stationen und Wissenschaftler über die Aktivitäten der "Polarstern" in Kenntnis gesetzt wurden.

Die "Polarstern" lief inzwischen die Bucht von Potter Cove an. Hier wurde mit Hubschrauberunterstützung unterhalb des Three Brothers Hill und in der Nähe des alten Monuments ein Gedenkstein für Kapitän Dallmann gesetzt. An der Zeremonie nahmen auch der Kommandant und Mitarbeiter der nahegelegenen argentinischen Station Jubany teil. Diese Station wurde ebenfalls besucht, und es wurden dort wissenschaftliche Proben für Prof. Adelung in Empfang genommen.

Nach Verlassen der Maxwell Bay begann am Abend des 9.12. das letzte geophysikalische Profil quer über die Bransfield Straße. Es umfaßte Reflexionsmessungen über eine Entfernung von rund 50 sm. Vom Ende des Profils am Schelfrand vor der Antarktischen Halbinsel fuhr die "Polarstern" dann zum Antarctic Sound, wo sie am 10.12. vormittags eintraf. Vor dem Passieren der Hope Bay wurde eine Geologengruppe zu Landarbeiten nach Cape Dubouzet geflogen und dort bei extremen Windverhältnissen abgesetzt. Querab der Hope Bay flog ein Hubschrauber nach Esperanza, um die Geographen zum Abbau ihrer Instrumente an Land zu setzen. Dabei wurden weitere Ausrüstungen für die Gruppe Prof. Adelung mitgenommen.

Während die "Polarstern" langsam weiter durch den Antarctic Sound nach Süden bis zum Active Sound fuhr, flogen die Hubschrauber Gruppen von Geologen zu Felduntersuchungen in der Umgebung von Mount Alexander an der Südküste von Joinville Island und nach Vega Island. Die Arbeiten wurden an verschiedenen weiteren Punkten auf und um Joinville Island auch am Vormittag des 11.12. fortgesetzt, während die "Polarstern" mit der Fahrt nach Norden in Richtung Elephant Island begann. Etwa auf halber Strecke (62°00'S; 56°00'W) wurde bei einer Wassertiefe von 2000 m eine Station mit großen Wasserschöpfern, dem Multicorer und dem Schwerelot gefahren.



Unmittelbar südlich von Elephant Island wurde am 12.12. morgens die Forschungsbarkasse "Polarfuchs" zu Wasser gelassen und im flachen Wasser mit der Baumkurre auf Jungfische und andere Tiere gefischt. Gleichzeitig war an Bord der "Polarstern" der kleine Backengreifer für Serienfänge von Benthos im Einsatz. Geologen und Geographen flogen mit dem Hubschrauber zu Untersuchungen nach Clarence Island und zu einem Erkundungsflug nach Elephant Island.

Am 13.12. begann die letzte Phase der Grundschieppnetzfisherei bei Elephant Island, in deren Verlauf bis zum Abend des 16.12. insgesamt 19 Hols von je 30 Minuten Schleppzeit gemacht und 8,2 t Fische gefangen wurden. Nach jeder Fischereistation wurden Multisonde und Rosettenwasserschöpfer für ozeanographische Messungen und Phytoplanktonuntersuchungen gefahren. Vor Beginn des täglichen Fischereiprogramms wurden Arbeitsgruppen der Geologen und Geographen sowie das schwedische Team mit den Hubschraubern an Land geflogen und soweit es die Fischereitätigkeit zuließ, tagsüber zu anderen Arbeitsgebieten umgesetzt oder zum Schiff zurückgeholt. Zahlreiche Regionen auf Elephant Island und den Seal Rocks konnten neu bearbeitet werden. Auch eine Biologengruppe nutzte diese Zeit zur Beprobung von Strandsedimenten am Cape Lindsey (Elephant Island).

Mit einem Magnetometer- und Seabeamprofil vom Gebiet westlich Elephant Island bis in die Drake Passage und einer Station mit dem großen Kastengreifer am Nordende des 3. Schnittes waren die Forschungen am 17.12. beendet. Die "Polarstern" trat die Rückreise nach Südamerika an und traf am 19.12. um 10 Uhr in Ushuaia ein.

Insgesamt war das Schiff während dieses Fahrtabschnittes 60 Tage auf See, davon 51 Tage im Untersuchungsgebiet, und legte dabei 9300 Seemeilen zurück.

Herrn Kapitän P. Greve und der Besatzung der "Polarstern" gebührt höchstes Lob für die tatkräftige und immer bereitwillige Unterstützung und das außerordentliche Verständnis für die Forschung. Gleiches gilt für die Besatzung der beiden Hubschrauber. Die Zusammenarbeit aller Beteiligten war sehr konstruktiv und harmonisch. Dies trug wesentlich zum Gelingen des sehr komplexen Unternehmens bei. Allen sei herzlich gedankt.

## 2.2 Summary and itinerary (D. Sahrhage)

The cruise of RV "Polarstern" covered the waters off the Antarctic Peninsula from east Elephant Island to Adelaide Island in the southwest (Fig. 1). The research activities comprised a rather wide spectrum of scientific investigations on land, at sea, and in the air.

Geological, geographical, and palaeoclimatological studies concentrated mainly on selected sites on the Antarctic Peninsula (Hope Bay at the Antarctic Sound and wider surroundings, and area of Argentine Islands/Beascochea Bay), and the South Shetland Islands (from Smith Island to Clarence Island).

They were concerned with research on the evolution of Gondwana's western margin, with glacial history and climate variation on the Antarctic Peninsula, and with studies of geomorphological processes of weathering and erosion. A further area of investigation in the Marguerite Bay proved inaccessible due to heavy pack-ice off Adelaide Island.

At sea the fish stocks around Elephant Island were investigated. The distribution of krill in relation to the oceanographical conditions was studied. This programme, carried out on a grid of transects and stations developed out of earlier international (BIOMASS) and national surveys covering the entire area, was closely coordinated with research on phytoplankton and benthos, as well as with chemical and marine geological studies in the water column and sediments.

In the field of geophysics, deep seismic investigations of the evolution and structure of the Antarctic Peninsula were undertaken on a number of profiles in the Bransfield Strait and Drake Passage.

Investigations in the air were concerned with low molecular halogenated hydrocarbons. Samples of sea water were also collected for studies of the exchange between sea water and the air.

"Polarstern" left Rio Grande in Brazil on 20 October 1987 with a research team of 52 and a crew of 44 on board. The Antarctic Sound was reached on 27 October. Here at the Argentinian station Esperanza in Hope Bay a group of 11 scientists was disembarked with a bulk of equipment for geological, geographical and palaeoclimatological research. One helicopter remained ashore and served in the transport of research teams to field work on the Antarctic Peninsula, James Ross and Vega Islands. A second helicopter with further 2 scientists joined the group on land some days later. With kind permission by British Antarctic Survey, the British station Trinity Hut was used to accommodate all scientists. Personnel of the Argentinian station Esperanza assisted very willingly in the logistics.

"Polarstern" sailed meanwhile to the waters west and northwest of Elephant Island where a programme of fish stock investigations was carried out from 28 October until 1 November. During 21 hauls with a 140' bottom trawl 9.8 tons of fish were caught and samples taken. The survey was supplemented by oceanographic observations and sampling of phytoplankton and benthos.

From 2 to 5 November two transects from east of Joinville Island to north of Clarence Island and from west of Elephant Island to north of d'Urville Island were worked for the sampling of krill with the Rectangular Midwater Trawl (RMT) and oceanographic observations using CTD and XBT sondes.

On 6 November the ship returned to Hope Bay for the embarkation, by helicopters, of most of the scientists who had been working ashore since 27 October. Only 3 geographers remained for further work at Esperanza.

Starting the same day, a geophysical profile from the entrance of Antarctic Sound to Cape Melville (King George Island) and further into the Drake

Passage was worked twice with measurements of refractions and reflexions until 11 November. On the same profile in southeastern direction stations were run for krill sampling with RMT, oceanographic observations, phytoplankton, and sediment collection with bottom sampler and multicorer. Heavy weather conditions created problems with the re-collection, by helicopter, of research teams from King George Island.

After another short visit to Hope Bay on 14 November for embarking the group of geographers and some geophysicists who ran geophysical shore stations, the next part of the cruise until 22 November was mainly concerned with krill sampling and oceanographic/phytoplankton stations on several transects across the Bransfield Strait and west of Smith and Low Islands, and into the Drake Passage. It included also over night a geophysical profile across the Bransfield Strait east of Deception Island and various stations with bottom and multicorers for benthos and sediment samples. Rather poor weather conditions with gales and heavy swell hampered research activities various times. Nevertheless, after several attempts, it was possible to fly a team to Low Island for field work.

On 23 November a zone of heavy pack-ice with thick snow cover prevented the "Polarstern" from reaching the waters close to the British station Faraday in Bismarck Strait from where activities on land in geology, geography and palaeoclimatology were planned to take place. Therefore, a long geophysical profile with reflexion measurements into and along the Drake Passage and then to the northern entrance into the Gerlache Strait was started which lasted until 26 November.

"Polarstern" then sailed through the Gerlache Strait and the Lemaire Canal to a position close to the Faraday station. With assistance from British colleagues and facilitated through excellent weather conditions for helicopter flights, an intensive programme of field work and sampling was carried out on 27 and 28 November in the area Argentine Islands/Beascochea Bay. At the same time sampling of benthos and sediments was done from the "Polarstern", and benthos caught with beam trawl from the research launch "Polarfuchs".

Since the Bismarck Strait was completely blocked with pack-ice, as found during a reconnaissance flight by helicopter, "Polarstern" returned to the Drake Passage via Gerlache Strait and Schollaert Channel. On the way to the southwest the ship sailed along the ice edge and entered the pack-ice zone north of Adelaide Island. However, on 30 November the "Polarstern" was stopped by very heavy pack-ice with a thick snow cover of about 1 metre. Thus, the original plan to reach the waters close to Marguerite Bay and to organize a sampling programme for the geologists and geographers on Horseshoe Island had to be abandoned. Using full power of all engines, the ship returned to the ice edge along some cracks in the ice.

The next phase of the cruise from 1 to 5 December was again devoted mainly to the sampling of krill by RMT hauls, oceanographic observations, collection of phytoplankton, and sampling of sediments on 4 transects between Bismarck Strait and the waters northwest of Adelaide Island.

The ship returned then to Deception Island where a biologist was taken onboard who arrived to the Antarctic with RV "John Biscoe". Scientific sampling was done on this island and again on Low Island.

Two further seismic profiles were run on 8 and 9 December along and across the Bransfield Strait. During this work the helicopters carried several teams to geographical and geological field activities on Livingston, Half Moon, Greenwich and Robert Islands. A series of short visits by helicopter to the stations Artigas (Uruguay), Commandante Ferraz (Brazil), Great Wall (China) and Teniente Marsh (Chile) on King George Island was made. The ship anchored in Potters Cove, where a monument for Captain Dallmann (1874) was renewed in the neighbourhood of the Jubany station (Argentina).

On 10 and 11 December "Polarstern" worked again in the Antarctic Sound. In Hope Bay geographical equipment was collected, and several research teams flew with the helicopters to geological field work on the Antarctic Peninsula and Joinville and Vega Islands.

Before the end of the cruise there was a further period of fish stock investigations with bottom trawling north and west of Elephant Island (19 hauls, 8.2 t fish). At the same time some hauls for the capture of benthos and small fish in the shallow waters of the island were made with the research launch "Polarfuchs", using a small beam trawl. Also the oceanographic observations and collection of phytoplankton were continued. During an intensive programme of helicopter flights the geologists and geographers were able to undertake field studies and to obtain valuable samples on Elephant Island, the Seal Rocks, and Clarence Island.

With a profile of magnetometer and seabeam measurements into the Drake Passage, the scientific activities ended on 17 December. The "Polarstern" sailed to Ushuaya (Argentina) and arrived there in the morning of 19 December.

The ship was 60 days at sea of which 51 days were spent in the area of investigations. The total distance run was 9300 nautical miles.

### 2.3 Wetterablauf und Wetterberatung (W. Seifert, H. Köhler)

Auf der Fahrt von Rio Grande zur Antarktischen Halbinsel erstreckte sich die südantlantische Frontalzone bis nach Mittelargentinien, so daß einzelne Teiltiefs aus den zyklonalen Zirkulationssystemen bei etwa 60°S weit nordwärts auswichen und das Fahrtgebiet mehrfach mit Windstärken bis Bft 8, in einem Fall bis über Bft 10 beeinflussten. In der Folgezeit kräftigte sich eine Hochzelle, die von Brasilien südwärts wanderte und die Frontalzone zur Drake Passage sowie zur Antarktischen Halbinsel abdrängte. Infolge der zunehmenden Baroklinität bildeten sich eine Reihe sehr intensiver Tiefdruckgebiete aus, die vor Adelaide Island südostwärts eindrehen, während sich im Bereich der Bransfield Straße Teiltiefs bildeten und das Einsatzgebiet überquerten. Die vorderseitigen stürmischen Nordwestwinde waren vielfach mit tiefen Wolkenuntergrenzen, schlechten Sichten und gefrierendem Regen verbunden, während sich rückseitig der

Tiefs ein stürmischer Südwestwind einstellte, der teilweise orographisch verstärkt orkanartige Stärke erreichte. Infolge der anhaltend starken nordwestlichen Winde auf der Vorderseite eines ortsfesten Tiefs bei Alexander Island verschärfte sich die Eissituation südlich der Bransfield Straße, während im nördlichen Teil und bei den Süd Shetlands der Druckgradient durch Zyklongenese bei Feuerland angebaut wurde.

Im letzten November-Drittel nahm die starke zonale Komponente der Zirkulation erwartungsgemäß ab, und es kam wiederholt zur Entwicklung von abgeschlossenen Hochzellen über der Antarktischen Halbinsel. Bei geringem Druckgradienten bildeten sich im Bereich der Süd Shetlands und bei Elephant Island kleinräumige Wirbel aus, deren Wind- und Bewölkungsfelder aber nicht wesentlich die Flugoperationen behinderten. Die Wind- und Seegangsstatistik weist eine der Jahreszeit typische Verteilung auf. Allerdings wurden die Fälle mit Windstärken über Bft 8 und mit Wellenhöhen über 5 m weitgehend in der ersten Hälfte der Reise beobachtet.

Die Bordwetterwarte erstellte während der gesamten Reise täglich 6 vollständige Bodenwetterbeobachtungen im WMO-Format und startete jeweils zum 12 UTC-Termin eine Radiosonde. Alle Meßwerte wurden in das Global Telecommunication System (GTS) der WMO eingesteuert. Die vertikale Verteilung von Wind, Temperatur und Feuchte diente zudem als diagnostische Hilfe für die Erstellung von Wetterberichten. Es wurden täglich 2 Seewetterberichte und bei Hubschrauberoperationen Flugwetterberichte mit aktuellem Wetterzustand (METAR) und 9 bis 12 stdg. Vorhersage für das Operationsgebiet des Schiffes (TAF) erstellt. Während für die Kurzfrist-Vorhersage die Wetterbeobachtungen der antarktischen und südamerikanischen Stationen sowie aktuelle Satellitenbilder als Grundlage dienten, waren die über Telekopierer vom Seewetteramt zur "Polarstern" übermittelten Modellrechnungen des europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage in Reading (EZMW) Grundlage zur Abschätzung der Zirkulationsentwicklung.

Wind- und Wellenstatistik vom 21.10. bis 14.12.

(Berücksichtigt sind nur die dreistündigen Beobachtungen der Bordwetterwarte; 327 Wetterbeobachtungen wurden erstellt)

Windstärke	Prozent	Wellenhöhe	Prozent
1	2.4	0 bis 1 Meter	3.1
2	2.8	1 bis 2 Meter	14.4
3	7.6	2 bis 3 Meter	20.3
4	16.5	3 bis 4 Meter	30.9
5	23.2	4 bis 5 Meter	22.7
6	26.9	5 bis 6 Meter	5.5
7	13.5	6 bis 7 Meter	2.1
8	5.5	7 bis 8 Meter	0.3
9	0.9	8 bis 9 Meter	0.3
10	0.3	9 bis 10 Meter	0.0
11	0.3	10 bis 11 Meter	0.0
12	0.0	11 bis 12 Meter	0.0

## 2.4 Geologische Untersuchungen an Land (H. Miller, F. Hervé, W.P. Loske, A. Milne)

Die Erweiterung der Kenntnis zur frühen sedimentären, orogenen und magmatischen Entwicklung des Westrandes von Gondwana im Bereich der Antarktischen Halbinsel stellt das wesentliche Ziel der Arbeit dar. Dazu sind umfangreiche Untersuchungen zur Klärung der Herkunft der Sedimentgesteine, zum Metamorphosegrad der Gesteine und zur Bestimmung der geochemischen Zusammensetzung und des primären Alters der Gesteine notwendig.

### 2.4.1 Das Grundgebirge und Deckgebirge im Umkreis der Station Esperanza und Trinity Hut

#### Trinity Peninsula Group (TPG)

Sedimentgesteine der TPG mit überwiegend karbonischem (?) bis triassischem Alter stellen im Bereich der nördlichen Antarktischen Halbinsel das aufgeschlossene Grundgebirge dar. Es sind vor allem Sandsteine variabler Korngröße mit unterschiedlichen Gehalten an Gesteinsbruchstücken, Quarz und Feldspat. Daneben treten tonige Gesteine mit gelegentlicher Siltstreifung und Bänderung auf, die im allgemeinen auch reich an Sedimentstrukturen und Spurenfossilien sind. Die recht intensive Schieferung der pelitischen Gesteine läßt auf eine beträchtliche metamorphe Überprägung schließen.

Eine tektonische Aufnahme der Küstenstreifen um die Halbinsel herum ergab einen flachwelligen (100 m-Bereich), relativ einfachen Faltenbau. Junge magmatischen Gänge durchschlagen mehrfach den sedimentären Gesteinsverband. Zur Beschreibung des Herkunftsgebietes aufgrund des Schwermineralgehaltes und des Zirkoninventars, der Fazies und des Metamorphosegrades anhand der Kristallinität des Tonminerals Illit wurden eine Reihe kleinerer Proben gewonnen.

#### Mt. Flora Formation

In den mittleren Höhenlagen des Mt. Flora ist eine Folge von Sedimentgesteinen aufgeschlossen, die mit mächtigen Konglomeraten (Gerölle bis zu 60 cm Durchmesser) beginnt. Der Kontakt zu den Sedimenten der TPG ist nicht aufgeschlossen. Anhand der in den höheren Teilen dieser Serie in Tonsteinen erhaltenen Pflanzenreste ist deren jüngerer Alter zu erkennen. Im mittleren Bereich der insgesamt ca. 300 m umfassenden Einheit herrschen Sandsteine, karbonatische Siltsteine und Tuffe vor. Außer reichlich Pflanzenfossilien wurden Sandstein- und Tuffproben für die Schwermineral- und Zirkonanalyse in Hinblick auf einen Vergleich mit dem darunterliegenden TPG-Grundgebirge genommen. Für die Untersuchungen des Metamorphosegrades und die Suche nach datierbaren Pollen wurden einige Tonstein-Proben aus den höheren Teilen der Mt. Flora Formation entnommen.

#### Konglomerate der TPG bei View Point

Südlich der Hope Bay ist eine Serie von Konglomeraten, quarzitischen Sandsteinen und Tonsteinen aufgeschlossen, die der TPG zugeordnet werden. Die Konglomerate bestehen aus einer arenitischen Matrix mit eingelagerten Geröl-

len von magmatischen, überwiegend granitoiden Gesteine. Quarzitgerölle vermutlich subautochthoner Genese und vulkanische Gerölle sind selten. An den aufgesammelten granitoiden Geröllen dieser Konglomerate sollen Rb-Sr- und vor allem U-Pb-Altersdatierungen durchgeführt werden. Die außerordentliche Größe der Gerölle wird deren individuelle Betrachtung erlauben. Sie liefern daher einen wesentlichen Beitrag zur Beschreibung der geologischen Geschichte der Liefergebiete dieser Gesteine und damit zur ehemaligen Position der Antarktischen Halbinsel im Gondwana-Puzzle. Der Metamorphosegrad dieser Serie wird ebenfalls anhand der Illitkristallinität untersucht werden.

#### 2.4.2 Geologie einzelner Nunataker der Trinity Peninsula

Im Rahmen einer Übersichtskartierung wurden einzelne Nunataker aufgesucht und für geochemische und geochronologische Untersuchungen beprobt; es stellte sich dabei heraus, daß die geologische Karte teilweise zu korrigieren ist.

- a) Last Hill; Quarzdiorit mit Xenolithen und basischen Gängen.
- b) Mineral Hill; Quarzdiorit mit darüberliegendem Rhyolith.
- c) Andersson Nunatak; Gabbro, z.T. pegmatitisch.
- d) Cape Dubouzet; Rhyolithe und Andesite, sowie Tuffe mit Xenolithen (Metasedimente, Paragneise und Amphibolite).
- e) Blade Ridge; Granodiorit mit aplitischen Bereichen.
- f) Nobby Nunatak; Gabbro mit basaltischen Gängen.
- g) The Pyramid; Gabbro
- h) Brown Bluff; Basalte, z.T. vesiculär, palagonisierte Kristalltuffe.
- i) W Tuff Nunatak; Granite und Granodiorite.
- j) N Victory Glacier; Phyllite und basische, metamorphe Gänge.

Besondere Bedeutung im Rahmen der Zielsetzung hat ein Fund mesozonal metamorpher Xenolithe in Vulkaniten der Antarctic Peninsula Volcanic Group (Cape Dubouzet). Sie beweisen die Unterlagerung der Trinity Peninsula Group durch höher metamorphes, vermutlich älteres Grundgebirge. Ähnliche Gesteine sind bisher erst etwa 400 km weiter südwestlich angetroffen worden.

#### 2.4.3 Geochronologische Korrelation der fossilführenden oberjurassischen Nordenskjöld-Formation mit Zirkonen begleitender Tuffe (Longing Gap)

Die Nordenskjöld-Formation besteht aus einer Folge von gelb-braunen Tuffen und grau-schwarzen Radiolariten. Sie alternieren im cm- bis dm-Bereich. Innerhalb der Tuffbänder sind Sedimentstrukturen wie Schrägschichtung und Convolute Bedding häufig anzutreffen. Sie weisen auf Zeiten mit stärkerer Wasserbewegung hin, die einhergehen mit vulkanischen Ereignissen. Die Stillwasser-Fazies anzeigenden Radiolarite führen gelegentlich u.a. berriaselloide Ammoniten, deren biostratigraphische Stellung gut bekannt ist. Sofern in den entnommenen Großproben Zirkone enthalten sein sollten, ist geplant deren

Alter zu bestimmen, um die für den Jura mit absoluten Zeitmarken bisher schlecht definierte Stratigraphie zu verbessern.

#### 2.4.4 Sonstige besuchte Aufschlüsse

Während des Aufbaus einer Geophon-Station auf der NE-Spitze von King George Island wurden einige Proben andesitischer Laven und Tuffe für petrologische und geochemische Analysen gesammelt.

Die durch die große Höhe von Smith Island bedingten, schlechten Wetterverhältnisse erlaubten nur einen kurzen Aufenthalt auf der NE-Spitze der Insel. Einige Proben der hier anstehenden graugrünen, tuffitischen Schiefer mit blaugrauen, Hochdruckmetamorphose anzeigenden Amphibolen wurden für Rb-Sr- und U-Pb-Altersdatierungen gewonnen. Intensive Kleinfältelung und mehrere Schieferungen weisen auf eine starke tektonische Beanspruchung des hier aufgeschlossenen metamorphen Grundgebirges des Scotia Arcs hin.

#### 2.4.5 Hinterland von Faraday (Argentine Islands)

Das Arbeitsgebiet Beascochea Bay SE der britischen Station Faraday wurde aufgrund widriger Eisverhältnisse erst im zweiten Anlauf erreicht. Zwei Tage allerbesten Flugwetters erlaubten die Beprobung vieler, nur mit dem Helikopter erreichbarer Aufschlüsse. Ausgedehnte Überfliegungen erbrachten insbesondere für das vom BAS teilnehmende Mitglieder der Arbeitsgruppe eine gute Grundlage für die Erstellung einer geologischen Übersichtskarte dieser Region.

Sandige Schiefer und Quarzite der TPG sowie Granite sind die dominierenden Gesteine in der Beascochea Bay. Die Sedimentgesteine sind intensiv gefaltet und geschiefert, wobei eine erste Generation von Quarzgängen mit in die Faltung einbezogen ist und die zweite Generation von Quarzgängen die Schieferung nachzeichnet. Schrägschichtungsgefüge sind noch erhalten.

In der Leroux Bay sind stark tektonisierte Quarzite mit pelitischen Lagen sowie Granitintrusionen die häufigsten Gesteine. Im Hinterland der Beascochea und Leroux Bay treten stärker metamorphe Gesteine auf, die aus Sedimentgesteinen der TPG hervorgegangen sein könnten. Unüberwindbare Randspalten zwischen dem Anstehenden und den Gletschern, sowie ständiger Abbruch überhängender Eis- und Schneebrücken machten eine Probennahme unmöglich.

#### 2.4.6 Süd Shetland Inseln beiderseits des Antarctic Sound und in der Elephant Island Group

Auf Deception Island wurden für das Alfred-Wegener-Institut zu Vergleichszwecken Tephra-Proben im Raum Whalers Bay und Fumarole Bay genommen.

An der Nordwestspitze von Low Island wurden oberjurassische Kristalltuffe und ihre Nebengesteine ausgiebig beprobt. Mit Hilfe von Mikrofaunen in Tonsteinen



und Kalkkonkretionen bzw. Zirkondatierungen in den Tuffen soll eine Verfeinerung der Chronologie des Oberjuras erreicht werden. Dieses Vorhaben war für eine spätere Saison geplant und als Ausweichprogramm bei Nichterreichen von Marguerite Bay vorgesehen.

Am Mt. Alexander an der Südküste von Joinville Island sollten oberjurassische Kiesel-schiefer mit Tuffbänken im Sinne des eben genannten Chronologie-Projektes beprobt werden. Es zeigte sich, daß zwei der Aufschlüsse zur Antarctic Peninsula Volcanic Group gehören, während zwei andere tatsächlich der oberjurassischen Nordenskjöld-Formation entsprechen und beprobt wurden. Ein nach der Karte der Antarctic Peninsula Volcanic Group zugeordneter Aufschluß ca. 8 km weiter westlich besteht ebenfalls aus tuff-führenden Kiesel-schiefern der Nordenskjöld-Formation und wurde bei heftiger Schneedrift mühsam beprobt.

Die während des Aufenthaltes in Hope Bay bei Cape Dubouzet entdeckte Lokalität mit Metamorphit-Einschlüssen in kretazischen Eruptivgesteinen wurde nochmals besucht und bei 50 Knoten Schneedrift weiter ausgebeutet. Das Material, 600 kg, dürfte für eine Beschreibung des tieferen Grundgebirges und seine Datierung ausreichen. Da es auf jeden Fall älter als die mindestens triassische Trinity Peninsula Group ist, beweist es das Vorliegen paläozoischer oder älterer Orogenesen im Bereich auch der nördlichen Antarktischen Halbinsel.

Die beiden kleinen Inseln Hope und Wideopen westlich, bzw. östlich von d'Urville Island wurden gemeinsam mit dem Gabbro-Spezialisten van Enst besucht und beprobt.

Die Frage nach der Beziehung der Hochdruckmetamorphite der Elephant Island Gruppe zum Grundgebirge der Antarktischen Halbinsel ist durch den Fund der Gneiseinschlüsse bei Cape Dubouzet wieder besonders aktuell geworden, zumal das Alter der Ausgangsgesteine nach wie vor unklar ist. Begünstigt durch das gute Wetter konnten Aufschlüsse bei Craggy Point und Cape Bowles auf Clarence Island sowie bei Walker Point, westlich von Cape Belsham, bei Cape Lindsey und bei Cape Lookout bearbeitet werden, wobei neben der Probennahme strukturgeologische Untersuchungen im Vordergrund standen. Die Zunahme von Metamorphosegrad und Verformung von N nach S bei einer durchschnittlichen Streichrichtung von etwa 100 bis 110 Grad fiel auf.

Die wenigen Angaben über den Aufbau der nördlich von Elephant Island gelegenen Seal Islands sind widersprüchlich ("Melange"; "miozäne Konglomerate"). Ein Besuch zeigte, daß auf der Hauptinsel ein typischer Wildflysch vorliegt, der intensiv gefaltet, sehr schwach geschiefert, aber nicht metamorph ist und von quartären, vielleicht auch älteren glazial beeinflussten marinen Sedimenten an einer unregelmäßigen Diskordanz überdeckt wird. Der Wildflysch besteht aus Tonschiefern bis Feinsandsteinen mit eingelagerten Karbonatbrekzien, Konglomeratlagen, Einzelgeröllen von cm- bis halbmeter-Größe (u.a. ein Gneis und Quarzite) sowie einer etwa 5 m mächtigen, stark synsedimentär gestörten Wechselfolge von Kalkbänken und ? Tuffen. Die Lagerung ist mittelsteil bis steil. Vergleichbare Schichten sind aus der Umgebung unbekannt. Eine Datierung als Miozän erscheint äußerst fraglich, da dies an allen Stellen des Scotia Arcs

entweder postorogen oder in prä-orogener Inselbogenfazies ausgebildet ist. Da der Metamorphosegrad auf Elephant Island merklich von S nach N abnimmt, halten wir es für denkbar, daß auf der Seal Islands das Edukt der Metamorphite von Elephant Island vorliegt. Für eine intensive Suche nach Mikrofossilien wurden Proben genommen.

## 2.5 Physiogeographische, geomorphologische und pedologische Untersuchungen

### 2.5.1 Periglaziale und perimarine Reliefentwicklung (G. Stäblein)

Die Untersuchungen waren auf kryogene Geomorphodynamik ausgerichtet. Zu Fragen der aktuellen und holozänen/postglazialen geomorphologischen Prozesse und Bedingungen konnten durch Grabungen, Messungen und Beprobung neue Kenntnisse erarbeitet werden, insbesondere in der Hope Bay Region, aber auch durch Ergänzungen, die von Elephant Island bei 61°S bis zu Lippmann Island bei 65°30'S reichen. Für die zuverlässige Bestimmung eines kaltklimatischen (kryogenen) meridionalen Gradienten zur Begründung regionaler Varianz reichten die Messungen im Süden nicht aus. Jedoch ergab sich insgesamt eine Eigenständigkeit der eisfreien Westküstenstandorte an der Antarktischen Halbinsel (Abb. 2), die geprägt sind durch geringe Niederschläge, mit 100 bis 200 Schneefalltagen, geringe sommerliche Auftautiefe (bis 45 cm im Dezember), ganzjährig auftretende Frostwechsel an der Bodenoberfläche und hohe Windaktivität bei Jahresmitteltemperaturen von -5 bis -3°C. In der Untersuchungszeit (Oktober bis Dezember) lag die mittlere Lufttemperatur an den Geländemesspunkten bei -0,2°C mit Schwankungen zwischen -9,5 und +14°C (Abb. 3). Die an Eispegeln gemessene Ablation an der östlichen Eiskappe der Tabarin-Halbinsel an der Hope Bay lag zwischen 39 und 68 cm. Für den Gletscherplateaurand wurde dort eine Jahresakkumulation von 58 cm Schnee und Eis abgeleitet.

Im Nanorelief (Formgrößen 1 cm bis 1 m) ist die grobklastische Frostverwitterung vorherrschend, sowohl an steileren Hängen als auch auf Flächen. Die ältere glaziale Formung, die im Mikrorelief (Formgrößen 1 m bis 100 m) noch mit Rundhöckerprofilen durchscheint, ist bis auf wenige Reste periglazial überprägt. Auffällig ist der starke Flechten- und z.T. Moosbewuchs der Frostpflaster und Halden, aus der sich eine relative Oberflächenstabilität ablesen läßt. Kryoturbate Frostmusterformen (Steinringe, Polygone, Steinstreifen) sind selten und treten nur in stärker durchfeuchteten Lagen mit meist kolluvialer Feinsubstanzanreicherung auf. Nur an einer Stelle (View Point/Duse Bay) wurden eiskeilpolygonartige Strukturen gefunden, in denen sich eine aktuelle Eiskeilbildung jedoch nicht eindeutig nachweisen ließ.

Die Hänge sind meist wenig gegliederte Wände und Steinschlaghaldenhänge. Die Schuttproduktion ist gering, Schutthaltenbewegungen sind selten. Die Filterspülung des Interflow scheint der vorherrschende Prozeß der Hangabtragung zu sein. Ablation (kryogene Abspülung) tritt nur an wenigen Stellen auf (Kap Lindsey/Elephant Island). Die Schneeschmelze ergibt insgesamt eine geringe Abflußmenge und ist zudem auf einen längeren Zeitraum verteilt, so daß ein konzentrierter Abfluß mit Rinnen- bzw. Talbildung auf Gletscher- und

Seeabflüsse beschränkt bleibt. Die flachkuppigen eisfreien Vorlandflächen zeigen nur einzelne Schneetälchen und initiale periglaziale Sohlentälchen. Der Beginn des Abflusses geschieht zunächst unter dem Schnee bzw. über die schnee- und eisplombierte Talsohle. In Proben von Oberflächen- und Bodenwasser wurden Inhaltsstoffe zur Bestimmung der Lösungsfracht analysiert.

Die aktuelle Reliefentwicklung erfolgt auf der postglazialen Reliefgeneration, die aus der Interferenz von Deglaziation mit Gletscherrückzug und Meeresspiegelschwankungen entstanden ist. Marine Terrassen, Strandlinien und Abrasionsniveaus sind im Perimarin bestimmt, wo größere eisfreie Küstenabschnitte auftreten. Jüngere marine Niveaus ließen sich durch Formen (Kliffs) und Sedimente (Brandungsgerölle) eindeutig bis zu einer Höhe von 19 m nachweisen. Höher reichen gesteinsunabhängige Verebnungen (bis 120 m ü.M.), die aufgrund von Geschiebestreu bzw. Moränenauflagerung nicht zweifelsfrei als postglazial marin nachzuweisen sind. Fossilien oder datierbares Material wurde in den aufgenommenen Profilen der Küsten der Antarktischen Halbinsel nicht gefunden. Aus dem weiteren Umkreis sind solche Nachweise in der Literatur berichtet und wurden von uns auf King George Island sowie von den schwedischen Kollegen auf dieser Expedition aus dem Bereich Ross Island bestätigt. Es wurden bis zu drei mittelalterlich bis neuzeitliche Gletscherstände durch Moränen nachgewiesen, die aufgrund der Verwitterung und Flechtenbedeckung unterschiedlich zeitlich eingeordnet werden können. Verglichen mit den Ständen in den 1950er Jahren sind die Gletscher meist leicht zurückgegangen bzw. stagnierend.

Die geoelektrischen Meßprofile zur Bestimmung der Permafrostmächtigkeit haben sehr hohe elektrische Widerstandswerte des Untergrundes (10 bis 70 k Ohm m) und ein differenziertes Schichtenbild ergeben, das auf den unterschiedlichen Eisgehalt zurückgeführt wird. Die Permafrostuntergrenze schwankt nach den vorläufigen Auswertungen zwischen 320 m auf Livingston Island, 25 m bei Hope Bay und 60 m auf den Argentine Islands.

Eine Eisrinde an der Grenze zwischen der Auftauschicht und dem Permafrost wurde in den Grabungen und Bohrungen nicht nachgewiesen. Die Frostbodenproben zeigten nur geringen Eisgehalt, wobei nur selten Poreneis sichtbar wurde. Blankeislinsen wurden nur unter den Torflagen von Lippmann Island angetroffen.

Ein Hauptergebnis der Geländekampagne ist die Aufnahme einer morphoklimatischen Meßreihe vom 29.10. bis 10.12. (43 Tage) mit Hilfe einer automatischen Station mit elektronischer Datenaufzeichnung von Strahlung, Luft- und Bodentemperaturen in verschiedenen Höhen und Tiefen bei Hope Bay. Damit wird es möglich, eine Modellrechnung zum Wärmeaustausch der bodennahen Luftschicht und des Untergrundes für die Schneeschmelzzeit bzw. die Entwicklung der sommerlichen Auftauschicht zu erstellen. Dazu dienen auch die Ableitung der Wärmeleitungseigenschaften aus den Substratproben der verschiedenen Standorte.

## Stationen der Antarktis mit Periglazial-Milieu

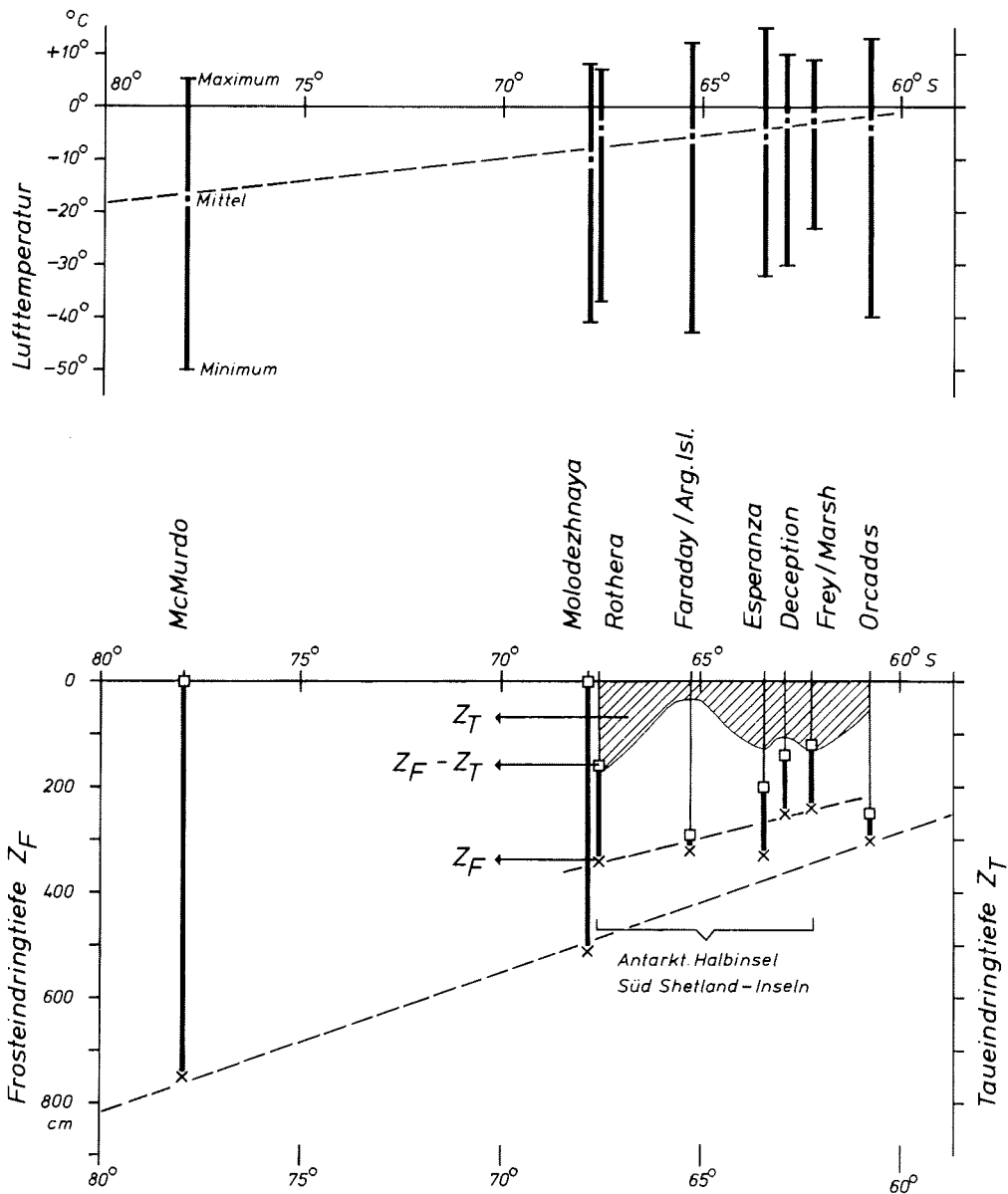


Abb. 2: Stationen der Antarktis mit Periglazial-Milieu.

Fig. 2 : Stations in the Antarctic with periglacial environment.

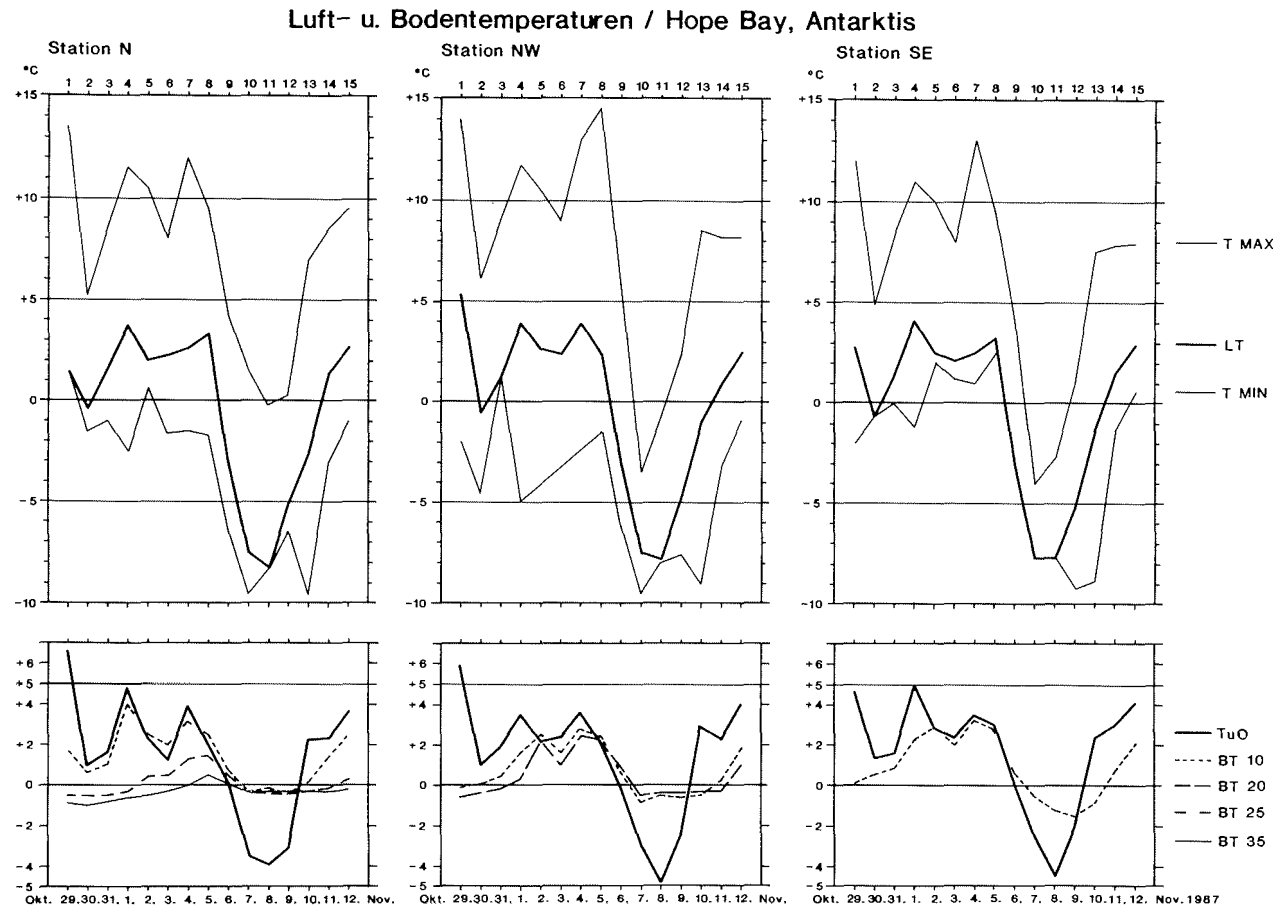


Abb. 3: Luft- und Bodentemperaturen auf Stationen an der Hope Bay, Antarktis.

Fig. 3: Air and soil temperatures at stations near Hope Bay, Antarctica.

#### 2.5.2 Daten zur Modellierung der kryogenen Hangentwicklung (P.P. Manzel)

Als Grundlage für die Ableitung von quantitativen Rechenmodellen, die die periglaziale Hangentwicklung und Abtragungsprozesse simulieren sollen, wurden typische Hangformen topographisch detailliert mit Theodolith und Infrarot-Distanzometer vermessen. Gleichzeitig wurden für die Hangabschnitte und Meßpunkte die Charakteristik der Oberflächen und des aufliegenden Regoliths sowie Spuren von Verlagerungsprozessen aufgenommen. Diese drei Merkmale - Prozeß, Auflage und Lage - sollen als Ausgangsmaterial für Simulationen der Hanggenese dienen, um aufzeigen zu können, wie sich Reliefformen unter den speziellen kltklimatischen und morphogenetischen Bedingungen verändern und entwickeln können. Es wurden Profile an der Hope Bay und auf Elephant Island detailliert aufgenommen und an weiteren Standorten z.T. mit Schrittmaß und Klinometer. In den übrigen besuchten Gebieten wurden Beobachtungen zu Hang- und Prozeßformen angestellt.

#### 2.5.3 Physikalische und chemische Verwitterung sowie kryogene Bodenbildung (W.D. Blümel)

Hauptziel der Untersuchungen ist die Kennzeichnung derzeit nicht vergletschter Gebiete (Periglazialgebiete) der ozeanisch geprägten Antarktis unter bodengeographischen und geomorphologischen Aspekten. Die Antarktische Halbinsel und die vorgelagerten Inseln sind bisher aus bodenkundlicher Sicht nicht bearbeitet worden. Aus den Geländebefunden und den nachfolgenden Laboranalysen soll das eigenständige, z.T. extrem ozeanische Periglazialmilieu der West-Antarktis dem der gut untersuchten kontinental-trockenen Bereiche (z.B. Dry Valley/Victoria-Land) gegenübergestellt werden. Die Intensität und Veränderung der steuernden Klimafaktoren wurde an einem meridionalen Profil von Elephant Island über Trinity Peninsula bis zur Beascochea Bay erfaßt und an möglichst zahlreichen Insel- wie Halbinselstandorten überprüft und beprobt.

Der festgestellte, unerwartet intensive Verwitterungsgrad (Verbraunung durch Fe-Freisetzung; höhere Gehalte an Schluff und Ton) relativ spät eisfrei gewordener Landoberflächen kann als regional-typisch für die ozeanische West-Antarktis betrachtet werden. Er ist zurückzuführen auf eine intensive Wechselbeziehung und gegenseitige Verstärkung chemischer Einwirkungen mit häufigen diurnalen wie saisonalen Frostwechselereignissen: Thermisch bedingte Mineralkontraktion und -expansion (bei täglichen Temperaturamplituden von max. +20 bis -6°C) in den obersten Bodenprofilabschnitten begünstigen Hydratation, Hydrolyse und Oxidation an Mikrofissuren und Mineralgrenzen. Diese wiederum beschleunigen beim häufigen Frosteinzug und Wiederaufbau einen intensiven kryoklastischen Zersatz.

Aufgrund der vorläufigen Geländebefunde scheint eine relative Chronologie in der Reliefentwicklung und damit auch in der Enteisungsgeschichte im Bereich der Antarktischen Halbinsel mit Hilfe des unterschiedlichen chemisch-physikalischen Verwitterungsgrades möglich. Diese kann durch Art und Intensität des Flechtenbewuchses umgebender Fels- und Gerölloberflächen gestützt

werden. Weitere Hinweise auf die Altersstellung sowie auf das bodennahe Klima ergeben sich aus den verschiedenen Verwitterungsrinden und Gesteinspatinierungen. Das Spektrum wird bestimmt von Gesteinsart sowie Standort und reicht von wüstenlackartigen Fe-Rinden über Kielsäureausfällungen (?), Karbonatausscheidungen bis zu echten Windschliffen (v.a. durch Schneekristalle). Spezifische Laboruntersuchungen zu anorganogenen wie biogenen Zersetzungsprozessen und mineralischen Neubildungen (Flechten-Verwitterung, Guano-Kontamination, Karbonatisierung etc.) sind zur Klärung nötig (Dünnschliffanalyse, Mikrosonde, REM, X-ray u.a.)

Es wurden systematische Beobachtungen und Probensammlungen zur Flechtenverbreitung für das Institut für Polarökologie der Universität Kiel durchgeführt.

Relevante Parameter zur Kennzeichnung der polar-ozeanischen Verwitterung und Bodenbildung wurden über drei Bodentemperaturmeßstationen im Arbeitsgebiet Hope Bay (Trinity Peninsula) erfaßt. Der Gang der tageszeitlichen Erwärmung/Abkühlung im einsetzenden sommerlichen Auftauboden sowie das resultierende Temperaturniveau in verschiedenen Bodentiefen wurden bei unterschiedlicher Exposition (N, NW, SE) ermittelt (Abb. 3).

In der Bodentypologie und -genese erwiesen sich die Antarktischen Inseln und eisfreien Teile der Halbinsel als vollkommen eigenständig. Es sind aufgrund des ozeanisch-feuchten Klimas (trotz aridisierender Wirkung der heftigen Winde) kaum Analogien zur trocken-kalten Antarktis auszumachen, die in ihren Verwitterungsprozessen und Böden deutliche Konvergenzerscheinungen mit den heißen Wüstengebieten aufweist. Auf gut drainierten Standorten der extrem ozeanischen South Shetland Islands (King George Island, Low Island) ist bereits eine recht tiefgründige (bis 60 cm) "kryomorphe Braunerde" teils unter Flechten- und Moostundra entwickelt (AH/Bv/BvCv/C-Hor.). Im Leeseitenklima der Hope Bay tritt demgegenüber eine weniger stark verbrauchte Vorstufe auf, die als Leitprofil weit verbreitet ist und für die die Bezeichnung "Kryosol" vorgeschlagen wird: Häufiger Frostwechsel erzeugt eine weitgehend mechanische Horizontierung, indem größere Komponenten auffrieren und als Oberflächenstreu das Profil abschließen. Darunter reichert sich ein Horizont aus Feinschutt an, der in mikropolygonalem Muster in den nach unten folgenden 10-15 cm mächtigen Feinmaterialhorizont übergeht. Letzterer ist also ein relativer Anreicherungs-horizont und somit Folge eines frostbedingten selektiven Sortierungsvorgangs. Der untere Abschnitt des Auftaubodens bis zur Permafrosttafel besteht aus einem unsortierten Korngrößengemenge, entstanden aus einer kombiniert physikalisch-chemischen Verwitterung. Aktive Verlagerung von Feinpartikeln (z.B. Lessivierung) scheint noch nicht abzulaufen, mitbedingt durch die noch geringe Entbasung (pH-Werte um 5,5 - 6,1). Das Feinsubstrat ähnelt in seiner grau-gelben Farbe und seinen Schluffanteilen den mitteleuropäischen Lössen, ist jedoch karbonatfrei.

Insgesamt zeigt sich, daß über die regional-klimatische Unterschiedlichkeit hinaus das Ausgangsgestein die Verwitterungsdynamik und Bodenbildung mitbestimmt: Den höchsten Reifegrad (kryomorphe Braunerde) zeigen die Böden auf basaltoidem Gestein und vulkanischem Lockermaterial in extrem ozeanischer Exposition (King-George Island), gefolgt von Granodiorit (Low

Island). Die andesitischen Vulkanite der Argentine Islands sind resistenter und zeigen Initialstadien der Braunerde sowie Kryo-Ranker. Kryosole sind z.B. auf polymikten Moränenablagerungen bei trockenerem Regionalklima typisch, ebenso in stark variierenden Mächtigkeiten auf den Metamorphiten (Gneise und Phyllite) von Clarence und Elephant Island. Eine genauere Kennzeichnung bodengenetischer Faktoren und bodenmineralischer/-chemischer Eigenschaften kann erst demnächst nach eingehenden Laboruntersuchungen erfolgen (u.a. AAS, REM, X-ray, RFA, DTA).

## 2.6 Holocene glacial history and climate variation on the Antarctic Peninsula (W. Karlén, C. Hjort, O. Ingolfsson, R. Zale)

The objective was to obtain information about Holocene glacier fluctuations through studies of lacustrine sediments, weathering and lichenometry. Little is known about changes in the climate of this period in Antarctica, and the techniques for this study were therefore planned as a reconnaissance.

Cores were obtained from several lakes. Lake Bøcella at Hope Bay receives meltwater from the cirque glacier on Mount Flora and from the local icecap. It also receives water from a penguin colony, which makes the lake nutrient-rich. The sediments, which are laminated, include a very high percentage of organic debris. Macrofossil plant and penguin remnants are common.

From Hidden Lake, James Ross Island, 4 cores, up to 1.4 m long were obtained. On top of a loosely packed till organic rich sediments with dropstones were found. Changes in organic content of the sediment are believed to reflect several distinct changes in the environment.

Two 1.5 m long cores were taken from Midget Lake, Byers Peninsula, Livingston Island. The silty sediments include a large number of moss layers and a few tephra layers (volcanic ash). The large amount of moss will permit <sup>14</sup>C dating of the tephra, which may facilitate dating of ice- and sediment cores in the area.

Mount Flora at Hope Bay is fronted by a large ice-cored moraine complex. Lichenometric studies revealed that *Rhizocarpon* lichens locally occurred sparsely while no lichens of this type are found at other localities. Lichens with a maximum diameter of up to 36 mm, 45 mm and 62 mm were found on the moraines. At several localities outside local moraines the maximum diameter of *Rhizocarpon* lichens was 80-90 mm. According to a study at Signy Island, *Rhizocarpon* lichens increase their diameter by approximately 4 mm/100 yrs. If this information is used, the moraines may be from around 1000 BP. Possibly the core from Lake Bøcella will yield <sup>14</sup>C dates on these advances.

Remnants of a partly buried seal found near the front of one large moraine complex and algae found inbedded in sediments on top of ice-cored moraines will possibly reveal limiting dates on a few glacier fluctuations.

The marine limit around Hope Bay seems to lie around 10 m above present sea level. Around Vega Island and northern James Ross Island it has risen to



between 15-20 m. Along the South Shetland Islands the upper marine limit in many fjords and bays also lies between 15-20 m, but in a few, usually exposed and peripheral areas there, this is only the upper limit of fresh looking beach ridges. Above may follow a suite of very weathered ridges, or other deposits of probable marine provenance - a thing noted by British researchers already 15 years ago. In some areas, closely proximal to recent glaciers, very low marine limits (even below 5 m) are found, and can be related to distinct moraines of probably rather young age. Although the marine limit in an area often dates the deglaciation, its altitude must be regarded with some caution. In an even today heavily glaciated area like the present one, it mirrors a complex isostatic history of past and present glaciation - and its altitude may also be influenced by neotectonic movements quite unrelated to the glacial history of the area.

The first moss-bank corings were carried out in the Argentine Islands, near the British base Faraday. The cores retrieved were, however, rather short (35 m), as the 0.9 m thick banks reported could not be found - snow cover being more than 95%. Those banks cored were located only with the help of the crew at Faraday. On Elephant Island two thick moss-banks were located at Walker Point. The largest and thickest was around 2.5 m thick at the front. A core reaching the underlying scree and retrieved about 5 m up-bank, was 1.9 m long. As the more well developed Antarctic moss-banks are usually not more than 2 m thick, this core is quite a satisfactory one.

As a whole, the results of the field work must be judged quite acceptable, especially when the loss of three main field camps, due to ice-conditions and other logistic problems, is accounted for. The geological and geographical knowledge of the region attained by us certainly forms a solid base for the continued work planned for 1988/89.

## 2.7 Biologische Forschungen auf See

### 2.7.1 Ozeanographie (M. Stein, K. Schnoor)

Ziel der ozeanographischen Untersuchungen waren die Ermittlung der Veränderlichkeit der hydrographischen Situation im Gebiet der Fischereiforschung bei Elephant Island, die großskalige Aufnahme des vertikalen Massenaufbaus der Gewässer um die Antarktische Halbinsel sowie ihre jährliche Variabilität und eine prozessorientierte Studie über meteorologisch bedingte Einstromphänomene im Westeingang der Bransfield Straße.

Die Messungen wurden im wesentlichen mit einer Multisonde/Rosette durchgeführt. Im Rahmen der kleinskaligen Studie in der westlichen Bransfield Straße und während der großskaligen Aufnahme um Elephant Island wurden zur Verdichtung des Temperaturmeßnetzes XBT (Expendable Bathythermograph)-Sonden vom fahrenden Schiff abgeworfen. Zur Verifizierung der mit der Multisonde gemessenen Salzgehaltsprofile wurden charakteristische Wasserkörper während des Hievenprofils mittels der Rosette beprobt. 337 Salzgehaltsproben wurden an Bord mit dem AUTOSAL-Salinometer bestimmt. Zusätzlich zu den Wasserschöpfungen für ozeanographische Kalibrierzwecke wurden

für Phytoplanktonuntersuchungen in Tiefen von 10, 50 und 100 Meter Wassertiefe bis zu 10 l Seewasser geschöpft.

Erste Ergebnisse der ozeanographischen Untersuchungen, gegliedert nach den genannten Teilaspekten, lassen sich wie folgt darstellen: Im Gebiet der Fischereiforschung um Elephant Island zeigten die Dezember-Messungen eine deutliche Veränderung der Wassersäule gegenüber der Ende Oktober vorgefundenen Situation. So waren die Temperaturen in der oberflächennahen Deckschicht 1 bis 1,5°C wärmer, während die im Bereich der Bodenwasserschicht vorgefundenen Werte um etwa 0,5°C über den Oktobermessungen lagen.

Das im zweiten Teilaspekt verfolgte Ziel einer quasi-synoptischen großskaligen Aufnahme des vertikalen Massenfeldes der Gewässer um die Antarktische Halbinsel konnte nicht erreicht werden. Aufgrund der von den geologisch/geophysikalisch orientierten Arbeitsgruppen geforderten Schiffszeiten konnte die von Ost nach West gegen die allgemeine Stromrichtung geplante, quasi-synoptische Aufnahme nur bruchstückhaft durchgeführt werden. Diese negative Erfahrung sollte bei zukünftigen Fahrtplanungen Berücksichtigung finden. Biologisch/ozeanographische Messungen zielen auf andere Zeitskalen als geologisch/geophysikalische Untersuchungen.

Teilergebnisse lassen sich im Vergleich mit den 1983 zur gleichen Jahreszeit gemachten Messungen darstellen. Elephant Island Box: Messungen aus zwei Vergleichstiefen - 75 m und 200 m, wobei die erstere kurzzeitigen Schwankungen unterliegt, während die zweite jährliche Schwankungen dokumentiert zeigen, daß die Box 1987 generell kälter war als 1983. Dies gilt für beide Tiefenhorizonte mit Ausnahme der NW Ecke der Box, wo eine Erwärmung gegenüber der 1983er Situation festzustellen ist. Die Salzgehaltswerte übersteigen die 1983er Werte, d.h. der Einfluß des Weddellmeer Wassers war 1987 größer als 1983. Nördlich der Süd Shetlands und in der Drake Passage waren die Verhältnisse wärmer und salzreicher als 1983. Temperatur-inversionen im Bereich des warmen Tiefenwassers (Circumpolar Deep Water) konnten auf den ozeanischen Stationen der Schnitte nördlich der Süd Shetlands und westlich der Antarktischen Halbinsel deutlich erkannt werden. Diese Phänomene wurden erstmals während der 1983er Expedition mit FS "Polarstern" erfaßt. Im Bereich der östlichen Bransfield Straße wurde ähnlich wie im Gebiet um Elephant Island ein verstärkter Einfluß von Weddellmeer Wasser registriert. In der westlichen Bransfield Straße wurde aufgrund starker nordwestlicher Winde ein Wasserkörper mit niedrigem Salzgehalt angetroffen. Im Vergleich zur 1983er Situation war auch dieses Gebiet generell kälter. Es handelt sich hierbei um von Westen in die Bransfield Straße einströmendes Wasser.

Kleinskalige Messungen im Bereich des Westeinganges der Bransfield Straße entlang eines Schnittes von der Schelfkante vor Trinity Island bis zum Gebiet der Seal Rocks/Deception Island zeigte den Einfluß von salzarmem relativ warmem Wasser (34°,33' bis 34°,59'; 0 bis 1,0°C) in Tiefen zwischen 150 und 400 m. Dieser Einstrom in die westliche Bransfield Straße erfolgt durch einen tiefen Kanal südlich von Deception Island. Es scheint sich hierbei um modifiziertes Drake Passage Wasser (modified Circumpolar Deep Water) zu handeln. Südlich des tiefen Grabens ist kein wärmeres Tiefenwasser zu beobachten.

Unterhalb von 600 m Tiefe füllt  $-1^{\circ}\text{C}$  Wasser das westliche Bransfield Straßen Becken. Die Bodenwasserschicht weist hier Werte von  $-1,4^{\circ}\text{C}$  auf. Mit Hilfe des engmaschigen Stationsnetzes (4 bis 5 m) konnte die kleinskalige Natur von kalten Wasserbändern erkannt werden.

In einer Polynia NW von Adelaide Island konnten Multisonden/Rosetten Profile gefahren werden. Es zeigte sich, daß Wasser mit Temperaturen von mehr als  $0^{\circ}\text{C}$  (Circumpolar Deep Water) in den Bereich der Deckschicht advektiert worden war. Im Zusammenhang mit ablandigen Winden könnten Auftriebseignisse für die zunehmende Vergrößerung der Polynia im Laufe des Tages eine kausale Rolle gespielt haben.

#### 2.7.2. Krilluntersuchungen (D. Sahrhage, V. Siegel, U. Harm, M. Jörck, D. Pietschok, K. Schnoor)

Die Planktonuntersuchungen sind Teil einer Langzeitstudie über die Größe, Biologie und Dynamik der Krillvorkommen im Gebiet der Antarktischen Halbinsel. Zugleich dienen diese Arbeiten der "Ecosystem Monitoring Working Group" von CCAMLR zur Beurteilung von saisonalen und jährlichen Schwankungen im Auftreten von Indikatorarten, die als wichtige Glieder des antarktischen Räuber-Beute-Systems bekannt sind. Eine quasi-synoptische Aufnahme eines großräumigen Standard-Stationsnetzes ist hierfür von zentraler Bedeutung.

Von den geplanten 101 Standardstationen auf 14 Schnitten, die mit dem RMT 1+8 (Rectangular Midwater Trawl) befischt werden sollten, konnten lediglich 76 Stationen bearbeitet werden, 25 Stationen mußten wegen schlechten Wetters, der Eislage oder aus Zeitmangel ausfallen. Nachteilig für die Interpretation der Daten erweisen sich auch die wiederholten mehrtägigen Unterbrechungen des Programms.

Die Sortierarbeiten wurden bereits an Bord abgeschlossen. Somit können erste - wenn auch vorläufige - Aussagen über die Situation westlich der Halbinsel gemacht werden. Hohe Krillkonzentrationen wurden vor allem in der östlichen Bransfield Straße und um Elephant Island gefunden (Abb. 4). Hierbei handelt es sich fast ausschließlich um juvenilen Krill, der mit 20-25 mm im Vergleich zu anderen Jahren ungewöhnlich klein war. Nördlich der Süd Shetland Inseln wurden große Konzentrationen von adultem Krill (bis 56 mm) angetroffen, ebenso wie nördlich von Anvers Island. In der nördlichen Bransfield Straße, in der Drake Passage jenseits des Schelfabhangs und auf dem äußeren Schelf in SW der Halbinsel waren die Krillmengen sehr niedrig.

Während der gesamten Fahrt im Untersuchungsgebiet war das Fischereiecholot (ELAC 30 kHz) in Betrieb, um Krillkonzentrationen und Fischschwärme zu orten. Auf den meisten Grundschleppnetz-Fischereistationen nördlich und westlich von Elephant Island waren Krillanzeigen bis etwa 80 m Wassertiefe festzustellen.

Auch im übrigen Untersuchungsgebiet von Elephant Island bis in die Gewässer westlich von Anvers Island waren Krillschwärme ziemlich häufig zu beobachten.

Die besten Anzeigen lieferte das Lot westlich von Elephant Island, südlich von Cape Melville in der östlichen Bransfield Straße, in der mittleren und südöstlichen Bransfield Straße und in der Drake Passage nördlich von King George Island und nördlich von Livingston Island. Im Südwesten des Untersuchungsgebietes waren dagegen kaum Anzeigen vorhanden. Diese Befunde decken sich gut mit den Ergebnissen der RMT-Hols.

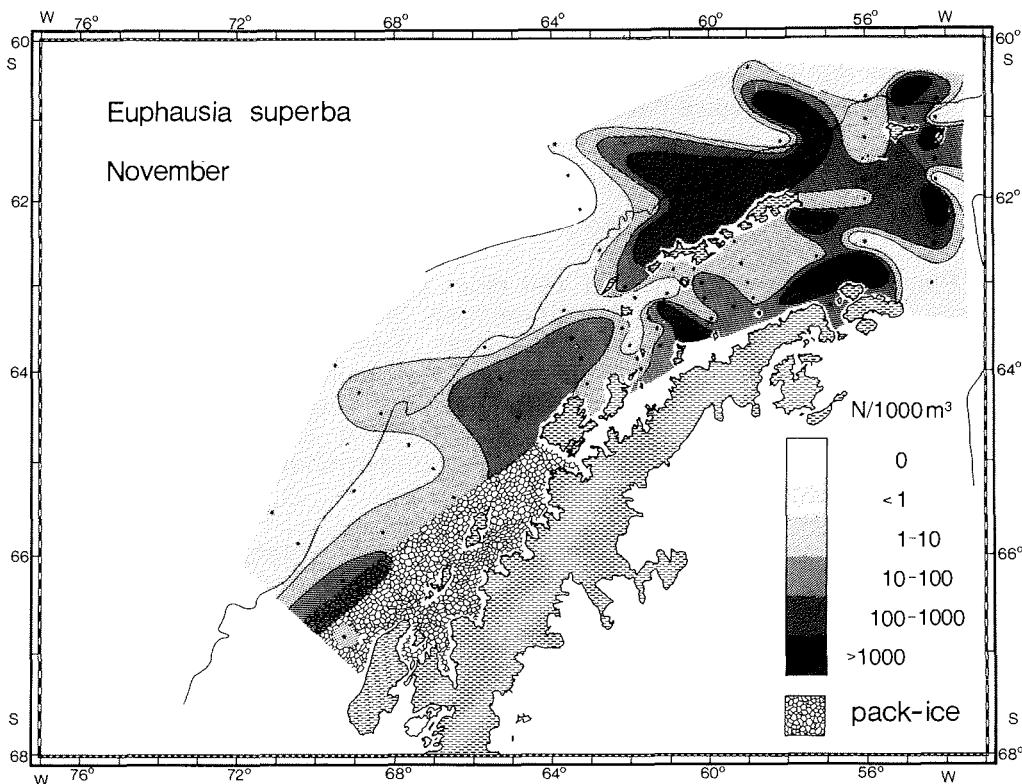


Abb. 4: Verbreitung und Dichte des Krills.

Fig. 4: Krill distribution and abundance.

Auffallend war im Südwesten der Halbinsel das häufige Auftreten von Planktontieren im Oberflächenwasser selbst neritischer Stationen, die sonst als mesopelagisch und ozeanisch eingestuft werden (z.B. *Cyphocaris richardi* (Amphipode), *Atolla* sp. (Qualle), *Euchaetomera zurstrasseni* (Mysidacea), *Pasiphaea* sp. (Decapoda), u.a.). Möglicherweise haben die vor und während des Untersuchungszeitraumes vorherrschenden nördlichen Winde in diesem Teil des Gebietes ozeanisches Wasser bis weit auf den Schelf und in die nördliche Bransfield Straße transportiert, was zu einer Verschiebung des Artenspektrums im Plankton führte und die Krillkonzentrationen unter die Küste drängte.

Ebenso auffällig ist, daß andere sonst häufige Arten wie *Thysanoessa macrura* (Euphausiacea) und *Themisto gaudichaudii* (Amphipoda) im gesamten Gebiet fehlten. Das gleiche gilt für Salpen, die noch im Frühjahr 1983 und 1984 einen Großteil der Planktonbiomasse ausmachten. Copepoden waren im nördlichen Teilgebiet in den oberen 200 m kaum zu finden, im Südteil hingegen waren sie eine der dominanten Gruppen.

### 2.7.3 Pelagische Ostracoden (R. Kock)

Die Aufsammlung von pelagischen Ostracoden aus der Familie der Halocyprididen aus den RMT 1-Proben verlief äußerst erfolgreich und hat einen wichtigen Impuls zur weiteren Bearbeitung antarktischer pelagischer Ostracoden gegeben. Das RMT 1 bewährte sich als quantitatives Sammelgerät auch für einen Großteil der Larvenformen. Insgesamt wurden ca. 20000 Tiere gezählt, wobei *Alacia belgicae* und *Alacia hettacra* als dominante epipelagische Arten in den durchfischten oberen 200 m auftraten.

Die Halocyprididen stellten sich als die nach den Copepoden zahlenmäßig zweitgrößte Gruppe im Zooplankton dar. Große Dominanzen konnten in der Drake Passage sowie, gekoppelt mit ozeanischen Einstromphänomenen, im Westeingang der Bransfield Straße nachgewiesen werden. Die Beprobung der im Einflußbereich von Weddellmeer Wasser liegenden östlichen Bransfield Straße ergab hingegen geringe Konzentrationen. Im Zusammenhang mit Aufquellerscheinungen im Bereich der südlichen Stationen konnten mesopelagische Ostracoden, u.a. die seltene Gattung *Gigantocypris*, nachgewiesen werden.

Um das mesopelagische Zooplankton im Bereich des Warmen Tiefenwassers zu erfassen, wurden mit dem RMT drei Tiefenholz bis 1000 m in der westlichen Bransfield Straße, südlich von King George Island sowie zwischen Elephant und Clarence Island gefahren. Neben den Copepoden stellten sich die pelagischen Ostracoden mit bis zu 5300 Individuen pro Hol zahlenmäßig als die dominante Gruppe dar. Als reine Tiefenwasserspezies konnten mehrere Amphipoden- und Ostracodenarten, insbesondere *Boroecia antipoda*, erkannt werden. Das vorliegende Material wird im Vergleich zu dem der Winterreise ANT V/1 bearbeitet.

### 2.7.4 Fischereibiologische Untersuchungen an den Fischbeständen um Elephant Island (K.-H. Kock, V. Siegel, U. Mühlenhardt-Siegel, D. Pietschok, U. Harm, M. Jörck, R. Kock, D. Sahrhage, O. Coleman)

Die Untersuchungen an den Bodenfischbeständen um Elephant Island konzentrierten sich auf die Erhebung des derzeitigen Zustandes der Bestände nach der intensiven Befischung zwischen 1978/79 und 1982/83 und auf die Nahrungsbeziehung zwischen Fischen und Plankton (insbesondere Krill, *Euphausia superba*) und Fischen und dem Makrozoobenthos. Beide Programmteile sind Beiträge der Bundesrepublik Deutschland zum "Fish and Stock Assessment Program" und zum "Ecosystem Monitoring Program" des "Übereinkommens zur Erhaltung der lebenden Meeresschätze der Antarktis".

Sie sind Teil eines Langzeitprojektes des Instituts für Seefischerei der Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Hamburg, das die Bestandsgrößen und Biologie der Bodenfische und ihren Einfluß auf das Plankton und das Makrozoobenthos im Gebiet der Antarktischen Halbinsel untersucht.

Gefischt wurde in zwei Phasen zwischen dem 28. Oktober und dem 1. November (21 Hols) und dem 13. und 16. Dezember 1987 (19 Hols) zwischen 06.00 und 18.00 Uhr im Tiefenbereich bis 500 m. Als Fanggerät diente ein 140'-Grundschieppnetz mit dreifachem Rollengestell, das im Steert 40 mm Maschenweite hatte und bereits im November 1983 und im Mai/Juni 1986 für die Untersuchungen verwendet worden war. Die Schleppzeit betrug 30 Minuten bei einer Schleppgeschwindigkeit von 3,6 - 4,1 kn. Zusätzlich wurde am 12. Dezember vom "Polarfuchs" mit einer 4 m Baumkurre im flachen Wasser (10-60 m) westlich des Endurance Gletschers (Südküste der Insel) gefischt, um Jungfische zu fangen.

Insgesamt wurden 40 Fischarten in den Fängen nachgewiesen, die bis auf wenige Arten das Spektrum der aus diesem Gebiet bekannten Arten repräsentieren. Vier Arten traten zum ersten Male in den Fängen auf: *Bathyraco* sp., *Zoarcidae* sp., *Paraliparis* sp. 1 und *Paraliparis* sp. 2, deren Artenbestimmung nur durch Spezialisten möglich ist. Von erheblichem Interesse ist der Fang von Rocheneikapseln (*Bathyraca* sp.), die Embryonen kurz von dem Schlupf enthielten. Sie sind bisher für antarktische Rochenarten nicht bekannt.

Im Gebiet um Elephant Island vermischen sich zwei Fischfaunen: die westantarktische, die in unserem Material durch 9 Arten aus der Unterordnung Notothenioidei repräsentiert wird (Tabelle 1), die mehr als 99% der Biomasse ausmacht und die hochantarktische mit 16 Arten, die hier ihre nördlichste Verbreitungsgrenze hat und weniger als 1% der Biomasse stellt.

Der Gesamtfang der 40 Hols betrug 18,04 t. Die häufigsten Arten - bezogen auf die Biomasse - waren die Grüne Notothenia (*Notothenia gibberifrons*) mit 57,7%, der Scotia See Eisfisch (*Chaenocephalus aceratus*) mit 17,1%, *Notothenia neglecta* mit 8,8% (Hauptfänge im Dezember), der Marmorbarsch (*Notothenia rossii marmorata*) mit 5,4% (Hauptfänge im Dezember) und der Bändereisfisch (*Champsocephalus gunnari*) mit 5,2%. Nach Anzahl war Larsens Notothenia (*Notothenia larseni*) die zweithäufigste Art.

Eine erste Analyse der Längenhäufigkeitsverteilung zeigt, daß sich die Zusammensetzung der Bestände von *N. gibberifrons*, *Ch. aceratur* und *N. neglecta* im Vergleich zur letzten Erhebung 1986 kaum verändert hat. Die Längenzusammensetzung von *N. rossii marmorata*, die Hauptfangobjekt der Fischerei in der Fangsaison 1979/80 war und über 18.000 t erbrachte, basiert im wesentlichen auf einem Hol, der 900 kg erbrachte und ist daher mit Vorsicht zu betrachten. Der Hauptanteil der Fische war wie in den Vorjahren 40-50 cm lang. Der Anteil von Tieren über 50 cm war gegenüber 1986 leicht erhöht. Die Längenhäufigkeitsverteilung von *C. gunnari*, die Hauptfangobjekt der Fischerei von 1978 - 1983 mit mehr als 50.000 t war, unterschied sich erheblich von der 1986 beobachteten. Neben anderem läßt sie darauf schließen, daß die Art erhebliche Wanderungen in den Schelfgewässern der

Antarktischen Halbinsel unternimmt, während die anderen Bestände stationärer zu sein scheinen. Die Längenhäufigkeitsverteilungen von *C. gunnari* und *Ch. aceratus* von Oktober und Dezember lassen einige Rückschlüsse auf das Wachstum der Altersgruppen 1+ und 2+ innerhalb des Zeitraumes von 6 Wochen zu.

Tab. 1 : Liste der gefangenen Fischarten. (-) Arten mit westantarktischer Verbreitung, (+) Arten mit hochantarktischer Verbreitung.

Tab. 1 : List of fish species caught. (-) Species distributed in the West Antarctic, (+) Species distributed in the High Antarctic.

#### **Nototheniidae**

- + *Dissostichus mawsoni*
- + *Pleuragramma antarcticum*
- *Notothenia rossii marmorata*
- *N. gibberifrons*
- *N. neglecta*
- *N. kemp*
- *Nototheniops larseni*
- *N. nudifrons*
- + *Trematomus eulepidotus*
- + *P. hanson*
- + *Pagothenia bernacchi*
- + *P. hanson*

#### **Harpagiferidae**

- Harpagifer antarcticus*

#### **Muraenolepidae**

- Muraenolepis microps*

#### **Zoarcidae**

- Lycodichthys antarcticus*
- Ophtalmolycus amberensis* (?)
- Zoarcidae* sp.

#### **Trichiuridae**

- Paradiplospinus gracilis*

#### **Myctophidae**

- Electrona* sp.
- Gymnoscopelus nicholsi*

#### **Channichthyidae**

- *Champscephalus gunnari*
- *Chaenoccephalus aceratus*
- + *Chionodraco rastrospinosus*
- + *Cryodraco antarcticus*
- + *Chaenodraco wilsoni*
- *Pseudochaenichthys georgianus*
- + *Neopagetopsis ionah*
- + *Pagetopsis macropterus*

#### **Bathydraconidae**

- *Parachaenichthys charcoti*
- + *Prionodraco evansii*
- + *Racovitzia glacialis*
- + *Gymnodraco acuticeps*
- + *Gerlachea australis*
- + *Bathydraco* sp.

#### **Rajidae**

- Bathyraja eatonii*
- B. maccaini*
- B. species 2*
- Bathyraja* sp. egg capsules

#### **Liparididae**

- Paraliparis* sp. 1
- Paraliparis* sp. 2

#### **Paralepididae**

- Notolepis coatsi*

Für Nahrungsuntersuchungen wurden ca. 2500 Fische gesammelt, deren Mägen im Laufe des Jahres 1988 analysiert werden sollen. Die Baumkurrenfänge im flacheren Wasser vor der Südküste Elephant Islands bestanden im wesentlichen aus Jungfischen der Altersgruppen 1+ und 2+ von *N. gibberifrons*, die in den Schleppnetzfängen unterhalb von 100 m nur in Einzelexemplaren auftraten. Von Interesse war auch der Fang zweier Fingerlinge von *N. neglecta* in 20 und 40 m Wassertiefe, die noch die typische blausilberne Färbung der pelagischen Phase hatten.

Die fischereibiologischen Untersuchungen konnten mit nur geringen Abstrichen dank des engagierten Einsatzes der Besatzung und des wissenschaftlichen Teams erfolgreich durchgeführt werden. Größere Netzschäden, die einen erheblichen Zeitaufwand für die Reparatur in Anspruch genommen hätten, traten glücklicherweise nicht auf.

#### 2.7.5 Der Nährstoffstatus planktischer Algen (U. Sommer, C. Braunwarth, B. Groeger)

Die antarktischen Meere weisen Nährstoffkonzentrationen auf, die weit über dem Niveau der meisten anderen Bereiche der Weltmeere liegen. Nährstofflimitation der Wachstumsraten planktischer Algenpopulationen wird daher oft ausgeschlossen. Die vom Projektleiter während der "Polarstern"-Expedition ANT-III/2 durchgeführten Experimente wiesen jedoch auf zumindest lokales und temporäres Auftreten von Silikat- und Nitratlimitation hin. In Fortsetzung der damaligen Untersuchungen war es das Ziel des diesjährigen Projektes zu überprüfen, ob trotz hoher Konzentrationen gelöster Pflanzennährstoffe im Untersuchungsgebiet Nährstofflimitation der Wachstumsraten planktischer Algen auftreten kann, und ob damit die Nährstoffbedingungen Einfluß auf die Artenzusammensetzung des Phytoplanktons haben können. Aufschluß über Auftreten und Intensität der Nährstofflimitation wurde von drei verschiedenen Datensätzen erwartet: Nährstoffkonzentration im Wasser (Silikat, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Phosphat), Konzentration der potentiell limitierenden Nährstoffe in der Biomasse wichtiger Arten (Zellquote), Veränderung der Wachstumsrate in Bioassay-Experimenten mit und ohne Nährstoffzugabe.

Das Arbeitsprogramm umfaßte folgende Komponenten: Auf 82 Stationen wurden aus 3 Tiefen mit der Rosette Planktonproben zur späteren mikroskopischen Auszählung durch H. Klöser (AWI) genommen. Auf 47 Stationen wurden zusätzlich Proben für Nährstoffanalysen (Silikat, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Phosphat) und für Chlorophyllbestimmung sowie eine Planktonprobe mit dem 20-Mikrometer-Netz genommen. Die Nährstoffanalysen und die Chlorophyllbestimmungen wurden bereits an Bord durchgeführt. Ebenso wurde eine vorläufige mikroskopische Auszählung der Phytoplanktonproben dieser Stationen an Bord vorgenommen. Die Netzproben wurden fraktioniert (meist Größenfraktionierung, zweimal auch Fraktionierung im Dichtegradienten), um möglichst artenreine Fraktionen zu gewinnen. Insgesamt wurden ca. 150 derartige Fraktionen gewonnen, die für die Analyse des C:N:P:Si-Verhältnisses vorbereitet wurden. Diese Analysen werden im MPI für Limnologie durchgeführt. Mit dem Phytoplankton von 11 Stationen wurden Bioassay-Experimente



durchgeführt. Dabei wurden im Laufe einer 5-tägigen Inkubation im Klimaschrank die Wachstumsraten wichtiger Arten ohne Nährstoffzugabe, bei Zugabe von Si, N und P sowie bei allen paarweisen Kombinationen und bei der Dreifachkombination dieser Nährstoffe verfolgt. Um zu überprüfen, ob die Wachstumsraten in den Kontrollen ohne Nährstoffzugabe mit den Wachstumsraten in-situ vergleichbar sind, wurden während drei 24-h-Zyklen stündlich Proben aus der Seewasserleitung entnommen, um aus dem circadianen Rhythmus der Zellteilungen die Wachstumsraten der natürlichen Algenpopulationen zu berechnen. Die mikroskopische Auswertung dieser Proben wird nach der Fahrt erfolgen.

Von den untersuchten Nährstoffen zeigte das Nitrat die stärkste Variabilität (3,5 - 46 Mikromol pro Liter); Nitrit und Ammonium waren im Vergleich zum Nitrat stets vernachlässigbar. Die Silikatkonzentrationen schwankten zwischen 27 und 98 Mikromol, die Phosphatkonzentrationen zwischen 1,44 und 235 Mikromol pro Liter. Aufgrund dieser Werte kann Phosphatlimitation ausgeschlossen werden. Die niedrigeren unter den gemessenen Nitrat- und Silikatkonzentrationen lassen jedoch N- und Si-Limitation jeweils anspruchvollsten Algenarten möglich erscheinen, vorausgesetzt, daß derartige Konzentrationsminima über einige Generationszeiten hinweg anhalten. Genaueren Aufschluß wird die Analyse der Zellquoten dieser Nährstoffe liefern.

Die Variationsbreite der Phytoplanktonbiomassen umfaßte fast zwei Zehnerpotenzen; gemessen als Chlorophyll a 0,047 bis 4,26 Mikrogramm pro Liter, gemessen als Frischgewicht (mikroskopisch ermitteltes Biovolumen) 25 - 1500 Mikrogramm pro Liter. Die Analyse der Artenzusammensetzung zeigte vier relativ distinkte Typen:

- 1) Die Stationen mit maximalen Biomassen wurden von *Phaeocystis* dominiert. Phaeocystisblüten traten in der westlichen Bransfield Straße sowie im Bereich zwischen ca. 64-66°S und 68-71°W auf. Gemeinsames Charakteristikum dieser Stationen ist die durch die hohen Chlorophyllkonzentrationen bedingte geringe Transparenz des Wassers.
- 2) Am Ausgang des Weddellmeeres und an einer Station nahe Elephant Island wurde ein von großzelligen *Thalassiosira*-Arten dominiertes Phytoplankton mit geringer Biomasse gefunden. Diese Stationen zeichneten sich durch hohe Transparenz des Wassers und hohe Konzentrationen aller Nährstoffe aus.
- 3) In der östlichen Bransfield Straße, rund um Elephant Island und am Südrand der Drake Passage dominierte die großzellige Kieselalge *Corethron criophilum*. Diese Stationen zeichneten sich durch hohe Transparenz des Wassers, hohe Silikatkonzentrationen, aber relativ niedrige Nitratkonzentrationen (unter 15 Mikromol pro Liter) aus. Die Dominanz von *Corethron* unter derartigen Bedingungen stimmt mit den Ergebnissen der bei ANT-III/2 durchgeführten Konkurrenzexperimente überein, bei denen sich *Corethron* als stärkster Konkurrent bei hohen Si:N-Verhältnissen erwies.

- 4) In den küstenfernen Bereichen der Drake Passage wurde ein artenreiches, von verschiedenen Kieselalgen (*Rhizosolenia* spp., *Thalassiosira* spp., *Nitzschia* spp., *Thalassiothrix longissima*) und Silicoflagellaten dominiertes Phytoplankton mittlerer Gesamtbiomasse gefunden. Das Wasser dieses Bereiches weist variable Nitrat- und niedrige Silikatkonzentrationen (meist unter 40 Mikromol pro Liter) auf.

In 1 von 11 Bioassay-Experimenten erwies sich keine einzige der untersuchten Algenarten als nährstofflimitiert. In 10 Experimenten erwiesen sich jeweils einige Arten als N- oder Si-limitiert; P-Limitation trat in keinem Fall auf. In keinem Experiment waren alle untersuchten Algenarten nährstofflimitiert. Wenn Nährstofflimitation auftrat, war sie meist relativ schwach. In den meisten Fällen erreichten die nährstofflimitierten Algen ohne Nährstoffzugabe mehr als 70% ihrer nährstoffgesättigten Wachstumsrate. Algen, deren Wachstumsraten in mehreren Experimenten bestimmt werden konnten, zeigten durchwegs ein konsistentes Verhalten: *Corethron criophilum* und *Nitzschia kerguelensis* waren, wenn überhaupt nährstofflimitiert, stets silikatlimitiert; *Thalassiosira subtilis* und *Nitzschia cylindrus* erwiesen sich stets als stickstofflimitiert. Dies stimmt mit den bei ANT-III/2 durchgeführten physiologischen Experimenten überein, die einen extrem hohen Si-Bedarf und einen niedrigen N-Bedarf von *Corethron* und *Nitzschia kerguelensis* sowie einen extrem hohen N-Bedarf und einen niedrigen Si-Bedarf von *Nitzschia cylindrus* und *Thalassiosira subtilis* zeigten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß trotz hoher Nährstoffkonzentrationen in der Antarktis schwache Nährstofflimitation der anspruchsvollsten Arten auftritt. Die Bindung bestimmter Phytoplanktonassoziationen an bestimmte Nährstoffverhältnisse weist darauf hin, daß auch schwache Nährstofflimitation einen nachhaltigen Einfluß auf die Artenzusammensetzung haben kann.

#### 2.7.6 Antarktisches Benthos (G. Hartmann, U. Mühlenhardt-Siegel)

In Fortsetzung früherer Benthos-Untersuchungen (WH 68/ ANT-III/2 und ANT-V/1) wurden insgesamt 122 Greiferproben an 19 Stationen genommen, von denen 99 quantitativ ausgewertet werden können. Für Korngrößenanalysen wurde aus jeder quantitativen Greiferprobe Sediment der ungestörten Oberfläche entnommen. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag diesmal auf Serienproben, bis zu 10 Greiferentnahmen an einer Station, um die fleckenhafte Verteilung der Fauna besser erfassen zu können und die Fehlerquote bei der quantitativen Auswertung möglichst gering zu halten. Die quantitative Analyse wird dabei auf die Weichböden beschränkt bleiben, weil nur hier der Backengreifer zufriedenstellend arbeitet. Ziel ist eine Erfassung der Weichbodenzönose, ihrer taxonomischen und quantitativen Zusammensetzung und die Benennung der verschiedenen Zönosen nach ihren Leitarten.

Fast alle Meiofaunaproben aus den Backengreifern wurden umgehend im Labor lebend ausgesucht und sortiert. Dies geschah, um für jede Tiergruppe die ihr günstigste Fixierung durchzuführen (u.a. Verhinderung der Entkalkung bei gehäusetragenden Formen) und um durch gezielte Nachfänge aus-

reichendes Tiermaterial bei seltenen Tiergruppen zu erhalten. Auch wurden sehr viele Organismen speziell für Untersuchungen am Elektronen-Mikroskop fixiert. Diese Arbeiten erforderten eine sehr zeitraubende Tätigkeit - auch unter schlechten Seegangbedingungen - im Labor.

Darüber hinaus wurden verschiedene Tiergruppen im Kühlcontainer gehältert, um Lebendbeobachtungen durchführen zu können. Besonders waren dies Mollusken und Hydrozoen (*Monobrachium*), sowie Krebse und Polychaeten, die mit Bryozoen synök (?) lebten. Muscheln und *Monobrachium* wurden lebend mit nach Hamburg genommen und gedeihen dort vorzüglich.

Mit Backengreifer und Baumkurre wurden auch Proben aus dem Phytal entnommen, deren Bearbeitung vorerst auf die Taxonomie und Autökologie der erfaßten Arbeiten beschränkt bleibt.

Am 8.12. und 14.12. wurden Proben aus dem Eulitoral und Supralitoral (Küstengrundwasser) von Sandstränden der Inseln Deception (im Inneren des Kraters) und Elephant Island (Sandstrand südlich von Cape Lindsey) genommen. Die Wassertemperatur im 60 cm tiefen Grundwasser von Deception betrug 40°C. Das Probenwasser enthielt Copepoden und Nematoden in größerer Zahl. Auch das Eulitoral, das auf Sand eine Kieselalgenauflage trug, war von Polychaeten, Copepoden und Amphipoden belebt. Auf dem Sandstrand von Cape Lindsey wurden zwei Grundwasserlöcher gegraben, eines bis 50 cm, das zweite 110 cm tief. Das Wasser des Mischsand (Temperatur: 1°C bzw. 20°C) enthielt Copepoden und, besonders im tieferen Loch, viele Oligochaeten (Eutrophierung durch See-Elefanten?), Nematoden und Polychaeten. Diese Stichproben zeigen, daß entgegen bisheriger Ansicht das Supralitoral der Sandstrände belebt ist und in Forschungsarbeiten einbezogen werden sollte. Es ist interessant zu klären, woher diese interstitiellen Faunenelemente stammen.

#### 2.7.7 Verbreitung und Biologie benthischer Amphipoden (O. Coleman)

Bei der Grundschieppnetzfisherei und mittels der Baumkurre wurden zahlreiche Flohkrebse (Amphipoda) erbeutet. Lebende Tiere wurden in Aquarien in einem gekühlten Laborcontainer gehältert. Insbesondere Arten der Gattung *Epimeria* (Paraamphitoidae), *Paraceradocus* (Gammaridae) und eine *Pontogeneiella* sp. (Eusiridae) ließen sich gut halten. Einige Arten stellten so strenge Anforderungen an ihre Umgebung, daß sie nicht in der künstlichen Aquarienumwelt überlebten. Ein großes Problem stellten trotz strikter Hygiene Pilzinfektionen dar. Wir wissen noch sehr wenig über die Lebensweise antarktischer Flohkrebse. So ist von nur wenigen Arten bekannt, was diese Tiere fressen. Wichtige Anhaltspunkte für die Nahrungspräferenz und Grundlage für die Fütterung der Tiere in den Aquarien waren Mageninhaltsuntersuchungen, die vor der Reise und an Bord durchgeführt wurden. Einige Arten stellten sich als hochgradige Nahrungsspezialisten heraus, *Pseudepimeria grandirostris* z.B. frißt Hydrozoenstöcke. Die meisten Arten setzten im Aquarium Jungtiere ab. Wachstum und Biomassezuwachs sollen in Langzeituntersuchungen gemessen werden. Schon während der Reise wurden erste aufschlußreiche Beobachtungen der Nahrungsaufnahme und Fortbewegung gemacht. Nach dem

Transport der Tiere in Kühltaschen nach Deutschland sollen Messungen und Lebendbeobachtungen fortgesetzt werden.

Die beim Fang getöteten Tiere wurden fixiert und dienen taxonomischen und zoogeographischen Untersuchungen. Von den häufigsten Arten wurden die Mägen herauspräpariert. Vergleiche der Magenstrukturen ergeben zusätzliche Merkmale für phylogenetische Studien. Spezielle Fixierungen von Mitteldarmdrüsengewebe für histologische Untersuchungen in Bouin-Lösung und Glutardialdehyd/Osmiumtetroxid für die Transelektronenmikroskopie wurden an Bord durchgeführt.

#### 2.7.8 Nematoden der Meiofauna (D. Blome)

Im Rahmen eines laufenden Forschungsprogramms der Arbeitsgruppe Zoomorphologie an der Universität Oldenburg (Prof. Schminke) wurde mit einer Bestandsaufnahme der antarktischen Meiofauna, schwerpunktmäßig der Nematoden, entlang der Westküste der Antarktischen Halbinsel begonnen. Zur Ermittlung der Tiefenzonierung der Nematoden konnten zwei Profile senkrecht zum Küstenverlauf der Halbinsel beprobt werden: eines östlich King George Island, das andere nördlich Renaud Island. Zwei weitere Probenserien wurden dem Küstenverlauf der Halbinsel folgend genommen: eine Serie in Küstennähe, die andere küstenferner, dem Verlauf der Schelfkante folgend. Ferner konnte in der Bransfield Straße und rund um Elephant Island ein dichtes Probennetz besammelt werden. Schwerpunkt der Probennahme lag auf dem antarktischen Schelf bei Wassertiefen von 0 bis 500 m; es wurden außerdem Proben in Tiefen ab 500 m bis zu mehr als 4000 m gesammelt.

Zur Materialgewinnung wurde der Multiple Corer (nach Barnett, Watson & Connelly) 15 mal eingesetzt; in 80% der Einsätze brachte das Gerät 11 und mehr gefüllte Rohre (insgesamt besitzt es 12) nach oben. Ferner wurde in Zusammenarbeit mit der Geologie des AWI (A. Mackensen) am Inhalt von Kastengreiferhols partizipiert (18 Stationen). Vor allem in Wassertiefen ab 400 m bewährte sich der Multiple Corer und brachte zuverlässig ungestörte Sedimentoberfläche und darüberstehendes Wasser zu Tage - Proben, die auch für die Untersuchung der Geochemie und Geologie (AWI: A. Mackensen, M.v.d.Loëff, RGD: J.V.Enst) hervorragend geeignet waren.

Für die antarktische Region bisher einmalig sind quantitative Probenserien an Stränden von Deception Island und Elephant Island sowie quantitative Strandproben von Deception Island (leg. W. Loske) und Greenwich Island (leg. C. Hjort). Bemerkenswerte Ergebnisse brachte ferner eine Untersuchung von Meereis westlich von Adelaide Island; es enthielt Ciliaten, Globigerinen, Turbellarien, Copepoden und Nematoden.

Insgesamt wurden Proben an 54 Stationen gesammelt; 38 dieser Stationen wurden qualitativ beprobt (80 Einzelproben) mit freundlicher Unterstützung durch Herrn G. Hartmann, Frau U. Mühlenhardt-Siegel, sowie die Herren R. Herber, C. Hjort und W. Loske. 33 Stationen wurden quantitativ beprobt; hierbei wurden 271 Einzelproben gesammelt, die hinsichtlich der Abundanz, Diversität und Biomasse von Nematoden und anderen Meiofauna-Taxa untersucht

werden sollen. Etwa 50 lebende Nematoden verschiedener Arten wurden in Laborcontainer in Hälterung genommen und sollen lebend ins Heimatinstitut gebracht werden zum Studium von Verhalten, Ernährung und Reproduktion.

Eine vorläufige quantitative Auswertung eines Sedimentkerns (4,5 cm<sup>2</sup> Oberfläche und 3 cm Schichtdicke) westlich von Elephant Island aus 134 m Tiefe brachte für die Nematoden 285 Individuen, verteilt auf 22 Familien, 47 Gattungen und 59 Arten. Die Abundanz betrug für diese Stelle 633 Ind./10cm<sup>2</sup>; die Diversität (H') war mit einem Wert von 3,4 (J = 0,8) hoch, die Verteilung der Individuen auf die verschiedenen Arten war relativ ausgewogen. Auffällig an dieser Probe war ein hoher Anteil Desmoscolecoida (20%), ebenso fiel der hohe Anteil Diplopeltidae (ca. 7%) auf. Die Individuen vier höherer Taxa (Microlaimidae, Leptolaimidae, Xyalidae, Desmoscolecoida) machten etwa 2/3 des gesamten Nematodenbestandes dieser Stelle aus; nahezu alle Nematoden waren von geringer Körpergröße (ca. 200-500 Mikrometer). Endemiten oberhalb der Artebene wurden bislang nicht aufgefunden.

## 2.8 Marine Geologie

### 2.8.1 Sedimentprobennahme (A. Mackensen, J.W.A. van Enst, N. Lensch, D. Blome)

Auf 23 Stationen, die in der Hauptsache auf zwei Profilen senkrecht zum Kontinentalhang angeordnet sind (Profile 3, 9 in Abb. 5), wurden Großkastengreifer eingesetzt. Zur Untersuchung der lebenden benthischen Foraminiferenfauna wurde jeweils 412 cm<sup>2</sup> Sediment-Oberfläche (zwischen 0,5 und 1,5 cm dick) entnommen und in einer Mischung aus Bengal Rosa und Methanol konserviert. Zusätzlich wurden jeweils Sedimentproben zur Bestimmung des Gehalts an Radiolarien, zur Untersuchung des Diatomeengehalts sowie zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung und des Gesamtgehalts an organischem Kohlenstoff entnommen. Weiterhin wurden die Kastengreifer an den meisten Stationen mit Hilfe von Kurzkernen für geochemische, sedimentologische, und mikropaläontologische Untersuchungen sowie für biologische Meiofauna-Analysen beprobt.

Auf 12 Stationen wurden ungestörte Sedimentoberflächen mit einem Multiple Corer gewonnen. Es zeigte sich, daß mit diesem Gerät, besonders aus weichen siltig-tonigen Sedimenten, Proben von unübertroffener Qualität zu entnehmen sind. Für die Bestimmung des Foraminiferen-Gehaltes wurden jeweils 4 bis 6 Kerne (Durchmesser: 6 cm) von 0-1 cm und von 1-2 cm beprobt, so daß insgesamt jeweils zwischen 100 und 150 cm<sup>2</sup> Sedimentoberfläche in mit Bengal Rosa gefärbtem Methanol konserviert werden konnten. Auf fast allen Stationen, an denen Oberflächenproben entnommen wurden, wurden auch kontinuierliche Salzgehalts- und Temperaturmessungen mit der CTD-Sonde vorgenommen (Stein). Die Oberflächen-Proben werden unter anderem in bezug auf die Verbreitungsmuster lebender benthischer Foraminiferen-Vergesellschaftung in Abhängigkeit zu ihrer Umwelt (Substrat, Wassermassen, Nahrungszufuhr) untersucht werden.

Aus ausgesuchten Kastengreiferproben (AWI 1537-2, 1543-1 (Stat. 116, 128)) wurden Kurzkerne (Durchmesser: 12 cm) entnommen, die dann wiederum zentimeterweise bis in Teufen von 30 cm beprobt, gefärbt und konserviert wurden. Ebenso wurde mit einem Multiple Corer Kern (AWI 1557-1 (Stat. 193)) verfahren. Parallel dazu wurden Nährsalze und Gehalt an gelöstem Sauerstoff im Porenwasser bestimmt (van der Loeff et al.). Diese Untersuchungen sollen klären helfen, welche benthische Foraminiferenarten in welcher Abundanz in den obersten Sedimentschichten als Infauna leben und welchen Einfluß diese Tatsache auf die Zusammensetzung der Vergesellschaftung leerer Gehäuse hat.

Auf Profil 9 senkrecht zum Kontinentalhang (Abb. 5) konnten nach Vorerkundung durch 3,5 kHz Sediment-Echographie drei geeignete Positionen mit dem Schwerelot (1,5 t Gewichtssatz, Innendurchmesser 12 cm) beprobt werden. Es wurden zweimal 10 m und einmal 13 m lange Schwerelote eingesetzt, mit einem Kerngewinn von insgesamt über 30 m. Diese Kerne sollen in Bremerhaven sedimentologisch und mikropaläontologisch bearbeitet werden. Der Vergleich mit Kernen vom antarktischen Kontinentalrand vor Kap Norvegia und mit den Kernen aus der Bransfield Straße (van Enst et al.) soll unter anderen Fragen zur spätpleistozänen Verbreitung benthischer Foraminiferen-Vergesellschaftungen klären und damit zur paläozeanographischen Rekonstruktion der circumantarktischen Umwelt beitragen helfen. In der zentralen Bransfield Straße wurden die Stationen 130 und 139 (AWI 1545-2 und 1548-2) mit dem 10 m langen Schwerelot, Station 214 (AWI 1568-2) mit 8 m und Station 143 (AWI 1549-2) mit 5,75 m beprobt. Vermutlich aufgrund einer harten Aschenlage in ca. 1 m Teufe konnte das 5,75 m-Rohr nur verbogen und ohne nennenswerten Kerngewinn geborgen werden. Im Rahmen des RGD Forschungsprojekts, das die Änderungen in den  $^{10}\text{Be}$  Aktivitäten als Reaktion auf paläoklimatische Änderungen untersucht und zusätzlich eventuelle hydrothermale Aktivitäten durch  $^{210}\text{Pb}$  Anomalien erkennen will, wurden zwei dieser Kerne an Bord geöffnet, beschrieben und beprobt.

#### 2.8.2 Beschreibung und Beprobung der Schwerelotkerne (J.W.A. van Enst A. Mackensen, N. Lensch)

Die Kerne von Station 130 und 139 (AWI 1545-2 und 1548-2) aus den tiefsten Bereichen des zentralen Beckens der Bransfield Straße bestehen aus hauptsächlich hemipelagischen bis pelagischen Sedimenten. Der Wechsel von nicht oxidierten organischen Lagen mit hemipelagischen siltig-tonigen Ablagerungen ist die augenfälligste Beobachtung. Für die vorgeschlagenen  $^{10}\text{Be}$  und  $^{210}\text{Pb}$  Untersuchungen wurden 10 g Proben jeweils oberhalb und unterhalb einer Grenze zwischen nicht oxidierten organischen Ablagerungen und siltigen Tonen entnommen. Zusätzlich wurden 2 g Proben für  $^{14}\text{C}$  und  $^{230}\text{Th}$  Analysen entnommen, um bei zu hohen Sedimentationsraten die  $^{10}\text{Be}$ -Datierung ersetzen zu können. Routinemäßig wurden Proben zur Wassergehaltsbestimmung entnommen und Röntgenpräparate angefertigt.

Kernbeschreibung 1545-2: Wassertiefe 1926 m, Gesamtlänge 6,44 m. Von der Oberfläche bis 1,46 m: grau-grüner, siltiger Ton mit Wurmbauten und schwarzen Wühlspuren. Von 1,46 m bis 5,44 m: Wechsellagerung von siltigen Tonen

mit nicht oxidierten organischen Lagen und dazwischengeschalteten Turbiditen. Von 5,44 m bis 6,46 m: hemipelagischer, grau-grüner, siltiger Ton.

Kernbeschreibung 1548-2: Wassertiefe 1422 m, Gesamtlänge 5,20 m. Über die gesamte Länge des Kerns: Wechsellagerung von nicht oxidierten organischen Ablagerungen mit grau-grünen, siltigen Tonen. In mehreren Teufen finden sich sandige Lagen, die vermutlich turbiditischer Natur sind. Vulkanische Aschen finden sich in 1,32 m, 2,68 m und 2,98 m Kerntiefe.

In beiden Kernen bestehen die Turbidite hauptsächlich aus einer 1 cm dicken sandigen Lage, die manchmal nach oben feiner zu werden scheint. Die organischen Ablagerungen treten in drei Variationen auf:

- in klar definierten schwarzen Lagen mit scharfen Kontakten zu den grau-grünen Tonen
- in grau-grünem siltigen Ton mit stetig nach unten zunehmendem Anteil an organischem Material bis zu einer völlig schwarzen Lage nicht oxidierten organischen Materials
- in schwarzen, nicht oxidierten organischen Lagen mit nach unten zunehmendem Tongehalt.

Die vulkanischen Aschenhorizonte in Kern 1548-2 waren meist nicht scharf abgrenzbar, sondern bioturbat in das überlagernde Sediment eingewühlt.

### 2.8.3 Verbreitung benthischer Foraminiferen (A. Mackensen)

Nach 4 Wochen Lagerung wurden bereits an Bord einige der gefärbten Proben über 2 mm und 0,063 mm naß gesiebt. Der grobe Rückstand wurde bei 60°C getrocknet und anschließend trocken bei 0,125 mm getrennt.

Die obersten drei Zentimeter Sediment des Kurzkerns von Station 116 (AWI 1537) aus dem östlichen Becken der Bransfield Straße (Wassertiefe: 1812 m) wurden auf ihren Gehalt an benthischen Foraminiferen untersucht. Die oberste Sedimentscheibe besteht aus einem stark sandigen Ton mit viel Feinkies bis Kies. Die Kiesfraktion setzt sich fast ausschließlich aus Pyroklastika zusammen. Es gibt einige wenige dropstones. Unterhalb 1 cm Teufe nimmt der Anteil der Kiesfraktion am Sediment stark ab, unterhalb 2 cm Teufe finden sich fast keine Bestandteile >2 mm im Sediment. Daraus folgt, daß der Einfluß der Bioturbation auf die Korngrößenfraktionen >2 mm gering ist.

Die Foraminiferenfauna ist aufgrund des hohen Prozentsatzes vulkanischen Glases und Bimsteins hier ohne weitere Anreicherung im Labor schwer zu bestimmen. Auffällig ist aber der hohe Anteil lebender *Nonionella irridea* in der Fraktion zwischen 0,063 und 0,125 mm. In den oberen zwei Zentimetern Sediment finden sich vereinzelt auch noch die leeren Gehäuse dieser zerbrechlichen kalkschaligen Art. Dagegen sind unterhalb von zwei Zentimetern bei der Übersichtszählung keine leeren Gehäuse, jedoch viele lebende Individuen, beobachtet worden. Es muß daher davon ausgegangen werden, daß *N. irridea* unterhalb der Sediment-Wasser-Grenzfläche bis in drei Zentimeter Teufe lebt, und daß Karbonat erst ab zwei Zentimeter Teufe völlig gelöst wird.

Auf den Stationen 139 und 209 (AWI 1548-1 und 1567-1) aus dem zentralen Becken der Bransfield Straße wurden in den Kernröhren des Multicorers ungewöhnlich unruhige und zottenartig ausgebuchtete Sedimentoberflächen beobachtet. Bis auf wenige Polychaetenröhren sind mit unbewaffnetem Auge keine Ausgänge oder Öffnungen zu erkennen. Das Sediment ist ein schwach siltiger Ton, dessen Siltfraktion jedoch fast ausschließlich organischer Herkunft ist und im wesentlichen aus benthischen Foraminiferen besteht. Die "blumenkohlartig" ausgebuchteten Strukturen an der Sedimentoberfläche werden durchzogen von sich verästelnden Röhrensystemen, die sich unregelmäßig erweitern, verengen oder sich zu Taschen ausbilden können. Ein solches System erreicht eine durchschnittliche Höhe von 2-3 cm mit einem Durchmesser von 1 cm. Die schlauchartigen Röhren sind im Durchmesser variabel, aber in der Größenordnung zwischen 0,05-0,5 mm, durchsichtig und olivgrün.

Unter dem Mikroskop konnte bei 400-facher Vergrößerung ein pflanzlicher Ursprung ausgeschlossen werden. Sie werden durch Bengal Rosa nicht angefärbt. Es ist daher wahrscheinlich, daß es sich bei diesen Röhrensystemen um chitinige Auskleidungen der Wohnröhren von Protozoen oder kleinen Polychaeten handelt. Möglicherweise ähnliche Röhren sind von Xenophyophoren (Rhizopoda) beschrieben worden. Diese Strukturen beeinflussen sehr stark die physikalischen Eigenschaften von tonigen Oberflächensedimenten. Deshalb ist ihre Erforschung auch für Geologen und Mikropaläontologen von großer Wichtigkeit. Die Siedlungsdichte benthischer Foraminiferen ist in diesen Proben sehr hoch, und aus Hochproduktionsgebieten bekannte Arten wie *Pullenia bulloides* und *Melonis spp.* sind häufig.

#### 2.8.4 Adsorption und Partikelfluß in der Wassersäule (M.v.d.Loeff, G. Berger, K.I. Collet)

Durch die Bildung und das Absinken von Partikeln werden reaktive Elemente aus der Wassersäule entfernt und in das Sediment transportiert. Dieser Prozeß, üblicherweise "scavenging" genannt, ist stark von der primären und sekundären Produktion im Oberflächenwasser abhängig. Ziel dieses Projektes war es nachzuweisen, wie die Frühlingsblüte, die bekanntlich einen raschen Anstieg der Sedimentation in der Bransfield Straße verursacht, die Entfernungsrates reaktiver Elemente aus der Wassersäule beeinflußt.

Th-234 und Po-210, Isotope günstiger Halbwertszeit (24,1 bzw. 138 Tage), die in der Wassersäule durch die natürliche U-238 Zerfallsreihe produziert werden und sich schnell an Partikel binden, dienten dabei als Hilfsmittel. Analyse und Zählung dieser Isotope erfolgten soweit uns bekannt erstmals an Bord. Die Th-234 Ergebnisse konnten sofort interpretiert werden, da die Produktionsrate aus dem Seewasser gelösten U-238 bekannt ist. Die Auswertung der Po-210 Daten kann erst nach Bestimmung der Po-210 Aktivitäten geschehen. Über Ra-226 Analysen werden wir auch die Entfernung von Pb-210 berechnen können.



Der Abschnitt ANT-VI/2 bot die Gelegenheit, die Becken der Bransfield Straße Ende Oktober und Anfang Dezember zu beproben, d.h. vor und während der Frühlingsblüte. In der Zwischenzeit konnte die Entwicklung der Blüte westlich der Halbinsel beobachtet werden.

19 Oberflächenwasserproben wurden mit der im Schiff eingebauten Magnetkreispumpe genommen. Bei Ankunft in der Bransfield Straße war nur 5% des gesamten Th-234 im Oberflächenwasser an Partikel gebunden. Dieser Anteil stieg je nach Intensität der Blüte unterschiedlich stark an. In einer Blüte von *Phaeocystis* (von der Planktongruppe beobachtet) war 80% des Th-234 partikular gebunden, was auf eine schnelle Absorption hinweist. Po-210 zeigte ein ähnliches Verhalten, Extremwerte fielen jedoch nicht immer mit denen von Th-234 zusammen, weil Po-210 durch seine längere Halbwertszeit die Vorgänge eines größeren Zeitraumes integriert.

Während Oktober und November wurden maximal 20% des gesamten Th-234 bezogen auf U-238 entfernt. Anfang Dezember wurde ein Anstieg auf etwa 30% gemessen. Damit wurde der Anfang der Frühlingssedimentation beobachtet.

Die Wassersäule wurde achtmal mit Gerard Großwasserschöpfern beprobt, das östliche und das zentrale Becken der Bransfield Straße je zweimal. Die erste Beprobung fand vor Anfang der Blüte statt. Th-234 war in mittleren Wassertiefen im Gleichgewicht mit U-238. Eine Entfernung wurde nicht nur in den oberen 300 Metern, sondern auch im Tiefenwasser gemessen. Dies weist in Übereinstimmung mit Beobachtungen durch Sinkstoffallen auf einen lateralen Einstrom terrigener Partikel in das Tiefenwasser hin.

"Scavenging" durch terrigene Partikel wurde ebenfalls in der Nähe der Faraday Station beobachtet. Dort fehlten in der ganzen Wassersäule 15% des Th-234. Die Partikel, die für die Entfernung verantwortlich sind, haben eine mittlere Verweilzeit von 3 Wochen in der Wassersäule. Da es unwahrscheinlich ist, daß eine frühe Blüte in dem dort klaren, blauen Wasser schon stattgefunden hatte, wurden die Partikel vermutlich vom nahegelegenen Gletscher angeliefert. Ein sehr feinkörniges Sediment akkumuliert an dieser Stelle.

In fünf Schneeproben (genommen auf einem Gletscher bei Hope Bay, auf Meereis, sowie Neuschnee auf dem Schiff) wurde der Po-210 Gehalt bestimmt. Es zeigte sich, daß auch in der Antarktis die Atmosphäre wesentlich zum Po-210 und Pb-210 Haushalt im Oberflächenwasser beiträgt. Eine Probe von der braunen mit Plankton bewachsenen Unterseite des Meereises war stark mit Th-234 angereichert. Das Thorium muß aus dem Wasser darunter aufgenommen worden sein.

Aus zehn Sedimentkernen wurden im Porenwasser Sauerstoff, Alkalinität und Nährsalze in Abhängigkeit von der Tiefe gemessen. Damit kann die Abbaurate organischen Materials und die Auflöserate von Karbonat und Silikat ermittelt werden. Die fast ungestörten Kerne, die mit dem Multicorer genommen wurden, erlaubten eine sinnvolle Messung mit Millimeter-Auflösung an der Oberflächen-grenzschicht. Die Tiefe, in der Sauerstoff vollständig gezehrt war, fiel mit einem Minimum im pH-Wert zusammen und lag in den Sedimenten der Bransfield

Straße bei 2 cm. Außerdem wurden Proben von der Sedimentoberfläche für die Bestimmung von excess Th-234, Po-210 und Pb-210 genommen.

2.9 Marin-geophysikalische Untersuchungen (R. Meissner, J. Bialas, R. Bittner, J.-P. Henriot, R. Herber, E. van Heuverswyn, W. Jokat, N. Kaul, T. Parker, J. Le Pavec, Y. Peneaud, Th. Wever, J. Wohlenberg)

Entsprechend dem DFG-Antrag Me 335/81 war es das Ziel der Untersuchungen, Struktur und Evolution der Antarktischen Halbinsel durch geophysikalische Methoden zu erforschen. Naturgemäß sollte der Schwerpunkt auf seismische Methoden, speziell auf Reflexionsseismik gelegt werden, doch sollten in jedem Fall Gravimetrie und nach Möglichkeit auch das Magnetometer, Seabeam und 3,5 kHz-Lot eingesetzt werden. Mit ihrer mehr als 600 Millionen Jahre alten Subduktion, ihrer "Forearc" und "Backarc" Bildung, ihrer Rücken-Verschluckung und einer rezenten Dehnungstektonik ist die Antarktische Halbinsel ein strukturell besonders ausgezeichneter Teil des antarktischen Kontinents.

2.9.1 Der zeitliche Ablauf der Messungen

Nach dem Auslaufen der "Polarstern" von Rio Grande wurden in den folgenden 16 Tagen eine Reihe von Vorbereitungs- und Testmessungen durchgeführt. Das Gravimeter wurde aktiviert und bereits ab 20.10. beim Auslaufen von Rio Grande eingesetzt. Es blieb, von kurzen Unterbrechungen abgesehen, während der ganzen Fahrt im Einsatz (Abb. 5). Im übrigen wurden die seismischen Registrierstationen aus Bremerhaven und Edinburgh mit Geophonen und Kabeltrommeln aus Kiel und München zusammengestellt und getestet, Batterien und Akkus aufgeladen, Ozean-Boden Seismometer (OBS) geprüft und eine Reihe von Versuchen bezüglich des Empfangs der OMEGA-Zeitzeichen durchgeführt. Nach Überprüfung der Airguns wurde die Nacht vom 30. auf 31.10. zu ersten Testmessungen auf See genutzt: Belgischer Ministreamer (100 m), Hamburger OBS sowie 2 Airguns aus Brest wurden längs eines 10 sm langen Profils erprobt. Auch die nächste Nacht wurde zu Testmessungen, diesmal längs eines Vierecks von etwa 40 sm Gesamtlänge, genutzt. Ein Schwerpunkt dieser Messungen war die Reduzierung von Störgeräuschen (Noise), der von der "Polarstern" erzeugt wird. Die Ergebnisse dieser Messungen, die auch in der Nacht vom 1. auf 2.11. fortgeführt wurden, zeigten, daß bei 5 kn Fahrt bei nur einer Maschine und geeigneter Schraubenstellung eine deutliche Reduzierung des Störpegels erreicht werden kann. Die Untersuchungen sind im DFG-Arbeitsbericht im Detail enthalten und scheinen für zukünftige Messungen eine wichtige Voraussetzung darzustellen. Um Anschlußmessungen für die Schweremessungen auf "Polarstern" zu erhalten, flogen 2 Personen per Helikopter am 2.11. nach Hope Bay/Esperanza und führten in den nächsten vier Tagen mit einem La Coste-Romberg Gravimeter im Bereich eines britischen Gravimeterpunktes 1. Ordnung Vergleichsmessungen durch (der Punkt selbst war leider noch tief verschneit). Von Hope Bay aus wurden einige Erkundungsflüge zur Auswahl von geeigneten Positionen für die Refraktionsstationen durchgeführt.

Das eigentliche seismische Meßprogramm begann längs Profil 1 am 6.11. in Hope Bay mit dem Aussetzen und dem Aufbau zweier Refraktionsstationen. Eine unbemannte britische GEOSTORE Station mit 9 Geophonen wurde in den Bergen südlich der Trinity Hut aufgestellt und eine bemannte PCM-Station an einer Position nördlich vom Ausgang von Hope Bay. Während der Fahrt nach NNE wurde eine weitere Station auf Cape Melville (King George Island) ausgesetzt, während das Ausfliegen einer unbemannten Station an die Nordost-Spitze wegen schlechten Wetters verschoben werden mußte und erst am 8.11. stattfinden konnte. Vier OBS wurden längs des Profils in eisfreien Gebieten ausgesetzt, von denen zwei später geborgen werden konnten, davon eine kurz vor Überdriften eines größeren Eisfeldes.

Die Refraktionsmessungen zusammen mit Seabeam- und 3,5 kHz-Lot-Aufzeichnungen begannen am 7.11. um 22.30 Uhr am NNW-Ende des Profils mit dem Einsatz der großen 16 Liter Airguns aus Brest und des belgischen Ministreamers. Wegen Eisbildung mußten die Kanonen in der Nacht gegen 9 Liter-Kanonen ausgetauscht werden, die jedoch ebenfalls Ausfallerscheinungen aufwiesen, die erst im weiteren Verlauf der Messungen behoben werden konnten. Siehe hierzu ebenfalls DFG-Arbeitsbericht, der Vorschläge für zukünftige Einsätze enthält. Gegen 9 Uhr am 9.11. erreichten wir wieder Hope Bay. Hier wurden Magnetbänder der Geostore Station gewechselt und die Besatzung der PCM Station an Bord geholt. Die 9 Liter-Airguns wurden überprüft und mit sog. Wave Shape Kits für die Reflexionsseismik-Messungen vorbereitet. Die Registrierapparatur wurde auf generell 15 s Zweiweglaufzeit eingestellt, um auch Strukturen aus Unterkruste und oberstem Mantel beobachten zu können.

Die Reflexionsmessungen begannen am 9.11. gegen 15 Uhr und wurden am 11.11. gegen 5 Uhr am Nordende des Profils abgeschlossen. Trotz schwerer See und Windstärke 7 bis 8 hatten alle Geräte einwandfrei gearbeitet.

Das Einholen von Mannschaft und Gerät der Landstationen von King George Island erwies sich bei Schneesturm und schlechter Sicht als sehr schwierig und zeitraubend. Erst am 14.11. - nach Durchführung einer Reihe anderer Untersuchungen - konnten die Stationen in Hope Bay abgebaut und eingeholt werden. Erste Auswertungen begannen. Trocknen und Überprüfen der teilweise aus Tiefschnee geborgenen Seismometer erforderten viel Zeit und Arbeit. Nicht alle Stationen hatten den Hätetest gut überstanden. Als Konsequenz der Erfahrungen von Profil 1 wurde das Schwergewicht der folgenden Messungen auf Reflexionsmessungen gelegt.

Überraschend bot sich in der Nacht vom 16./17.11. die Möglichkeit, ein weiteres reflexionsseismisches Profil durch die Bransfield Straße zu legen, und zwar am Westende. Der Einsatz von Airguns und übrigen Gerät entsprach demjenigen auf Profil 1. Die Untergrundstruktur längs dieses Profils (Profil 2) ist von der des Profils 1 äußerst verschieden (siehe unter 2.9.2).

Dichtes Packeis und schlechtes Flugwetter verhinderten den Einsatz von Refraktionsstationen im Mittelabschnitt im Gebiet von Anvers Island. Da auch das Geologie-Programm unter den gegebenen Wetterbedingungen leiden mußte, wurde am 23.11. mit einem umfangreichen reflexionsseismischen

Programm begonnen, das die Untersuchungen von früheren Subduktionszonen und von drei Fracture Zonen zum Ziel hatte, davon die als Transform-Verwerfung rezent noch aktive (?) Hero Fracture Zone, die zweimal überquert wurde (siehe auch Profilnetz mit Linien 3 bis 7 in Abb. 5). Bereits die Analogabspielungen einer Hydrophongruppe (von 24) läßt - ähnlich, aber noch stärker als längs Profil 1 - markante und ganz unerwartete Strukturen der jungen und älteren Plattenränder erkennen (s. auch unter 2.9.2). Seabeam und 3,5 kHz-Lot (sowie Gravimetrie) wurden wiederum zur Unterstützung der seismischen Messungen eingesetzt. Der Versuch, auch das Magnetometer in die Messungen einzuschließen, mußte in schwerer See nach Kollision mit dem Streamer leider aufgegeben werden. Während des 85-stündigen kontinuierlichen Einsatzes bei Windstärken zwischen 6 und 8 haben alle Geräte und Instrumente einwandfrei gearbeitet. Insgesamt wurden im Mittelabschnitt 450 sm reflexionsseismisch beobachtet.

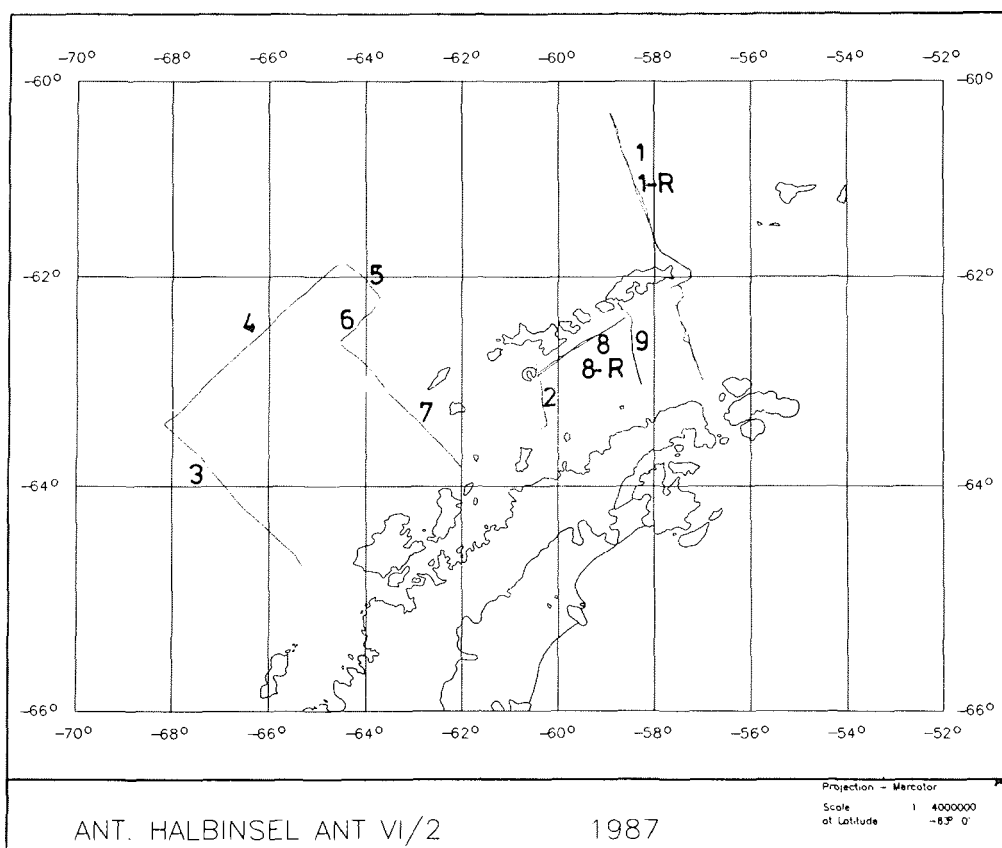


Abb. 5 : Profile der seismischen Untersuchungen.

Fig. 5 : Seismic line location map.

Für die Zeit vom 7. bis 10.12. wurde ein geologisch-geophysikalisches Programm im Gebiet nordwestlich Bransfield Straße vorgesehen. Einmal sollte ein weiterer Versuch unternommen werden, Refraktionsmessungen mit OBS und Inselstationen durchzuführen; zum anderen sollte ein weiteres Querprofil durch die Mitte der Bransfield Straße gelegt werden, um den Übergang von ozeanisiertem Rift im NE (längs Profil 1) und den kontinentalen Dehnungsstrukturen im SW (längs Profil 2) zu untersuchen. Die Profile sollten durch ein im Streichen laufendes Profil verbunden werden (Abb. 5).

Zwei PCM-Stationen und ein Land-OBS mit flächenhafter Überdeckung wurden am 7.12. nach Deception Island geflogen. Außerdem wurde ein OBS per Hubschrauber etwa 40 sm in Profilrichtung im NE ausgesetzt. Die Refraktionsmessungen mit sechs 16 l Airguns begannen am Morgen des 8.12. um 4.30 Uhr und endeten um 11.45 Uhr bei 42 sm Distanz. Nach einer zeitraubenden aber erfolgreichen Suche des OBS und seiner Bergung per Hubschrauber fand die Rückfahrt nach Deception Island statt. Hier wurden die Beobachter und Stationen abgeholt und um 18.45 Uhr mit Reflexionsmessungen begonnen, die am Morgen des 9.12. gegen 4.15 Uhr vor Potter Cove /King George Island) endeten. Am Abend des 9.12. gegen 19.00 Uhr begann das dritte Querprofil durch die Bransfield Straße, das am Morgen des 10.12. beendet wurde. Damit waren die seismischen Messungen abgeschlossen. Im ganzen waren etwa 200 km Refraktion und 1390 Reflexion beobachtet worden.

## 2.9.2 Vorläufige Ergebnisse

Neue Erkenntnisse wurden sowohl auf technisch-logistischem als auch tektonisch-geophysikalischem Gebiet erarbeitet. Im ersten Fall werden die Grenzen der Refraktionsseismik mit Airguns im Untersuchungsgebiet deutlicher erkannt. Für Evolution und Tektonik des Meßgebietes hat die Reflexionsseismik, obwohl bis jetzt nur als Analogschrieb einer Hydrophoneinheit vorliegend, völlig neue und teilweise spektakuläre Daten geliefert.

### Refraktionsmessungen

Während der Fahrt wurde bereits eine gewisse Anzahl von Processingschritten durchgeführt. In direkten Seismogrammontagen längs Profil 1 wurden Einsätze nur bis 30 km beobachtet, teilweise durch tektonische Störungen, größtenteils jedoch durch Noise bedingt. Die Refraktionsmessungen längs Profil 8 konnten wegen des nahen Fahrtendes nicht mehr bearbeitet werden. Durch erstes Stapeln der Daten längs Profil 1 konnte der Entfernungsbereich klarer Einsätze teilweise bis zu 50 km erweitert werden. Scheingeschwindigkeiten von 5 bis 7 km/s wurden beobachtet. Hierbei sind die Einsätze der OBS bedeutend klarer als diejenigen der Inselstationen, bei denen Noise sowohl in Wellengruppen, stoßweise, als auch als allgemeines Rauschen auftritt. Als Quellen kommen neben Brandung an der Steilküste die Bildung von Gletscherspalten und das Kalben von Gletschern in Frage. Ebenfalls eine Rolle spielen mag das Aufgrundlaufen von Eisbergen. Der hohe Noise-Pegel (mehr als 4 mal höher für die OBS im Vergleich zur Nordsee und über 10 mal höher für die Land- und Inselstationen gegenüber europäischen Verhältnissen) macht die Refraktionsseismik recht problematisch. Obwohl durch Stapelungen und digitale Filter im Labor zweifellos noch eine Verbesserung des Signal/Noise-Verhältnisses

erreicht werden wird, so muß schon jetzt die Refraktion im Gebiet der Antarktischen Halbinsel als störanfällig und recht aufwendig angesehen werden, letzteres vor allem in bezug auf die Reflexion, bei der ein Profil nur einmal (nicht dreimal) abgefahren werden muß. Zum jetzigen Zeitpunkt erscheinen Refraktionsmessungen ohne Sprengstoff keine aussagekräftigen Daten liefern zu können. Man müßte wohl für spätere Messungen - wie britische und polnische Arbeitsgruppen - Sprengstoff verwenden und die Messungen möglichst zu einer späteren Jahreszeit durchführen.

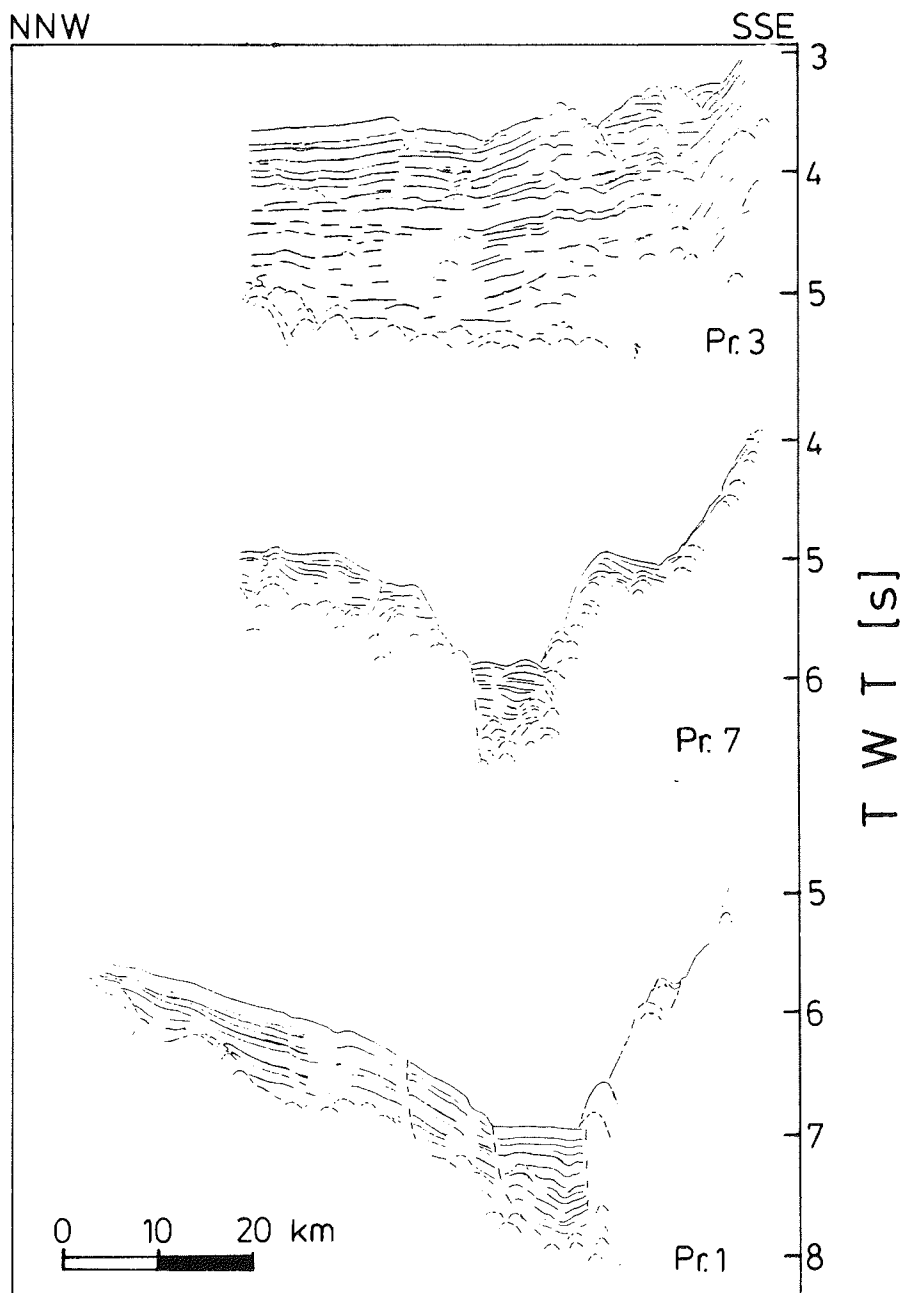
#### Reflexionsmessungen

Die Reflexionsmessungen wurden mit vier 9 Liter Airguns aus Brest, mit einem AWI-Streamer von 600 m Länge mit 24 Hydrophoneinheiten sowie mit einer belgischen Geometrics Registriereinheit mit Zusatzgeräten aus Hamburg und Kiel digital auf Band aufgezeichnet. Darüber hinaus wurde ein Kanal analog auf zwei Schreibern mit unterschiedlichen Parametern registriert. Die Triggerung der Luftkanonen erfolgte entfernungsunabhängig. Für den gewählten Schußabstand von 50 m und einer Schiffsgeschwindigkeit von 5 kn ergab dies eine zeitliche Schußfolge von ca. 20 s. Alle im folgenden diskutierten Strukturen wurden den (vorläufigen) Analogregistrierungen entnommen.

#### Tektonische Aussagen aus den Reflexionsmessungen

Der South Shetland Trench und seine südwestliche Verlängerung wurden durch die Profile 1, 3 und 7 reflexionsseismisch erfaßt. Seine Struktur ist entsprechend dem unterschiedlichen Alter der verschluckten Ozeanplatte und entsprechend dem unterschiedlichen Zeitpunkt der Beendigung der Subduktion verschieden (siehe Abb. 6). Während auf Profil 3 im SW mächtige Sedimente auf 20 Millionen Jahre altem Ozeanboden liegen (magnetische Anomalie 6) und der Aluk Rücken schon ebenso lange verschluckt wurde, ist längs Profil 7 der Rücken gerade erst subduziert, d.h. vor etwa 5,5 Millionen Jahren (Anomalie 3a), wonach die Subduktion offenbar sehr langsam geworden bzw. zum Stillstand gekommen ist, denn ruhige subhorizontale Ablagerungen bestimmen den tiefsten Punkt des Grabens. Ähnlich ist die Situation längs Profil 1, wo ebenfalls kaum noch Subduktion erfolgt, aber bis vor kurzem noch 20 Mio Jahre alte ozeanische Platte (Anomalie 6) verschluckt wurde und seewärts Andeutungen einer ganz jungen Subduktion beobachtet werden. Während südlich King George Island in der Bransfield Straße richtiges Back-Arc oder Inter-Arc Spreading eingesetzt hat, sind auf Profil 7 hinter dem "Accretional Wedge" Fore-Arc Bildungen zu erkennen, die auch längs Profil 3 noch schwach erhalten sein mögen.

Längs Profil 4 wurden drei Fracture Zonen (FZ) überfahren, deren Verlauf teils aus einem vermuteten Versatz der magnetischen Anomalien bzw. gelegentlich durch hypsographische Messungen bekannt waren (siehe Abb. 7). Vor allem die Anvers Fracture Zone war bisher nur ganz vage festgelegt worden und wurde nun durch unterschiedliche Sedimentmächtigkeiten auf beiden Seiten der Anomalie deutlich erkannt. 20 Millionen Jahre alte Kruste im Südwesten (Anomalie 6) ist von 15 Millionen Jahre alter Kruste (Anomalie 5b) deutlich zu unterscheiden. Eine weitere FZ wurde im Mittelteil des Profils lokalisiert. Sie hat noch keinen Namen, man könnte sie in Analogie zur benachbarten Hero FZ ebenfalls nach einem Schiff benennen, also z.B. "Polarstern" FZ. Sie ist eben-



- 6 : Zeichnung des Süd-Shetland-Grabens auf den Profilen 1,3 und 7. Überhöhung der Topographie ca. 13:1; der vertikale Maßstab entspricht TWT.
- 6: Line drawing of the South Shetland Trench on profiles 1,3 and 7. Seafloor topography has approx. 13:1 exaggeration. Vertical scale is TWT.

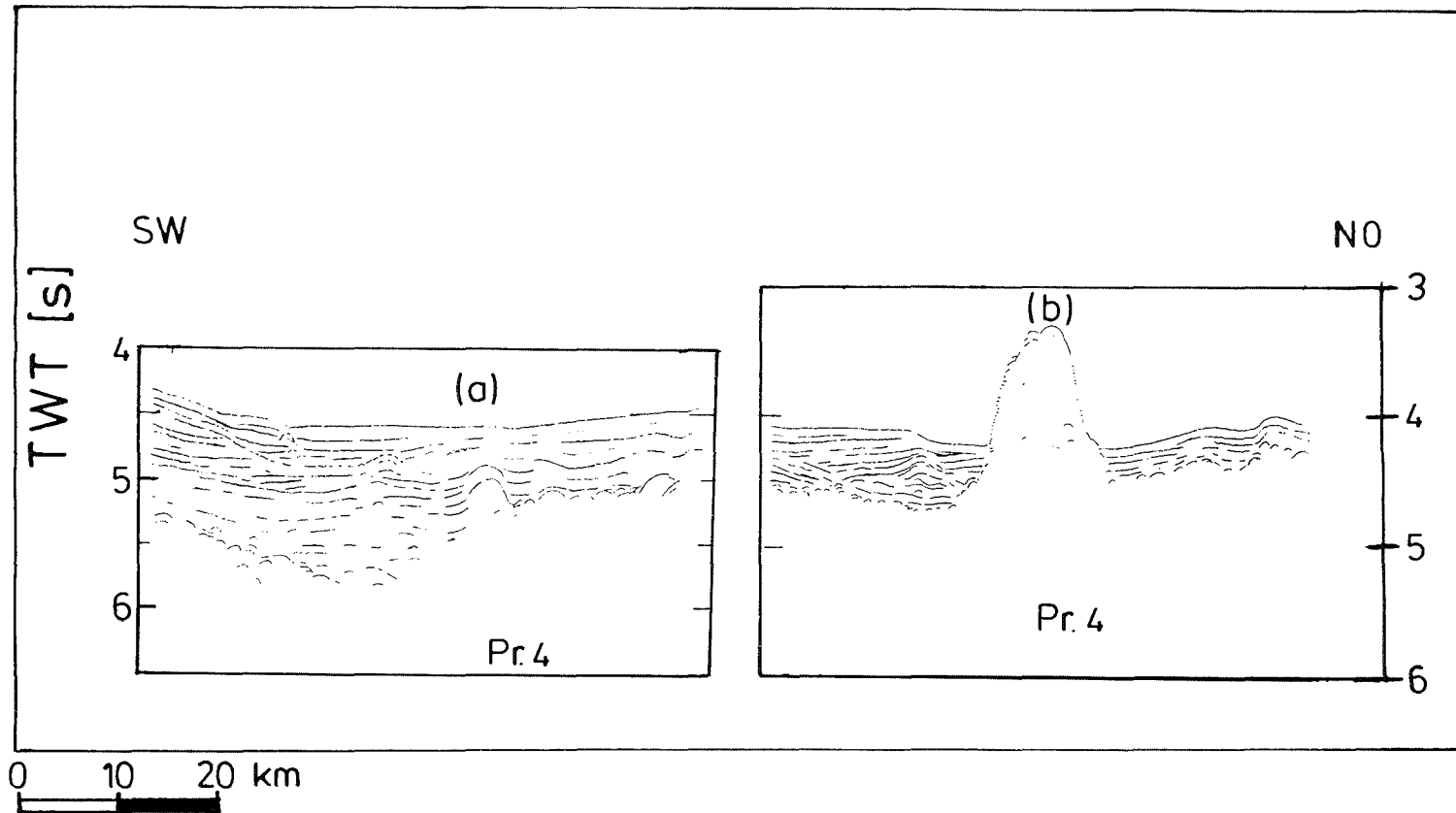


Abb. 7a und 7b: Zeichnungen der Bruchzonen auf Profil 4. Die Topographie des Meeresbodens erscheint überhöht. Der vertikale Maßstab entspricht TWT (two-way traveltime).

Figs. 7a and 7b: Line drawings of the fracture zones on profile 4. Seafloor topographie appears exaggerated. Vertical scale is TWT (two-way traveltime).



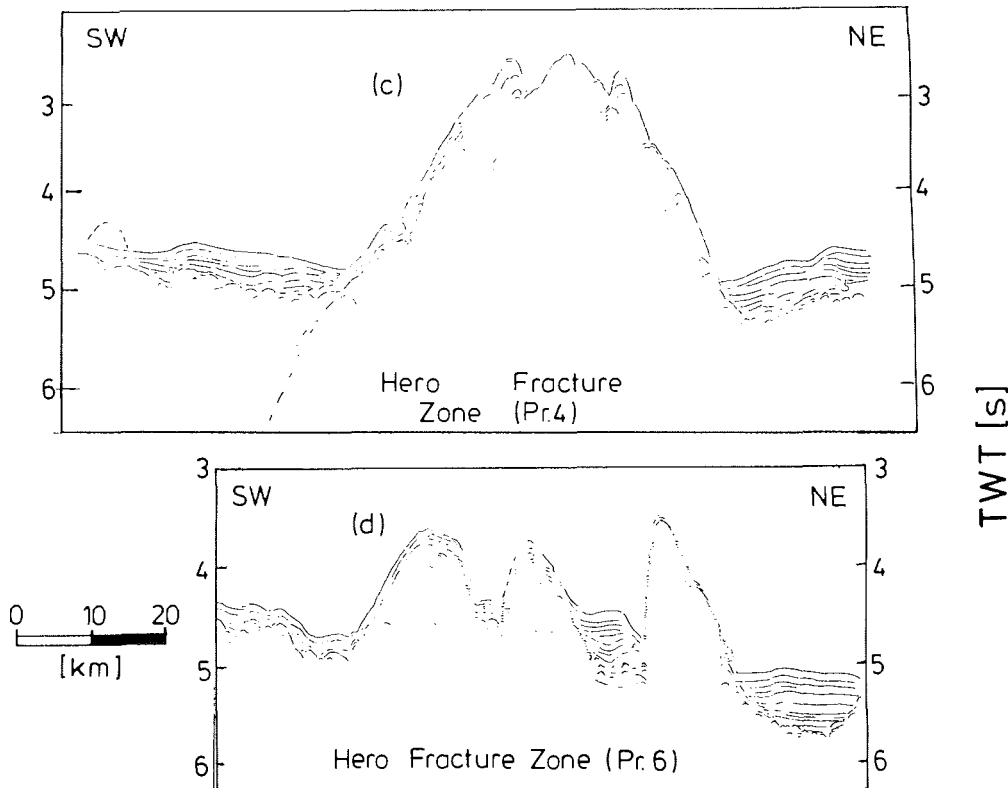


Abb. 7c und 7d: Zeichnungen der Bruchzonen auf Profilen 4 und 6. Überhöhung am Meeresboden ca. 13:1. Vertikaler Maßstab = TWT (two-way travelttime).

Figs. 7c and 7d: Line drawings of the fracture zones on profiles 4 and 6. Seafloor topography approximately 13:1 exaggerated. Vertical scale is TWT.

falls an einem Seamount (??) und einer deutlichen Sedimentverdünnung, entsprechend einem Sprung zu 10 Millionen Jahren alter Kruste (Anomalie 5), deutlich zu erkennen.

Die stärksten Anomalien in Topographie und Schwere sind an der prominenten Hero FZ zu beobachten. Sie ist eine wohl noch aktive Transform Verwerfung von 40 bis 50 km Breite zwischen dem südwestlich soeben versunkenen Aluk Rücken und dem etwa gleich alten Segment etwa 250 km im NW nordöstlich der Hero FZ. Man beobachtet auf Profil 4 bis zu 1600 m hohe untermeerische Vulkane, die mit wahren Neigungen bis zu 40 Grad aus der "leaking transform fault" aufsteigen. Ein Unterschied in der Sedimentmächtigkeit ist hier nicht zu beobachten, da auf beiden Seiten etwa 10 Millionen Jahre alte Kruste liegt (Anomalie 5), die allerdings im SW nordwestlich, im NO nordwestlich des Aluk Rückens liegt. Weiter südlich, beim Schnitt mit Profil 6 sind die Sedimentmächtigkeiten unterschiedlich, wie es den dort unterschiedlichen Altern entspricht.

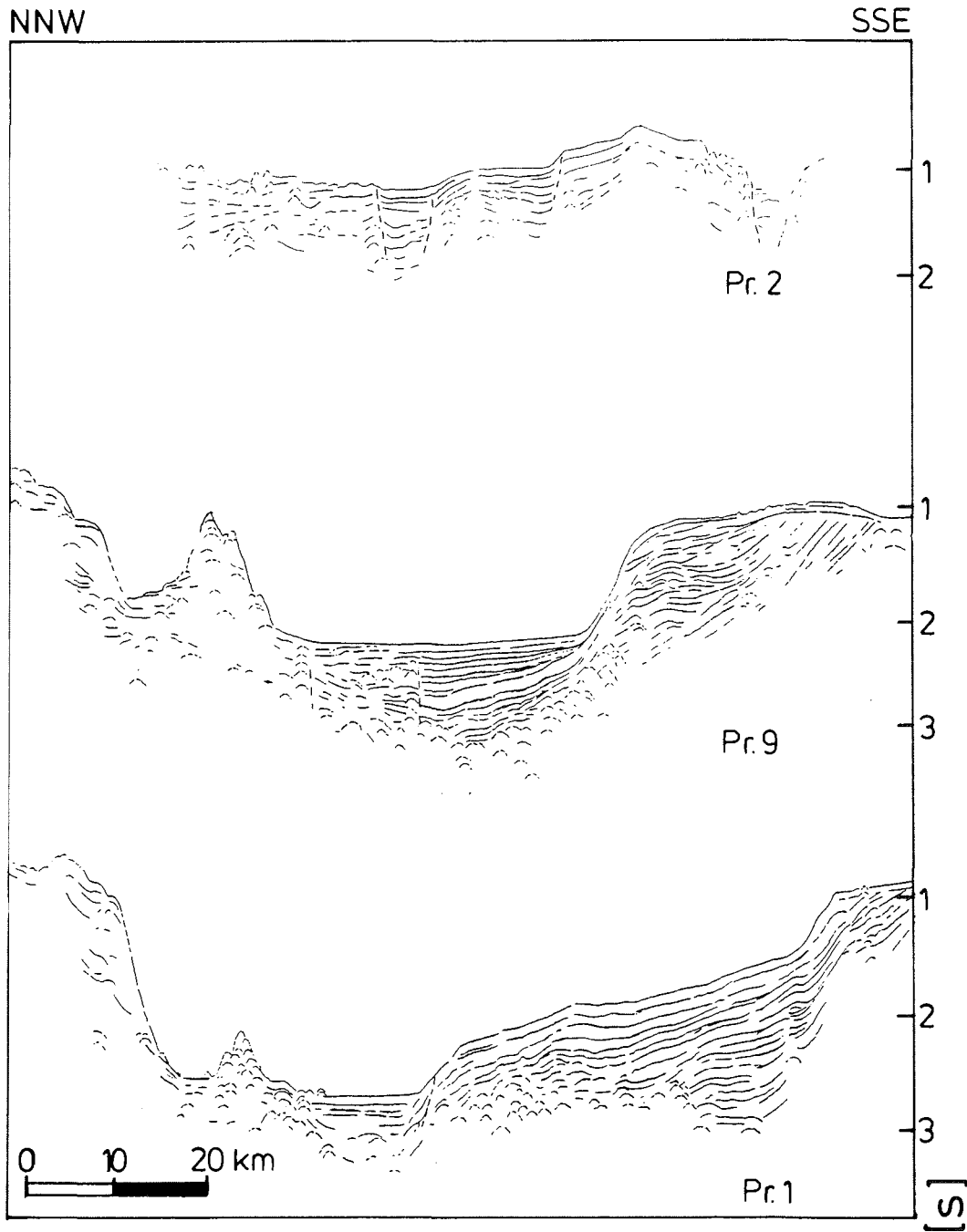


Abb. 8 : Zeichnung der Bransfield Straße auf den Profilen 2, 9 und 1. Überhöhung der Topographie ca. 13:1. Der vertikale Maßstab ist TWT.

Fig. 8 : Line drawing of the Bransfield Strait on profiles 2, 9 and 1. Seafloor topography approximately 13:1 exaggerated. Vertical scale is TWT.

Die drei Reflexionsprofile 1, 2 und 9 senkrecht zum Streichen der Bransfield Straße zeigen den Übergang von kontinentaler Dehnung im SW (Profil 2) zu Ozeanisierung im NE (Profil 1). Während Profil 2 durchaus kontinentale Tiefen und mäßige Dehnungsstrukturen zeigt, sind auf Profil 9 (Mittelprofil) deutliche ozeanische Absenkungen und ein breites Band von teils ruhigen, teils vulkanisch gestörten Sedimenten zu sehen. Auf Profil 1 ist zwar die große Einsenkung noch tiefer und konzentrierter, aber schmaler als auf Profil 9. Eine Ozeanisierung ist an vielen deutlichen Diffraktionen zu erkennen (siehe Abb. 8).

### 2.9.3 Ausblick

Zweifellos wird die Auswertung der Reflexionsdaten noch viele interessante Einzelheiten der tieferen Kruste enthüllen. Bisher ist erst 1/24 der Daten dargestellt. Das Entfernen der Multiplen wird bei dem kurzen Streamer Probleme verursachen, die jedoch lösbar sein sollten. Übergänge zwischen kontinentaler, ozeanischer und ozeanisierter Kruste, Feinheiten und Tiefenstruktur der Fracture Zonen, Subduktion und Fore Arc Becken werden Schwerpunkte der kommenden Auswertung sein.

Die aus vier europäischen Ländern zusammengekommenen 13 Wissenschaftler der Arbeitsgruppe wuchsen im Verlauf der Fahrt zu einer Einheit zusammen. Aufgrund der guten menschlichen und wissenschaftlichen Zusammenarbeit und der sich abzeichnenden neuen Erkenntnisse gab sich die Arbeitsgruppe auf ihrer Sitzung am 27.11. den Namen "GRAPE" = Geophysical Research Group for the Antarctic Peninsula. Dieser Name soll sowohl für gemeinsame Veröffentlichungen als auch für Antragstellungen bei nationalen und europäischen oder anderen internationalen Stellen benutzt werden. Wir glauben, daß viele der jetzt erarbeiteten Ergebnisse eine Fortsetzung, Ergänzung und Intensivierung der begonnenen Arbeit geradezu herausfordern.

### 2.10 Untersuchung niedermolekularer, halogenierter Kohlenwasserstoffe in Luft und Meerwasser (W. Reifenhäuser)

Auf diesem Fahrtabschnitt konnten 120 Luft- und Wasserproben genommen werden. Die Luftproben wurden kryogen bei -40°C auf dem Adsorptionspolymer Tenax GC angereichert, die Wasserproben wurden der Seewasserleitung im Buglabor entnommen. Fünfzig Luftproben wurden bereits an Bord mit einem Gaschromatographen mit Elektroneneinfangdetektor (ECD) auf halogenierte Kohlenwasserstoffe untersucht. Die Trennung erfolgte auf gekoppelten Kapillarsäulen verschiedener Polarität.

Erste Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- $\text{CCl}_4$  (140-200 pptv) und  $\text{CH}_3\text{CCl}_3$  (110-200 pptv) liegen im gleichen Konzentrationsbereich wie sie auch in kontinentalen Luftmassen der nördlichen Hemisphäre zu finden sind. Die in der Atmosphäre leichter abbaubaren Kohlenwasserstoffe  $\text{C}_2\text{Cl}_4$  (6-30 pptv) und  $\text{C}_2\text{Cl}_3\text{H}$  (4-23 pptv) werden im Vergleich dazu in deutlich niedrigeren Konzentrationen gemessen.

- Die nur in marinen Luftmassen nachweisbaren, hauptsächlich biogenen Bromo-Chlorokohlenwasserstoffe  $\text{CHBr}_3$ ,  $\text{CH}_2\text{BrCl}$  und  $\text{CHBrCl}_2$  konnten in sehr hohen Konzentrationen bis zu 13 pptv gemessen werden. Ein Zeichen der hohen biologischen Aktivität in den Gewässern um die Antarktische Halbinsel.
- $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  wurde in Konzentrationen zwischen 30-60 pptv nachgewiesen. Die Meßwerte für  $\text{CHCl}_3$  zeigten mit einer Schwankungsbreite zwischen 17-185 pptv eine sehr hohe Variabilität. Hier muß neben anthropogenen Quellen eventuell auch ein biogener Input diskutiert werden.
- Mehrere, im Gaschromatogramm regelmäßig auftauchende Peaks konnten bis jetzt nicht identifiziert werden.

2.11 Stationsliste / Station List

Stat. No.	Date 1987	Position Start	Depth (m) Start	Time (GMT) Start	Gear
66	28.10.	62°00'S 56°00'W	2188	03:45	GWS
67		61°21'S 56°32'W	324	10:37	GSN
68		61°20'S 56°09'W	310	15:10	GSN
69		61°21'S 55°44'W	251	19:04	MS/RO
		61°21'S 55°41'W	225	19:46	GSN
70	29.10.	61°17'S 55°34'W	92	22:23	BG
		61°16'S 55°33'W	67	23:48	MC
		61°16'S 55°33'W	75	00:18	RMT
		61°17'S 55°33'W	92	09:18	GSN
		61°14'S 55°38'W	89	10:33	MS/RO
				10:34	PLA
				10:46	MS/RO
71	30.10.	61°16'S 55°49'W	145	11:40	GSN
		61°13'S 55°57'W	100	13:04	MS/RO
72		61°12'S 56°02'W	155	13:59	GSN
		61°07'S 56°06'W	220	15:22	MS/RO
73		61°15'S 55°56'W	163	16:45	GSN
		61°15'S 55°47'W	147	18:17	MS/RO
74		61°11'S 55°59'W	137	19:36	GSN
		61°07'S 55°59'W	141	20:57	MS/RO
		61°07'S 55°59'W	140	21:11	BG
		61°07'S 55°58'W	132	23:02	MC
75		61°07'S 56°08'W	306	09:05	GSN
		61°04'S 56°00'W	239	10:43	MS/RO
				10:44	PLA
				10:59	MS/RO
76		61°07'S 55°59'W	134	12:03	GSN
		61°04'S 55°52'W	121	13:25	MS/RO
77		61°07'S 55°57'W	101	14:04	GSN
		61°04'S 55°46'W	99	15:17	MS/RO
78		61°05'S 55°55'W	158	16:08	GSN
		61°00'S 55°52'W	148	17:30	MS/RO
79		61°04'S 56°03'W	381	18:38	GSN
		60°59'S 55°57'W	291	20:45	MS/RO
		60°59'S 55°56'S	291	21:03	BG
80	31.10.	61°03'S 55°59'W	311	00:13	GEO
81		61°03'S 55°59'W	309	09:57	MS/RO
				10:08	PLA
		61°03'S 56°01'W	396	12:39	GSN
82		61°01'S 55°55'W	203	14:36	GSN
		61°05'S 55°52'W	113	16:05	MS/RO

Stat. No.	Date 1987	Position Start	Depth (m) Start	Time (GMT) Start	Gear
83		61°00'S 55°52'W	156	16:58	GSN
		60°57'S 55°47'W	220	18:28	MS/RO
84		60°56'S 55°43'W	171	19:08	GSN
		60°51'S 55°41'W	202	21:01	MS/RO
		60°51'S 55°40'W	192	21:18	BG
		60°51'S 55°39'W	193	22:45	RMT
85	01.11.	60°52'S 55°43'W	192	00:11	GEO
86		60°53'S 55°45'W	257	09:28	GSN
		60°50'S 55°38'W	457	11:37	MS/RO
				11:40	PLA
				12:01	MS/RO
87		60°49'S 55°43'W	392	12:49	GSN
		60°51'S 55°31'W	382	14:36	MS/RO
88		60°50'S 55°38'W	310	15:28	GSN
		60°52'S 55°29'W	317	17:05	MS/RO
89		60°52'S 55°28'W	251	17:32	GSN
		60°55'S 55°20'W	238	19:21	MS/RO
90	02.11.	63°23'S 54°15'W	197	09:52	BG
			209	10:56	MC
			114	11:14	MS/RO
			114	11:15	PLA
		63°24'S 54°14'W	216	11:58	RMT
91		63°01'S 54°14'W	270	15:26	RMT
		63°00'S 54°16'W	273	16:12	MS/RO
		63°00'S 54°18'W	273	16:23	RMT
92		62°32'S 54°15'W	382	20:30	RMT
		62°30'S 54°15'W	417	21:20	PLA
				21:22	MS/RO
93	03.11.	62°01'S 54°15'W	586	01:15	RMT
		61°59'S 54°15'W	469	02:08	MS/RO
94		61°46'S 54°12'W	356	09:08	RMT
		61°45'S 54°16'W	451	09:52	MS/RO
				09:53	PLA
95		61°37'S 54°15'W	570	11:20	XBT
96		61°31'S 54°15'W	442	12:08	RMT
		61°31'S 54°21'W	680	13:05	MS/RO
97		61°22'S 54°16'W	760	14:30	XBT
98		61°15'S 54°16'W	145	15:29	RMT
		61°14'S 54°22'W	472	16:19	PLA
			485	16:24	MS/RO
			558	16:49	MS/RO
99		61°07'S 54°18'W	1337	17:42	XBT
100		61°00'S 54°14'W	855	18:34	RMT
		60°59'S 54°17'W	604	19:24	MS/RO

Stat. No.	Date 1987	Position Start	Depth (m) Start	Time (GMT) Start	Gear
101	04.11.	60°52'S 54°16'W	783	20:31	XBT
102		60°46'S 54°13'W	2575	21:15	RMT
		60°44'S 54°15'W	2846	22:07	MS/RO
103		60°45'S 54°38'W	2635	00:00	XBT
104		60°46'S 54°59'W	3045	01:30	RMT
		60°44'S 55°02'W	3392	02:28	MS/RO
105		61°00'S 55°00'W	289	08:00	BG
		61°01'S 55°01'W	247	09:05	RMT
		60°59'S 55°05'W	295	10:00	PLA
		60°59'S 55°07'W	295	10:02	MS/RO
106	05.11.	60°45'S 55°59'W	3018	14:03	RMT
		60°43'S 56°03'W	3999	15:00	MS/RO
107		60°52'S 56°02'W	715	16:49	XBT
108		61°00'S 55°59'W	320	17:34	RMT
		61°00'S 56°01'W	762	18:22	MS/RO
				18:22	PLA
				18:51	MS/RO
109		61°07'S 56°01'W	141	19:43	XBT
110		61°14'S 55°59'W	146	20:37	RMT
		61°15'S 56°01'W	168	21:20	MS/RO
111	06.11	61°22'S 56°02'W	327	22:21	XBT
112		61°29'S 56°02'W	230	23:11	RMT
		61°29'S 56°05'W	304	00:00	MS/RO
113		61°31'S 56°03'W	382	00:37	GEO
114		61°47'S 55°56'W	1050	09:00	RMT
		61°46'S 55°56'W	847	09:52	MS/RO
				09:54	PLA
115		61°53'S 56°02'W	1588	11:23	XBT
116		62°00'S 56°00'W	1956	12:07	MS/RO
		61°59'S 55°53'W	2088	13:05	GKG
	06.11	62°00'S 55°59'W	2162	14:42	RMT
117		62°30'S 55°58'W	260	18:50	RMT
		62°30'S 56°00'W	341	19:38	MS/RO
				19:38	PLA
118		62°50'S 56°00'W	303	22:00	RMT
		62°52'S 56°01'W	394	22:52	MS/RO
			420	23:12	BK
119		62°51'S 56°08'W	207	00:25	BG
		63°23'S 57°00'W	280	16:35	BG
			260	17:01	GKG
	06.11		245	17:16	BG
120		62°40'S 57°16'W	466	23:37	GEO

Stat. No.	Date 1987	Position Start	Depth (m) Start	Time (GMT) Start	Gear
121	07.11.	62°15'S 57°33'W	1976	03:47	GWS
122		61°45'S 57°53'W	310	13:16	GEO
		61°44'S 57°54'W	307	13:39	GKG
123		61°17'S 58°15'W	2456	17:28	GEO
124	08.11.	60°20'S 58°55'W	3654	00:01	GEO
125		63°00'S 57°00'W	74	16:33	GEO
126	11.11.	60°20'S 58°54'W	3338	09:17	RMT
		60°18'S 58°54'W	3541	10:08	MS/RO
			3541	10:08	PLA
		60°20'S 58°54'W		11:39	GEO
			3608	11:46	MS/RO
		60°20'S 58°53'W	3709	12:15	GKG
127		61°17'S 58°11'W	2474	18:48	GKG
		61°17'S 58°08'W	2369	20:08	MS/RO
				20:08	PLA
		61°17'S 58°07'W	2395	20:56	RMT
128	12.11.	60°49'S 58°38'W	4485	09:00	RMT
		60°47'S 58°37'W	4468	10:15	MS/RO
				10:15	PLA
				11:03	GKG
129		62°05'S 57°36'W	2160	21:14	RMT
		62°05'S 57°39'W	344	22:06	MS/RO
				22:06	PLA
			300	22:37	GKG
			280	22:53	BG
130	13.11.	62°15'S 57°34'W	1981	09:00	GKG
		62°15'S 57°33'W	1978	10:23	MS/RO
		62°15'S 57°34'W	1974	11:03	PLA
		62°14'S 57°35'W	1974	12:03	SL
		62°14'S 57°36'W	1971	13:20	RMT
131		62°39'S 57°14'W	561	21:16	RMT
		62°41'S 57°16'W	450	22:03	MS/RO
132	14.11.	62°59'S 56°57'W	78	00:20	RMT
		63°00'S 56°59'W	71	00:59	MS/RO
			68	01:17	GKG
133		63°15'S 56°51'W	137	12:22	GKG
			139	12:34	BG
		63°14'S 56°51'W	140	13:05	MS/RO
				13:06	PLA
				13:22	RMT
134		63°11'S 58°47'W	107	19:23	RMT
			96	19:54	MS/RO
135		62°59'S 58°56'W	524	21:40	RMT
		62°57'S 58°55'W	652	22:38	MS/RO
			646	22:49	PLA



Stat. No.	Date 1987	Position Start	Depth (m) Start	Time (GMT) Start	Gear
136	15.11.	62°45'S 59°04'W	1488	00:35	RMT
		62°44'S 59°07'W	1498	01:33	MS/RO
137		62°31'S 59°16'W	776	09:00	RMT
		62°29'S 59°16'W	551	09:58	MS/RO
				10:00	PLA
138	16.11.	62°15'S 58°44'W	178	13:24	BG
139		62°46'S 59°06'W	1463	18:58	MC
			1457	19:47	SL
140		63°26'S 59°18'W	670	00:45	RMT
		63°27'S 59°24'W	717	01:40	MS/RO
141		63°25'S 59°52'W	163	09:00	RMT
		63°26'S 59°55'W	155	09:48	MS/RO
				09:50	PLA
			157	10:15	BG
			162	11:10	BK
		63°24'S 59°56'W	153	12:10	MS/RO
142		63°10'S 60°04'W	821	14:02	RMT
		63°11'S 60°08'W	655	15:01	MS/RO
143		63°00'S 60°10'S	959	16:52	RMT
		63°00'S 60°13'W	964	17:38	MS/RO
		62°59'S 60°13'W	1002	18:23	MC
			1010	19:17	SL
144	17.11.	62°52'S 60°18'W	807	20:33	RMT
		62°49'S 60°19'W	640	21:32	MS/RO
145		62°49'S 60°20'W	569	22:00	GEO
146		63°31'S 60°34'W	691	09:00	RMT
		63°33'S 60°40'W	749	10:08	MS/RO
			756	10:20	PLA
147		63°42'S 61°10'W	98	12:42	RMT
		63°43'S 61°14'W	247	13:22	MS/RO
148		63°36'S 61°13'W	360	14:25	XBT
149		63°30'S 61°11'W	478	15:00	XBT
150		63°25'S 61°11'W	748	15:30	XBT
151		63°20'S 61°11'W	908	16:00	XBT
152		63°15'S 61°08'W	956	16:28	RMT
		63°14'S 61°06'W	1094	17:18	MS/RO
153		63°10'S 61°03'W	864	18:30	XBT
154		63°07'S 61°03'W	1193	18:51	RMT
		63°05'S 61°02'W	804	19:40	MS/RO
155		63°01'S 61°00'W	381	20:20	XBT
156		62°48'S 60°55'W	176	22:05	RMT
		62°46'S 60°54'W	112	22:56	MS/RO
		62°47'S 60°54'W	150	23:16	BG

Stat. No.	Date 1987	Position Start	Depth (m) Start	Time (GMT) Start	Gear
157	18.11.	62°23'S 61°25'W 62°22'S 61°20'W	342 432	09:00 10:00 10:00	RMT MS/RO PLA
			423	10:43	MC
158		62°07'S 61°31'W 62°06'S 61°35'W	2224 2266	13:00 13:58 13:59	RMT MS/RO PLA
159		61°35'S 61°55'W 61°32'S 61°57'W	4169 3769	17:48 18:50	RMT MS/RO
160		61°00'S 62°20'W 61°00'S 62°19'W	3558 3600	23:01 23:54	MS/RO GWS
161	19.11.	61°19'S 63°50'W 61°21'S 63°55'W	3618 3657 3643	09:00 10:00 10:04	RMT MS/RO PLA
162		61°43'S 63°34'W 61°44'S 63°32'W	3482 3549	13:21 14:36 14:36	RMT MS/RO PLA
				15:13	MS/RO
163		62°07'S 63°13'W 62°07'S 63°15'W	4449 4375 4405	18:03 19:00 19:33	RMT MS/RO MC
164	20.11.	62°36'S 62°45'W 62°37'S 62°47'W	439 435	00:52 01:56	RMT MS/RO
165		62°44'S 62°21'W	544 542	09:20 09:43	MS/RO PLA
166		62°49'S 62°14'W	630	10:45	XBT
167		62°51'S 62°13'W	738	11:02	XBT
168		62°53'S 62°11'W	770	11:26	XBT
169		63°01'S 62°05'W 63°04'S 62°05'W	820 899	13:00 14:08	RMT MS/RO
170		63°07'S 61°57'W	856	15:05	XBT
171		63°09'S 61°48'W 63°11'S 61°50'W	1258 1125	15:37 16:26	RMT MS/RO
172		63°18'S 61°34'W	1301	18:27	MS/RO
173		63°23'S 61°28'W 63°24'S 61°26'W	1048 1045	19:47 20:34	RMT MS/RO
174		63°31'S 61°22'W 63°33'S 61°23'W	751 713	21:50 22:41	RMT MS/RO
175	21.11.	63°58'S 61°41'W 64°00'S 61°41'W	1198 1213	09:00 09:54 09:54	RMT MS/RO PLA
176		63°52'S 61°49'W 63°50'S 61°52'W	125 203	12:14 12:53	RMT MS/RO

Stat. No.	Date 1987	Position Start	Depth (m) Start	Time (GMT) Start	Gear
177		63°42'S 61°58'W	521	14:17	RMT
		63°39'S 62°02'W	455	15:25	MS/RO
178		63°31'S 62°12'W	159	17:34	MS/RO
			138	17:48	RMT
179		63°12'S 62°32'W	273	21:28	MS/RO
180	22.11.	63°18'S 63°41'W	293	08:59	RMT
		63°16'S 63°44'W	339	09:52	MS/RO
				10:00	PLA
			334	10:24	MC
181		63°36'S 63°30'W	413	13:02	RMT
		63°38'S 63°29'W	403	14:16	MS/RO
182		63°51'S 63°15'W	528	16:14	RMT
		63°53'S 63°13'W	486	17:10	MS/RO
183		64°08'S 63°05'W	479	19:17	RMT
		64°11'S 63°04'W	411	20:13	MS/RO
				20:35	MC
184	23.11.	64°47'S 65°10'W	707	14:02	GEO
185	28.11.	65°13'S 64°07'W	422	11:36	GWS
			410	12:30	GKG
			418	12:53	BG
186	30.11.	66°45'S 69°04'W	226	12:12	GWS
			227	12:38	GKG
			225	12:59	MC
			225	13:18	MS/RO
			225	13:19	PLA
		66°49'S 69°10'W	230	14:30	RMT
		66°48'S 69°07'W	209	15:19	BG
		66°45'S 69°03'W	224	16:55	MS/RO
187		66°42'S 69°29'W	388	19:01	EIS
188	01.12.	63°01'S 66°31'W	3355	15:37	RMT
		62°59'S 66°29'W	3359	16:31	MS/RO
189		63°18'S 66°14'W	3328	19:40	RMT
		63°20'S 66°13'W	3360	20:32	MS/RO
			3360	20:34	PLA
190	02.12.	63°43'S 65°42'W	1350	00:00	RMT
		63°45'S 65°38'W	424	01:00	MS/RO
191		64°05'S 65°17'W	517	09:00	RMT
		64°06'S 65°15'W	527	09:46	MS/RO
			528	09:49	PLA
			530	10:20	MC
192		64°28'S 64°47'W	422	13:08	RMT
		64°30'S 64°44'W	611	14:06	MS/RO

Stat. No.	Date 1987	Position Start	Depth (m) Start	Time (GMT) Start	Gear
193		65°23'S 66°29'W 65°22'S 66°27'W	435 486 486	19:55 20:45 20:45	RMT MS/RO PLA
194	03.12.	65°22'S 66°26'W 65°04'S 66°58'W 65°04'S 66°59'W	471 207 212 214	21:16 00:19 00:37 00:51	GKG GKG MS/RO RMT
195		64°49'S 67°38'W 64°47'S 67°38'W	316 353	09:00 09:48	RMT MS/RO
				09:50	PLA
196		64°47'S 67°37'W	357	10:18	GKG
197		64°36'S 68°01'W	820	12:21	GKG
198		64°36'S 68°02'W	1210	13:17	GKG
199		64°36'S 68°03'W	1970	14:15	GKG
		64°28'S 68°17'W	2855 2861 2853 2853	16:29 18:10 19:20 19:20	GKG SL MS/RO PLA
200		64°27'S 68°18'W 64°13'S 68°53'W 64°11'S 68°56'W	2849 3208 3244 3247	20:03 23:18 23:58 00:34	RMT RMT MS/RO GKG
	04.12.			02:20	SL
201		64°11'S 68°57'W 63°35'S 69°36'W 63°55'S 69°32'W 63°55'S 69°30'W 63°54'S 69°30'W 63°53'S 69°30'W	3275 3500 3471 3472 3471 3470 3470	09:00 11:57 14:50 16:11 17:36 17:45	GWS GKG SL MC MS/RO PLA
		63°53'S 69°29'W	3469 3462	18:11 18:19	MS/RO RMT
202	05.12.	65°18'S 69°01'W	386	02:00	RMT
		65°20'S 69°00'W	377	02:49	MS/RO
203		65°33'S 71°05'W	3171	09:00	RMT
		65°33'S 71°10'W	3100	09:58	MS/RO
204		65°52'S 70°24'W	2848	13:37	RMT
		65°54'S 70°21'W	380	14:25	MS/RO
205		66°15'S 69°16'W	400	18:01	RMT
		66°16'S 69°11'W	428	18:59	MS/RO
206		65°45'S 68°16'W	459	22:26	RMT
		65°44'S 68°13'W	422 462	23:22 23:47	MS/RO MC
207	07.12	62°47'S 60°50'W 62°50'S 60°54'W	173 146	11:58 13:18	BG BK

Stat. No.	Date 1987	Position Start		Depth (m) Start	Time (GMT) Start	Gear
208	08.12.	63°06'S	61°54'W	1164	21:20	RMT
209		62°59'S	60°27'W	532	07:00	GEO
210		62°40'S	59°30'W	1404	15:20	GEO
211	09.12.	62°58'S	60°26'W	389	20:50	GEO
212		62°23'S	57°58'W	1974	09:12	GWS
				2009	11:12	MC
	11.12.	62°22'S	57°58'W	1978	12:10	RMT
213		62°17'S	58°43'W	473	21:41	GEO
214		62°00'S	56°00'W	2199	19:14	GWS
		61°59'S	56°00'W	2200	21:12	MC
				2188	22:26	SL
215	12.12.	61°14'S	54°54'W	98	11:36	BG
216	13.12.	61°13'S	54°54'W	65	13:20	BG
217		61°13'S	54°23'W	580	20:01	RMT
218		61°00'S	55°03'W	186	09:05	GSN
		61°00'S	55°13'W	213	10:41	MS/RO
219		61°01'S	55°15'W	205	11:26	GSN
	14.12.	60°57'S	55°10'W	401	13:05	MS/RO
220		60°59'S	55°08'W	251	14:05	GSN
		60°55'S	55°12'W	375	15:55	MS/RO
221		60°58'S	55°05'W	328	17:32	GSN
		60°56'S	55°15'W	353	19:09	MS/RO
222		60°56'S	55°30'W	93	20:10	GSN
		60°57'S	55°35'W	73	21:31	MS/RO
223		60°52'S	55°24'W	334	09:07	GSN
		60°51'S	55°34'W	299	10:36	MS/RO
224		60°51'S	55°34'W	253	11:15	GSN
		60°53'S	55°28'W	242	12:49	MS/RO
225		60°52'S	55°26'W	373	13:10	GSN
		60°50'S	55°38'W	398	14:48	MS/RO
226		60°51'S	55°45'W	255	16:10	GSN
		60°55'S	55°47'W	238	17:40	MS/RO
227	15.12.	60°54'S	55°40'W	143	18:19	GSN
		60°53'S	55°33'W	184	19:42	MS/RO
228		61°01'S	55°15'W	214	09:05	GSN
		60°57'S	55°10'W	230	10:31	MS/RO
229		61°00'S	55°15'W	240	12:22	GSN
	16.12.	60°58'S	55°09'W	210	13:56	MS/RO
230		61°03'S	54°43'W	379	15:30	GSN
		61°02'S	54°48'W	499	17:22	MS/RO
231		61°03'S	54°45'W	331	17:52	GSN
		61°03'S	54°36'W	365	19:24	MS/RO
232		61°15'S	55°40'W	102	09:02	GSN
		61°12'S	55°42'W	90	10:15	MS/RO

Stat. No.	Date 1987	Position Start	Depth (m) Start	Time (GMT) Start	Gear
233		61°17'S 55°56'W	236	11:20	GSN
		61°17'S 56°04'W	267	12:43	MS/RO
234		61°20'S 56°05'W	339	13:22	GSN
		61°22'S 56°12'W	269	14:49	MS/RO
235		61°15'S 56°04'W	185	16:07	GSN
		61°12'S 56°06'W	223	17:24	MS/RO
236		61°11'S 56°12'W	463	18:15	GSN
		61°07'S 56°10'W	356	19:40	MS/RO
237		61°07'S 56°10'W	360	19:59	GEO
238	17.12.	60°20'S 58°55'W	3622	09:39	GKG
239		60°19'S 58°58'W	3405	13:08	GEO

#### Abkürzungen / Abbreviations

BG	Backengreifer / Grab sampler
BK	Baumkurre / Beam trawl
EIS	Eisstation / Ice station
GEO	Geophysik / Geophysics
GKG	Großkastengreifer / Large bottom sampler
GSN	Grundschleppnetz / Bottom trawl
GWS	Großwasserschöpfer / Large water sampler
MC	Multiple corer
MS/RO	Multisonde / Rosette
PLA	Plankton Netz / Plankton net
RMT	Rectangular Midwater Trawl (1+8)
SL	Schwerelot / Gravity core sampler
XBT	Expendable bathythermograph

### 3. Fahrtabschnitt ANT-VI/3 (Ushuaia - Kapstadt)

#### 3.1 Zusammenfassung und Fahrtverlauf (D.K. Fütterer)

Das Programm des dritten Fahrtabschnittes der Expedition ANT-VI mit FS "Polarstern" war sehr umfangreich. Es umfaßte ein sehr komplexes wissenschaftliches, in seinen Schwerpunkten geowissenschaftliches, und logistisches Programm auf See wie an verschiedenen Stellen auf dem antarktischen Kontinent (Abb. 9).

Die Versorgung der Georg-von-Neumayer-Station wurde in einer aufwendigen Meereisentladung in den ersten Januartagen durchgeführt. Gleichzeitig wurden die verschiedenen Arbeitsgruppen des Sommerprogramms an der Neumayer-Station und die Mitglieder der geologischen deutsch-österreichisch-schwedischen (SWEDARP) Expedition in die Heimfrontfjella (Kottasberge) mit ihrer umfangreichen Ausrüstung an Land gesetzt.

Neben den notwendigen technischen Arbeiten an der Station und ihren Einrichtungen bestand das Sommerprogramm in der Umgebung der Georg-von-Neumayer-Station, an dem 14 Wissenschaftler und Techniker teilnahmen, aus

- der Durchführung glazialgeodätischer Messungen auf dem Ekström Schelfeis zur Eisdynamik und zum Massenhaushalt von Schelfeisen,
- der Durchführung spurenstoffchemischer Messungen an Luft- und Schneeproben,
- reflexionsseismischen Untersuchungen zum Krustenaufbau auf einem Profil von der Neumayer-Station in Richtung der Kottasberge.

Die zwölf Teilnehmer der Expedition in die Heimfrontfjella verließen mit ihren Kettenfahrzeugen die Neumayer-Station am 6. Januar und kehrten am 22. Februar nach 48 Tagen, in denen insgesamt eine Strecke von 2500 km zurückgelegt worden war, mit umfangreichen wissenschaftlichem Probenmaterial zurück. Teil dieses Unternehmens war die Errichtung der schwedischen Sommerstation SWEA (im Rahmen von SWEDARP = Swedish Antarctic Research Programme) in der Sivorgfjella. Die containerisierte Station ist mit einer automatisch registrierenden und übertragenden Wetterstation ausgerüstet.

Eine der Hauptaufgaben des Expeditionsabschnittes ANT-VI/3 war die Durchführung einer geologischen Expedition in die Berge der Shackleton Range im Übergangsbereich der Ost- und Westantarktis.

Die Expedition GEISHA (Geologische Expedition in die Shackleton Range) wurde als gemeinschaftliche Unternehmung des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung (AWI), der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) sowie verschiedener, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderter, Hochschulwissenschaftler in der Zeit vom 5. Januar bis 20. Februar 1988 durchgeführt. Die Versorgung in den Bergen der Shackleton Range erfolgte durch die Polarflugzeuge "Polar-2" und "Polar-4" des Alfred-Wegener-Instituts, die von einem Basislager nahe der britischen Station Halley aus operierten und in dieser Saison fast ausschließlich für dieses Projekt zur Verfügung standen. In den Bergen wurden die Geologen bei

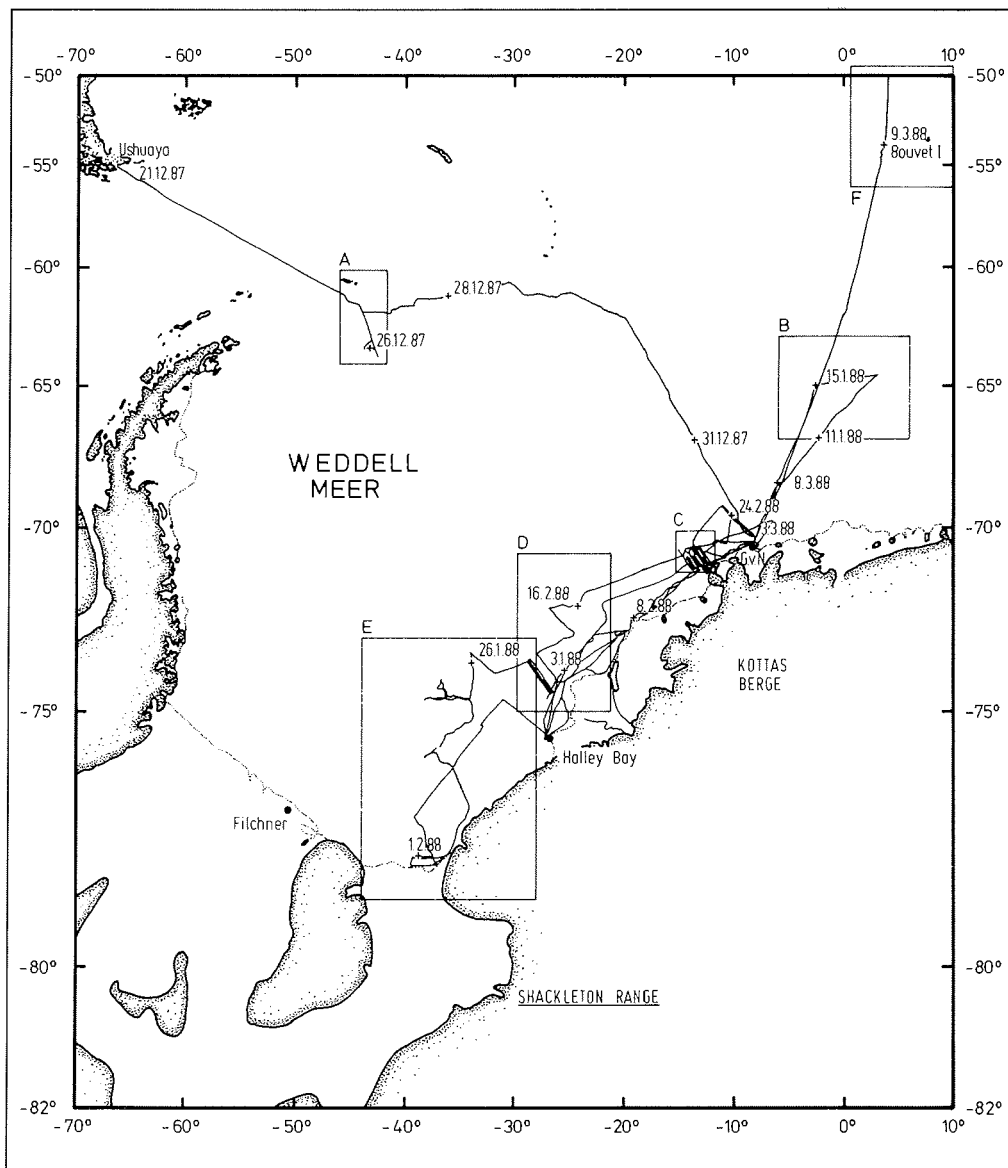


Abb. 9: Fahrtroute und marin-geologische Arbeitsgebiete von FS "Polarstern" während des Fahrtabschnittes ANT-VI/3. A = Gebiet South Orkney, B = Gebiet Queen Maud Rise, C = Gebiet Wegener-Canyon, D = Gebiet "Deutschland Canyon", E = Gebiet Filchner Rinne, F = Gebiet Antarktische Konvergenz - Agulhas Becken.

Fig. 9 : Cruise track of RV "Polarstern" during Leg ANT-VI/3 and major areas of surveying and sampling.



den Feldarbeiten und beim Umsetzen der Feldlager durch zwei von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe angemietete Hubschrauber vom Typ BO-105 sehr wirkungsvoll unterstützt.

Parallel zu den Arbeiten an Land wurde von FS "Polarstern" ein ebenfalls sehr umfangreiches, marin-geowissenschaftliches und biologisches Forschungsprogramm besonders im südlichen und östlichen Weddellmeer durchgeführt. Schwerpunkte waren dabei die sedimentologische Probennahme im Bereich der Antarktischen Konvergenz am Atlantik-Indik-Rücken, am Queen Maud Rise, am antarktischen Kontinentalrand des South Orkney Plateaus und in der Filchner Rinne sowie die bathymetrische Vermessung des Wegener Canyon vor Kapp Norvegia und des Neumayer Canyon vor der Atka Bucht und weiter die großräumig-regionale, profilierende Sedimentkartierung mit einem niederfrequenten Echolotsystem. Untersuchungen des Zoobenthos wurden auf dem Schelf vor Kapp Norvegia, nördlich Halley und in der Vahsel Bucht und Filchner Rinne durchgeführt.

Die besonders in den südlichen Arbeitsgebieten auf dem Festland, in der Heimefrontfjella und der Shackleton Range, sehr guten Wetterbedingungen sowie die ungewöhnlich günstigen Eisverhältnisse im südlichen Weddellmeer und in der Vahsel Bucht förderten den zügigen Fortschritt der Geländearbeiten sehr, so daß für alle Teilprogramme umfangreiches Proben- und Datenmaterial in relativ kurzer Zeit gesammelt werden konnte.

Insgesamt waren an den verschiedenen wissenschaftlichen Programmen der Expedition ANT-VI/3 einschließlich der Überwinterungsmannschaften und des Flugpersonals für die Flugzeuge und die Helikopter 84 Wissenschaftler und Techniker aus 17 deutschen (70 Personen) und 7 ausländischen (14 Personen) Institutionen beteiligt.

Am 21. Dezember 1987 um 18 Uhr Ortszeit lichtete FS "Polarstern" die Anker und verließ mit 64 wissenschaftlichen Fahrtteilnehmern und 44 Besatzungsmitgliedern an Bord die Reede von Ushuaia, Argentinien. Die Fahrt durch den engen Beagle Kanal zum offenen Atlantik bot bei guten Witterungsbedingungen einen landschaftlichen Leckerbissen. Die Überfahrt durch die Drakestraße zu den Süd-Shetland-Inseln erfolgte, begünstigt durch ruhiges Wetter und Sonnenschein, rasch und ohne Probleme.

Bei 58°30'S wurde am 23.12. mit den profilierenden Messungen mit dem Fächersonar SEABEAM und dem niederfrequenten Echolot-System (3,5 kHz) begonnen. Beide Systeme waren bis kurz vor Einlaufen in Kapstadt auf allen Fahrtstrecken permanent (SEABEAM nur in Wassertiefen >500 m) und weitgehend störungsfrei in Betrieb. Das gleichzeitig ausgesteckte Magnetometer/Gradiometer mußte wegen Fehlfunktion nach umfangreichen Tests und Reparaturen ab Anfang Februar als einfaches Magnetometer im Routinebetrieb gefahren werden.

Am 24.12. wurde das erste Arbeitsgebiet am Kontinentalrand des South Orkney Plateau erreicht. Während der Erkundungsfahrt für die geologische Probennahme wurde schon bei 62°30'S die Packeisgrenze angetroffen, die in diesem

Jahr noch sehr weit nach Norden reichte. Sechs geologische Stationen wurden an den beiden Weihnachtstagen mit Großkastengreifer und Schwerelot mit gutem Erfolg abgearbeitet. Um Mitternacht am 26.12. lief "Polarstern" von der letzten Probenstation vor South Orkney mit Kurs auf die Georg-von-Neumayer-Station ab. Die nicht sehr günstige Eissituation erzwang ein immer weiteres Ausweichen nach Osten, so daß der ursprüngliche Plan, einige meteorologische ARGOS-Bojen, die während ANT-V/2 auf dem Meereis ausgebracht worden waren, zu bergen, aufgegeben werden mußte.

In zügiger Fahrt durchlief "Polarstern" das überraschend eisfreie zentrale Weddellmeer. Etwa 100 Seemeilen vor der Atka Bucht wurde, wie nach Satellitenbildern erwartet, ein dichter Packeisgürtel mit 8-10/10 Bedeckung angetroffen; die Atka Bucht selbst war noch nicht aufgebrochen und von massivem Meereis bedeckt. Unterstützt durch Erkundungsflüge der Hubschrauber über Packeis und Meereis der Atka Bucht gelangte "Polarstern" problemlos durch die Barriere und lag am 1.1.1988, 00 Uhr am Entladeplatz im Meereis der nord-westlichen Atka Bucht.

Nach dem Ausflagen der 17 km langen Transporttrasse über das teilweise stark verpreßte Meereis und dem Heranführen von Fahrzeugen und Schlitten aus der Neumayer-Station begann am Mittag des Neujahrstages die Entladung der Versorgungsgüter für die Station sowie der Fahrzeuge und Ausrüstung der Sommergäste und der Kottas-Expedition. Für einige Stunden mußten die Ladearbeiten unterbrochen werden, da "Polarstern" aus Sicherheitsgründen an einen Platz tiefer im Eis der Atka Bucht verholen mußte. Trotz des zeitweilig schlechten Wetters mit bis zu 40 Knoten Wind, verlief die Entladeaktion dank des vollen Einsatzes der Überwinterer und aller Expeditionsteilnehmer sehr zügig und konnte am Mittag des 3.1.88 abgeschlossen werden.

Nachdem alle Lastschlitten und Fahrzeuge das Meereis verlassen hatten, begann am Nachmittag des 3.1. "Polarstern" sich aus dem Eis freizubrechen und verließ die Atka Bucht mit Kurs auf die britische Station Halley. Die geplanten Profilmfahrten (SEABEAM und Magnetik) fielen dem dichten Packeis zum Opfer. Im offenen Wasser der sehr schmalen Küstenpolynya lief das Schiff zum Schelf vor Kapp Norvegia, wo am Morgen des 4.1. eine Sedimentfallen-Verankerung (KN-1) bei guten Witterungsbedingungen und 4-6/10 Eisbedeckung rasch und problemlos ausgebracht wurde. Diese Verankerung wurde am 27.2. wieder aufgenommen, die Sedimentfallen neu programmiert und als neue Verankerung (KN-2) am 29.2. für den Zeitraum eines ganzen Jahres an der gleichen Position wieder ausgebracht.

Die britische Station Halley, von der die geologische Expedition in die Shackleton Range ausgehen sollte, wurde am Nachmittag des 5.1. erreicht. Die Entladung der Expeditionsausrüstung, der Geräte und Einrichtung für das bei Halley zu errichtende Basislager für den Flugbetrieb mit den beiden Polarflugzeugen "Polar-2" und "Polar-4" sowie der ca. 650 Faß Treibstoff für die Flugzeuge, Hubschrauber und Schneefahrzeuge gestaltete sich äußerst schwierig. Die Ladestelle an der Schelfeiskante im Mobster Creek war tief und unregelmäßig bis auf eine Schiffslänge der steilen Rampe ausgebrochen. Nur mit Hilfe der Kräne von RRS "Bransfield", die zur Unterstützung von Bauarbeiten an

der britischen Station noch vor Halley lag, konnte das schwere Gerät für das Basislager der Shackleton Expedition von den Luken gelöscht werden.

Später aufkommende stärkere Dünung ließ für die beiden längsseits liegenden Schiffe Probleme befürchten. In der Nacht vom 6. zum 7.1. wurden daher in einer raschen Aktion die letzten Fässer Treibstoff gelöscht, um für ein sofortiges Ablegen vorbereitet zu sein.

Am Vormittag des 7.1. wurde das Basislager GEISHA neben der britischen Station Halley aufgebaut. Am frühen Nachmittag verließen Wissenschaftler, Hubschrauber - und Flugteam mit ihrer Ausrüstung "Polarstern" und bezogen das Lager. Nach einem kleinen Empfang durch den Kapitän des RRS "Bransfield" verließ "Polarstern" am Nachmittag des 7.1. Mobster Creek mit Kurs Richtung Georg-von-Neumayer-Station.

Vor dem Drescher Inlet wurde am 8.1. eine Teststation mit dem mobilen Unterwasser-Fernsehsystem SPRINT erfolgreich durchgeführt und eine ozeanographische Verankerung (AWI-201-2), die während ANT-V/4 im Februar 1987 ausgebracht worden war, problemlos geborgen. Robben und Kaiserpinguine im Drescher Inlet wurden vom Hubschrauber aus gezählt, die Drescher Station kurz besucht und auf ihren Zustand inspiziert. Die drei Stationscontainer sind bis zum Dach in festem Schnee, der teilweise vereist ist, eingeweht; die dem Wind zugewandte Seite eines Containers scheint eingedrückt zu sein.

Am 9.1. wurde im Untersuchungsgebiet vor Kapp Norvegia die erste biologische Station zur Untersuchung des Zoobenthos auf dem Schelf abgearbeitet. Es war geplant, auf allen biologischen Stationen routinemäßig Agassiz Trawl, Unterwasser-Fernsehsystem SPRINT und den neuentwickelten Mehrfach-Kastengreifer einzusetzen. Letzterer kam hier zu seinem ersten und gleich erfolgreichen Einsatz, der zudem ohne Probleme verlief. Das SPRINT-System war, trotz des erfolgreichen Tests, wegen neuer elektronischer Probleme nicht klar. Es machte auch im weiteren Expeditionsverlauf große Mühe, eine einwandfreie Funktion zu erreichen.

An der Atka Bucht vorbei ging es vom 9.1. - 11.1. auf geologischer Profilfahrt mit dem Fächersonar SEABEAM und niederfrequentem Sedimentecholot zum Queen Maud Rise (64-66°S, 3°W-4°E). Dieses Gebiet wurde vom 11.-13.1. auf sechs geologischen Stationen mit Großkastengreifer, Multicorer und Kolbenlot beprobt. Hohe Dünung beeinträchtigte zeitweise die Arbeiten und führte zu Fehlversuchen beim Geräteeinsatz.

Am 14.1. wurde bei 64°55,1'S, 02°32,1'W die Sedimentfallen-Jahresverankerung WS-2 mit zwei Sedimentfallen aufgenommen. An der gleichen Position wurden ein CTD-Profil durch die Wassersäule bis zum Boden und eine geologische Station mit Kolbenlot und Großkastengreifer gefahren sowie eine neue Sedimentfallenverankerung (WS-3) ausgebracht. Sie soll im nächsten Jahr während des Abschnittes EPOS-3 von "Polarstern" wieder aufgenommen werden.

Auf dem Rückweg zur Atka Bucht wurden am 15.1. und 16.1. zwei weitere geologische Stationen in der Tiefsee gefahren. Die Atka Bucht wurde am 17.1. kurz angelaufen, um mit einem Hubschrauberflug zur Neumayer-Station dringend benötigte elektronische Ersatzteile auszutauschen. In der Zwischenzeit war eine weitere ozeanographische Verankerung (AWI-202-1) vor der Atka Bucht in 4/10 Treibeisbedeckung erfolgreich geborgen worden.

"Polarstern" lief weiter nach SW und erreichte noch am Abend des 17.1. das biologische Untersuchungsgebiet vor Kapp Norvegia. Eine biologische Station konnte nur unvollständig abgearbeitet werden, da das SPRINT-System unklar war. Am folgenden 18.1. wurden im Bereich des Wegener Canyon zwei weitere geologische Kernstationen abgearbeitet und die Gesteinsdredge zur Beprobung der Steilwände im Canyon eingesetzt. Ein Haker mit Bruch des Zugseiles direkt an der Kettendredge führte leider zu einem Fehlversuch, doch konnte das Gerät am Fangseil geborgen werden.

Auf einer weiteren biologischen Station am 19.1. arbeitete das SPRINT-System korrekt und lieferte endlich die erwarteten Videobilder vom Meeresboden. Auf der gleichen Station mußte jedoch das Agassiz Trawl den mächtigen Geröllen Tribut zollen und kam nahezu völlig zerstört an Deck. Der Schaden wurde jedoch im Laufe der nächsten Tage mit Hilfe der Maschine und ausgemusterter Kolbenlotrohre rasch behoben.

Die schwierige Eislage mit 4-8/10 Bedeckung in den geplanten Untersuchungsgebieten vor der Atka Bucht (Neumayer Canyon) und Kapp Norvegia (Wegener Canyon) behinderte besonders die Durchführung der Profilmfahrten für die beabsichtigte bathymetrische Vermessung der Canyons mit dem Fächer-sonar SEABEAM. Es wurde daher beschlossen, zunächst in der offenen Polynya nördlich Halley zu arbeiten und später weiter nach Südwesten in das nach Satellitenaufnahmen eisfreie Gebiet der Filchner Rinne und der Vahsel Bucht zu gehen. Die Canyon-Vermessung sollte dann im Februar nachgeholt werden.

"Polarstern" lief daher am 20.1. von Kapp Norvegia durch die immer noch äußerst schmale Küstenpolynya nach Halley, gerade noch rechtzeitig, um einem Orkantief, das sich für die nächsten Tage im östlichen Weddellmeer festsetzte und der Georg-von-Neumayer-Station schwer zu schaffen machte, zu entgehen.

Vom 21. - 24.1. wurden dann im Bereich des vermutlich nicht existierenden "Deutschland Canyon" am Kontinentalrand nördlich Halley in einem abgestimmten Programm biologische Stationen auf dem Schelf und geologische Probenstationen im Tiefwasser sowie über Nacht Profile zur SEABEAM-Vermessungen und Sedimentechographie gefahren. Begünstigt wurde der Fortschritt der Arbeiten hier durch das konstant ruhige, teilweise sonnige Wetter.

Das GEISHA-Lager bei Halley wurde mit dem Hubschrauber zweimal am 21.1. und 22.1. kurz besucht, um neben Informationen besonders einige wichtige Ersatzteile für die Hubschrauber in den Bergen der Shackleton Range auszutauschen.

In der Nacht vom 24. zum 25.1. lief "Polarstern" weiter nach Westen zum nördlichen Ende der Filchner Rinne. Im Gebiet von 74°75'S und 32°38'W sollte ein weiteres, kombiniertes biologisches und geologisches Beprobungsprogramm durchgeführt werden.

Der Packeisrand wurde, wie aufgrund von Satellitenaufnahmen erwartet, schon bei 34°W angetroffen. Die dichte und noch weitgehend massive Eisbedeckung ließ bei meist schlechter Sicht mit Nebel und Schneeschauern "Polarstern" nur mit Mühe bis auf 38°W vordringen. 11 geologische und 4 biologische Stationen wurden in diesem Gebiet abgearbeitet; die Eislage erlaubte auf einigen Stationen nicht den Einsatz aller Geräte.

Am 29.1. lief "Polarstern" nach Süden zum Schelf vor der Luitpold Coast (77°S, 34°W) und weiter zur Vahsel Bucht und in das Abbruchgebiet der Filchner Eisineln, wo sich in diesem Jahr eine mehr als 40 Seemeilen breite Polynya geöffnet hatte. Bei herrlichem Sonnenwetter wurde auf Profalfahrt am 30.1. die neue Schelfeiskante bis auf 39°34'W vermessen. Der neue südlichste Punkt des Weddellmeeres ließ sich bei 78°21'S, 37°33'W feststellen. Vom 31.1. bis zum 2.2. wurde in diesem Gebiet der südlichen Filchner Rinne auf einem gemeinschaftlichen Netz von 7 Stationen intensiv für die Benthosstudien der Biologie und Sedimentologie gearbeitet. Wind bis 20 Knoten und Temperaturen von minus 13 Grad boten trotz der Sonne keine idealen Verhältnisse auf dem Arbeitsdeck.

Mit dem Hubschrauber wurde die neue Schelfeiskante am 1.2. weiter nach Westen bis nach Berkner Island abgeflogen und vermessen. Bis nach 42°W zeigte sich vor der Eiskante eine schmale Polynya, dann folgte ein chaotisch verpreßtes Meereisgebiet, das von zahllosen Eisbergen durchsetzt war. Es ist kaum vorstellbar, daß sich in den nächsten Jahren hier eine nach Westen durchlaufende Polynya öffnet, die eine Passage zur Filchner Sommerstation ermöglichen würde.

Ein weiterer Hubschrauberflug am 2.2. entlang der Nordkante der Eisineln nach Westen mußte auf halber Strecke wegen aufziehender Nebelwolken abgebrochen werden. Bis zum Umkehrpunkt bei 43°W war eine ausgedehnte Polynya vorhanden. Auch die zur Verfügung stehenden Satellitenbilder ließen durchgehend offenes Wasser nach Westen bis in die Küstenpolynya und damit eine Zufahrtsmöglichkeit zur Filchner-Sommerstation erkennen.

Am Abend des 2.2. verließ "Polarstern" das Gebiet der Vahsel Bucht und der Eisineln und lief mit nordöstlichem Kurs zurück nach Halley. Unterwegs wurden weitere drei biologische bzw. sedimentologische Probenstationen bearbeitet.

In Halley wurden am 4.2. unter wieder nicht einfachen Verhältnissen an der Eiskante in Mobster Creek weitere 80 Faß JetA-1 für das Flugdepot bei Halley über eine Schlauchleitung an Land gegeben. Wegen des kritischen Zustandes der Ladestelle in Mobster Creek wurde die Schelfeiskante östlich Halley mit dem Hubschrauber intensiv nach einer Alternativlösung für eine Rückladestelle für die GEISHA-Expeditionsausrüstung Ende Februar abgesucht. Vier Kilometer

östlich Mobster Creek fand sich in Windy Creek eine geeignete, ähnliche Ladekante wie im Filchner Schelfeis. Eine vom GEISHA-Lager später durchgeführte Landerkundung verstärkte den Eindruck, daß hier eine von "Polarstern" gut nutzbare und einigermaßen spaltenfreie Ladestelle gefunden war.

Am Spätnachmittag des 4.2. verließ "Polarstern" Halley mit Kurs auf Kapp Norvegia. Der eineinhalb-tägige Transit, während dessen das Schiff im Gebiet des Drescher Inlets und am Kap der Tränen nochmals auf schwierige Eisverhältnisse mit 8-10/10 Bedeckung stieß, wurde zu einer Schelfeiskanten-Vermessung mit dem Schiffsradar genutzt.

Vom 6.2. bis zum 12.2. wurden im eisfreien Wasser vor Kapp Norvegia schwerpunktmäßig SEABEAM-Vermessungen im Wegener Canyon bei vorwiegend schwachwindigem, nahezu idealem Wetter durchgeführt. Unterbrochen wurden die Profilmfahrten täglich von biologischen Stationen auf dem Schelf, auf denen routinemäßig das Agassiz Trawl, Mehrfachgreifer und Unterwasserfernsehsystem SPRINT zum Einsatz kamen. Am 8.2. wurde ein weiterer Zug mit der Gesteinsdredge an einer Steilstufe im Wegener Canyon mit sehr gutem Erfolg durchgeführt.

Am Mittwoch, dem 10.2., folgte "Polarstern" einer Einladung zum Besuch der russischen Sommerstation "Drushnaja-3" bei Norselbukta. Starke Dünung verhinderte ein Längsseitsgehen an der Eiskante vor der Station, so daß der Besucheraustausch zwischen Station und Schiff bei strahlendem Sonnenschein mit dem Hubschrauber abgewickelt werden mußte. Es gab die übliche, herzliche und gastfreundschaftliche Begrüßung. Diese Kontakte konnten später bei einem kleinen Empfang für die russischen Kollegen im Blauen Salon auf "Polarstern" intensiviert werden.

Am Freitag, 12.2., lief "Polarstern" kurzfristig den Ice Rise bei der Georg-von-Neumayer-Station an, um mit einigen Hubschrauber-Lastflügen die Station mit dringend benötigtem Benzin zu versorgen. Die anschließend begonnene bathymetrische Vermessung des Neumayer Canyons vor der Atka Bucht mußte schon am folgenden Tag abgebrochen werden. Die ersten Geologen der Shackleton-Gruppe hatten ihre Arbeiten in den Bergen abgeschlossen und warteten nun im GEISHA-Basislager auf die Rückkunft der "Polarstern". Mit Profilmahrt für SEABEAM, Sedimentecholot und Magnetik sowie geologischer Stationsarbeit im Tiefwasser arbeitete sich das Schiff in den folgenden Tagen Richtung Südwesten nach Halley. Dabei wurde in der Nacht vom 14./15.2. bei 71°72'S und 24°27'W wieder dichtes Treibeis mit 4-8/10 Bedeckung angetroffen, so daß das geschleppte Magnetometer wieder eingeholt werden mußte.

Zwei Dredgezüge mit der Gesteinsdredge im Wegener Canyon am Sonntag, 14.2., brachten die Gewißheit, daß die Steilstufe, die bei 3100 m den gesamten Wegener Canyon begleitet, lithologisch einheitlich aus tuffitischen Sandsteinen und Tonsteinen aufgebaut wird und eine stratigraphische Einheit darstellt.

Am Nachmittag des 17.2. erreichte "Polarstern" Halley. Noch am Abend wurde dann die inzwischen vollständig aus den Shackleton Bergen zum GEISHA-

Basislager zurückgekehrte Geologengruppe wieder an Bord "Polarstern" übernommen. Während das Schiff am folgenden Tag mit dem Unterwasserfernsehsystem SPINT über acht Stunden eine biologische Dauerstation auf dem Schelf vor Halley abarbeitete, wurde das Basislager abgebaut und die Expeditionsausrüstung für die Rückladung gepackt und vorbereitet.

Die Rückladung am 19. und 20.2. gestaltete sich dann doch sehr viel schwieriger als erwartet. Die Situation an der vorgesehenen Ladestelle im Windy Creek hatte sich gegen alle Erwartungen noch weiter verschlechtert. Die Eiskante war in den vergangenen Tagen weiter abgebrochen und die Höhe der Ladekante dadurch weiter erhöht worden. Alle Versuche, mit den Bugkränen die Ladung auf der Eiskante zu greifen, blieben erfolglos, da bei ca. 16-17 m Eiskantenhöhe zu wenig freie Höhe unter den Haken verblieb, um die auf Schlitten stehenden Ausrüstungscontainer zu greifen. Ein Versuch mit dem achterlichen Kran zeigte, daß dies die einzige verbleibende Möglichkeit war, die Rückladung der Ausrüstung durchzuführen.

Als Staufläche blieb nur das Arbeitsdeck, was bedeutete, daß das weitere marine Forschungsprogramm im Bereich Halley nicht mehr durchgeführt werden konnte, sondern zum Um- und Entladen direkt zur Neumayer-Station gegangen werden mußte.

Unter schwierigen Bedingungen - das Eis an der Kante wies offene Spalten und frische Risse auf und erforderte eine dauernde Beobachtung, zudem mußte das Schiff allein mit der Maschine dicht an der 16-17 m hohen Eiswand gehalten werden - wurden am Nachmittag des 19.2. die ersten Lasten auf "Polarstern" übernommen. Ohne Zwischenfall wurde bis zum späten Abend geladen. Für die Nacht ging das Schiff ins offene Wasser zurück. Die weiteren Ladearbeiten am Morgen des 20.2. wurden weiter erschwert durch eine immer stärker aufkommende Dünung. Die Erleichterung an Bord war groß, als am Samstag Mittag die letzte Hieve ohne Zwischenfall an Bord ging und "Polarstern" von der Eiskante ins freie Wasser verholen konnte.

Um "Polarstern" bei den immer schwieriger werdenden Verhältnissen an der Eiskante nicht unnötig zu gefährden, wurde entschieden, keine Flüssiglading in Fässern und keine Leerfässer vom Eis zurückzuübernehmen. Es wurden daher bei Mobster Creek ein Depot mit 150 Leerfässern (JetA-1) und bei Windy Creek ein Depot mit 167 Leerfässern (JetA-1, Benzin) und 85 vollen Fässern (Arktik Diesel, Kerosin) eingerichtet und ausgeflaggt. Das zurückgelassene Material soll nach Möglichkeit in der folgenden Saison 1988/89 geborgen werden.

Der anschließende Nachmittag des 20.2. wurde genutzt, um Wissenschaft und Besatzung einen Besuch der britischen Station Halley zu ermöglichen. Im Gegenzug wurde die 18-köpfige Überwinterungsmannschaft zu einem informellen Empfang im Blauen Salon und zu einer Schiffsbesichtigung mit dem Helikopter an Bord geflogen. Am Abend verließ "Polarstern" Halley und lief auf Profifahrt mit nordöstlichem Kurs Richtung Georg-von-Neumayer-Station ab.

Die Ladestelle an der Eiskante in der Atka Bucht wurde nach ausgesprochen ruhiger Reise am 23.2. morgens um 8.30 Uhr erreicht. Fahrzeuge, Schlitten und Wohncontainer wurden bei rasch zunehmendem Wind zügig an Land gegeben. Gerade noch rechtzeitig konnte sich "Polarstern" bei inzwischen 35 Knoten auflandigem Wind von der Eiskante lösen und ins freie Wasser der Atka Bucht verholen. Die ersten drei Geologen der Kottasgruppe wurden noch mit Helikopter aufs Schiff übernommen, um die Neumayer-Station von überzähligen Sommergästen zu entlasten.

Am Mittag des 23.2. verließ "Polarstern" bei weiter zunehmendem Wind die Atka Bucht, um zunächst bathymetrische Vermessungsarbeiten im Bereich des Neumayer Canyon durchzuführen. Der starke Wind, verbunden mit hoher Dünung, ließ das Schiff auf den Profilmfahrten nur langsam vorankommen. Auf den zwischengeschalteten geologischen Probenstationen mußte der Einsatz des Schwerelotes wegen seegangsbedingter Schwierigkeiten, der Kran am Arbeitsdeck konnte aus Sicherheitsgründen nicht mehr gefahren werden, gelegentlich ausfallen.

Das starke Absinken der Temperatur auf -8 Grad und der weiterhin sehr starke Wind brachten am 26.2. weitere Probleme. Die kräftig überkommende Gischt überzog "Polarstern" bald mit einem rasch dicker werdenden Eispanzer. Dennoch wurde die Arbeit nicht unterbrochen, sondern sehr erfolgreich mit Agassiz Trawl und Greifern weiter beprobt. Auf Kursen gegen den Wind mußte jedoch die Fahrt weiter reduziert werden.

Bei völlig veränderten Wetterbedingungen mit Sonnenschein und Windstille am 27.2. wurde vor Kapp Norvegia die am 4.1. ausgebrachte Sedimentfallenverankerung KN-1 problemlos geborgen. Anschließend wurden auf dem Schelf vor Narselbukta die letzten biologischen Einsätze gefahren und besonders mit dem Agassiz Trawl sehr erfolgreich abgeschlossen. Bei weiterhin gutem Wetter wurden an den nächsten beiden Tagen mehrere Gesteinsdredgen an verschiedenen Steilstufen im Wegener Canyon mit gutem Erfolg gefahren und am 29.2. eine Sedimentfallenverankerung (KN-2) für die Dauer von einem Jahr vor Kapp Norvegia ausgebracht; sie soll im nächsten Jahr während des Fahrtabschnittes EPOS-III von "Polarstern" wieder aufgenommen werden.

Am gleichen Abend verließ "Polarstern" die Gegend des Wegener Canyon vor Kapp Norvegia mit Generalkurs Neumayer-Station. Auf dem Weg dorthin wurden noch zwei geologische Stationen abgearbeitet bis das Schiff am Morgen des 2.3. in der Atka Bucht auftauchte. Bei stark auffrischendem Wind wurde hier am frühen Morgen vergeblich versucht, eine alte Verankerung (Atka-A) mit einem Gezeitenpegel und zwei Strommessern mittels Dredgen doch noch aufnehmen zu können.

Starkwind mit bis zu 40-45 Knoten verhinderte im weiteren Tagesverlauf den Beginn der Rückladegeschäfte an der Eiskante in der Atka Bucht. Die Neumayer-Station hatte wegen starker Drift zudem am Morgen die Rampe schließen müssen. Wegen des starken Windes konnte auch die geplante Übersiedlung der Sommergäste von der Georg-von-Neumayer-Station auf die "Polarstern" nicht mit den Hubschraubern durchgeführt werden. Das Schiff



verholte deshalb in das offene Wasser am Nordwestende der Atka Bucht, um dort die vom Bordmeteorologen prognostizierte Wetterbesserung abzuwarten.

Bei strahlendem Sonnenschein versuchte "Polarstern" am Morgen des 3.3. an die Ladestelle an der Schelfeiskante in der Atka Bucht heranzugehen. Dieser Versuch mußte jedoch zunächst aufgegeben werden, da der Sturm des vergangenen Tages einen mächtigen Packeisgürtel in der südöstlichen Atka Bucht zusammengetrieben hatte, der zusammen mit gewaltigen Schollen von mehrjährigem Meereis eine fast undurchdringliche Barriere bildete. Die unübersichtlichen Eisverhältnisse in der Atka Bucht wurden weiter erschwert durch eine in diesem Jahr besonders große Konzentration von Eisbergen; mehr als 40 große Eisberge lagen oder bewegten sich in der Atka Bucht.

Eine später durchgeführte Eisaufklärung mit dem Hubschrauber zeigte, daß sich mit ablaufendem Wasser vor der Ladestelle ein eisfreies Gebiet bildete, in das "Polarstern" ohne Schwierigkeiten hineingehen konnte. Die Ladearbeiten begannen zügig, mußten dann aber mittags aus Sicherheitsgründen abgebrochen werden, als mit auflaufendem Wasser Packeis und Eisberge rasch auf die Schelfeiskante zudrückten.

Um die Ladearbeiten trotz dieser Unterbrechung doch in dem geplanten Zeitraum (2.3. - 4./5.3.) durchführen zu können, wurde mit dem nächsten Gezeitenzyklus von 21 Uhr bis 01 Uhr nachts weiter geladen. Gute Fortschritte machten die Ladearbeiten auch am Vormittag des 4.3., bis rasch zunehmender Wind von 30-35 Knoten "Polarstern" zwang, die Eiskante zu verlassen.

Starkwind verhinderte auch eine Wiederaufnahme der Ladearbeiten in der Nacht. Genutzt wurde der Abend durch eine gelungene improvisierte Grillparty auf dem Arbeitsdeck und im Geräteraum als vorausgenommene Abschiedsfeier für die Überwinterer. Am Morgen des 5.3. ging "Polarstern" erneut an die Eiskante und konnte in einer zügigen Operation die gesamte restliche Rückfracht der Neumayer-Station übernehmen. Mittags um 13 Uhr nahm das Schiff Abschied von den zurückbleibenden Überwinterern, legte von der Eiskante ab und verließ mit nördlichem Kurs Richtung Kapstadt die Atka Bucht.

Nach unruhiger Fahrt durch ein Sturmtief mit 7-9 Windstärken wurden am Montag, 7.3., bei 62°30'S, 00°00'W und unruhiger See auf dem Transit nach Bouvet zwei ozeanographische Driftbojen (für D. Martinson, Lamont-Doherty-Geological Observatory) ausgesetzt und zur Eichung der Sonden sowie der Identifikation der Sprungschicht eine Smart-CTD bis 200 m Wassertiefe gefahren.

Um das geologische Beprobungsprogramm nördlich Bouvet Island nicht zu gefährden, mußte auf die Aufnahme der ozeanographischen Verankerung WEDDELL-W, die während ANT-V/4 im März 1987 bei 60°30'S, 02°31'E ausgebracht worden war, verzichtet werden. Die unvermeidliche abendliche Ankunft an der Verankerungsposition hätte wegen des frühen Einbruchs der Dunkelheit eine Wartezeit von 12 Stunden bis zur Aufnahme im Tageslicht des nächsten Morgens erfordert; bei dem noch ausstehenden umfangreichen Stati-

onsprogramm wäre hierdurch ein nicht vertretbar hoher Zeitverlust für das Gesamtprogramm entstanden.

Bei nur sehr mäßig gutem Wetter mit 6-8 Windstärken, in Böen sogar bis 9, starker Dünung und Schneetreiben lief "Polarstern" weiter nach Norden und passierte in der Nacht zum 8.3. bei etwa 59°40'S, 00°40'E eine immer noch arbeitende im Vorjahr während des Abschnittes ANT-V/2 ausgesetzte meteorologische ARGOS-Boje. Wegen Dunkelheit und rauher See wurde jedoch von jedem Ortungs- und Bergungsversuch abgesehen.

Am frühen Morgen des 9.3. wurde die erste geologische Beprobungsstation knapp südlich Bouvet Island erreicht, die trotz der schwierigen Witterungsverhältnisse rasch und erfolgreich mit Kastengreifer und Schwerelot abgearbeitet wurde. Die Aufnahme einer deutsch-norwegischen ozeanographischen Verankerung fünf Seemeilen südlich Bouvet (BOUVET-B, 54°32'S, 03°20'E) wurde durch extrem schlechte Sichtverhältnisse von zeitweise weniger als 200 m stark behindert und erforderte von "Polarstern" ein mehrstündiges Abwarten besserer Bedingungen.

Ähnlich schwierig gestaltete sich unter diesen Wetterverhältnissen am gleichen Tage das Absetzen einer Automatischen Wetterstation (AWS) für das Norsk Polar Institut auf Bouvet Island. "Polarstern" ging in einer Entfernung von zwei Seemeilen vor Bouvet auf Warteposition, um bessere Wind- und Wetterverhältnisse abzuwarten; bei der herrschenden schlechten Sicht war die Insel bis auf einige Klippen im Vorstrandbereich selbst aus dieser geringen Entfernung nicht zu erkennen. Eine kurzfristige Besserung der Sichtverhältnisse am Spätnachmittag wurde rasch genutzt, die Wetterstation noch vor Einbruch der Dunkelheit mit dem Helikopter auf die Insel zu fliegen und aufzustellen. Dabei zeigte sich, daß die alten norwegischen Wetterhütten inzwischen alle mit dem raschen Kliffabbruch vernichtet worden sind.

An den folgenden Tagen (10.3.-12.3.) wurden zwischen 54°S und 50°S weitere sechs sedimentgeologische Probenstationen mit Kastengreifer, Schwere- und/oder Kolbenlot bei inzwischen stark verbesserten Witterungsverhältnissen erfolgreich abgearbeitet. Mit diesem Profilschnitt über den Schwankungsbereich der Antarktischen Konvergenz soll die räumliche Verlagerung der Konvergenz im Wechsel der quartären Warm- und Kaltzeiten rekonstruiert werden.

Für die Untersuchungen zum Partikelfluß durch die Wassersäule in hohen Breiten wurde im Verlauf des 12.3. bei 50°09'S, 05°46'E knapp südlich der Antarktischen Konvergenz eine während ANT-V/4 im Januar 1987 ausgebrachte Jahres-Sedimentfallenverankerung (PF-1), bestückt mit einer HDW-Sedimentfalle und zwei Strommessern, erfolgreich geborgen. Leider hatte der Vorschub des zeitgesteuerten Probentellers der Sedimentfalle nur unvollständig gearbeitet, so daß keine komplette Probenserie vom abgelaufenen Jahr gewonnen werden konnte. Auf der gleichen Position, in einer Wassertiefe von etwa 3800 Metern, wurde am Mittag des gleichen Tages bei rasch bis auf 45 Knoten aufbrisenden Winden erneut eine Verankerung für ein Jahr mit zwei HDW-Sedimentfallen und zwei Strommessern über die Heckslippe ausgebracht. Die Wiederaufnahme der Verankerung soll während des Fahrtabschnittes EPOS-III

1989 erfolgen. Die Aufnahme eines CTD-Profiles bis zum Bodenwasser vervollständigte die Arbeit für das Verankerungsprogramm.

Mit dem Einsatz von Großkastengreifer und Kolbenlot, ebenfalls auf dieser Verankerungsposition, wurde am Nachmittag des 12.3. bei inzwischen schon hochgehender See das geologische Beprobungsprogramm der Expedition ANT-VI/3 abgeschlossen. Mit Profilfahrt für die bathymetrische und Sedimentkartierung verließ "Polarstern" diese Position am Abend mit Kurs auf Kapstadt.

Die Antarktische Konvergenz (Polarfront) wurde am 13.3. bei 48°30'S angetroffen. Am Mittag des 16.3., einen Tag vor dem Einlaufen in Kapstadt, wurden die profilierenden Systeme (SEABEAM, 3,5 kHz-Echolot und Magnetik) abgeschaltet und damit die wissenschaftlichen Untersuchungen auf diesem Fahrtabschnitt ANT-VI/3 beendet.

Nach 88 Tagen auf See und 13300 zurückgelegten Seemeilen machte FS "Polarstern" nach einer wissenschaftlich überaus erfolgreichen Forschungsreise am 17. März um 9.00 Uhr morgens im Hafen von Kapstadt fest.

Herrn Kapitän Lothar Suhrmeyer sowie der Besatzung des FS "Polarstern" gilt höchstes Lob und Dank für ihren tatkräftigen Einsatz und ständige Unterstützung bei den nicht immer einfachen Wünschen und Arbeiten der Wissenschaftler an Bord wie an Land. Besonders bei den teilweise äußerst schwierigen logistischen Aktionen zur Versorgung und Entsorgung der Landgruppen konnte die Wissenschaft immer auf den vollen Einsatz und Kooperation von Schiffsführung und Mannschaft bauen.

Besonderer Dank geht aber auch an die eingeschifften Wissenschaftler, Techniker und die Überwinterungsmannschaften, die bei den zahlreichen Versorgungsaktionen mit teilweise hohem persönlichen Einsatz zum Gelingen der vielfältigen Unternehmungen der Expedition ANT-VI/3 beigetragen haben.

### 3.2 Wetterablauf und Tätigkeit der Bordwetterwarte (E. Roed)

Bei achterlichen Winden um 6 Bft war die Querung der Drake Passage unerwartet friedlich. Der erste Kontakt mit dem antarktischen Kontinent wurde hingegen von einem kalten Oststurm mit Stärke 8-10 Bft begleitet. Schon am 3. Januar war dieser stürmische Auftakt vorbei. Ihm folgte eine sieben Wochen anhaltende schwachwindige Periode, verursacht durch ein recht stabiles Omega-Hoch mit Schwerpunkt über dem Weddellmeer. Auch katabatische Winde bzw. kleine subsynoptische Wirbel im Lee der Eiskante brachten kaum mehr als kurzdauernde Windstärken von 6-7 Bft. Dem erwähnten Hoch verdankte auch die Expedition in die Shackleton Range das überwiegend gute Wetter, während die Expedition in die Kottas Berge in wesentlich stärkerem Maße von den Fronten der im Norden vorbeiziehenden Depressionen behindert wurde.

Lee-Effekten ist auch der quasi-permanente, küstenparallele wolkenfreie Streifen zuzuschreiben, der auf dem Streckenabschnitt zwischen Halley Bay und Belgrano häufig rund um die Uhr strahlenden Sonnenschein zuließ.

Erst am 23. Februar erfaßte ein Tief, das von der Antarktischen Halbinsel herangezogen war, "Polarstern" wiederum in der Atka-Bucht mit seinem Starkwindfeld und leitete überwiegend zyklonales Regime ein.

Das letztmalige Anlegen in der Atka Bucht wurde am 4. März durch eine überraschende Entwicklung gestört. Schon zwei Tage lang hatte sich ein kleines Lee-Tief westlich von Halley Bay festgesetzt, ohne nennenswerte Aktivität zu zeigen. Dann aber bewegte es sich plötzlich nach Nordosten und mußte sich unbemerkt (auf "Polarstern" wurde keine Druckänderung registriert) so vertieft haben, daß die Rückladearbeiten durch den stürmischen Nordostwind um einen Tag verzögert wurden. Im Satellitenbild war dieses Tief nur durch eine subskalige Wolkenspirale angedeutet. Ein optisch hingegen sehr eindrucksvolles Tief, das nördlich der bereits auf Heimatkurs dampfenden "Polarstern" heranzog, ließ den Ostwind kaum in die mittlere Stärke 8 zunehmen. Weitere nachfolgende Tiefs konnten sich ebensowenig stärker entwickeln.

Dreimal wurde das charakteristische Eindrehen der anfangs rein zonal verlaufenden Zyklonenzugbahnen etwa ab 20 Grad West nach Süden hin beobachtet. Andere Depressionen behielten hingegen den ursprünglichen Kurs stetig bei. Irgendwelche Kriterien für das Verhalten der Trajektorien der Tiefzentren konnten nicht abgeleitet werden, doch dürfte deren geographische Breite und somit die Stärke der ausgelösten orographischen Effekte an der Ostküste des Weddellmeeres entscheidend beteiligt sein. Bald nördlich Bouvet Island, das leider durch sehr tiefe Warmfrontbewölkung verhüllt war, wurde "Polarstern" von einem hochreichenden Polarluftausbruch erfaßt, der ein unscheinbares kleines Tief zu einem kräftigen zyklonalen Wirbel werden ließ. In der Höhe fiel die Temperatur um 8 bis 17 Grad, gleichzeitig brach die Tropopause von 12 km bis auf polare 6 km ein. So wie die Drake-Straße zu Beginn der Reise waren jetzt zum Abschluß auch die "Roaring Fourthieth" mit einem sehr richtungs- und intensitätsbeständigen frischen Nordwest besser als ihr Ruf. Wie ruhig diese Sommerreise aber im Durchschnitt war, weist die Wind- und Wellenstatistik aus: An 90% aller Terminbeobachtungen war die Windstärke geringer als 7 Bft, so daß die See in den relativ kurzen Starkwindperioden kaum bis fünf Meter aufbauen konnte.

Täglich wurden zwischen 6 und 21 Uhr sechs Wetterbeobachtungen angestellt und gegen Mittag ein Radiosondenaufstieg gestartet. Die Ergebnisse wurden per Telex weitergeleitet, lieferten aber auch einen wesentlichen Beitrag zur eigenen Analysen- und Beratungstätigkeit. Die Beratung von Schiffsführung und Fahrleitung folgte der gewohnten Routine. Basis dafür waren die selbst angefertigten Bodenkarten zum 6- und 18-Uhr UTC-Termin. Wegen der bekannten Spärlichkeit der anfallenden Meldungen wurden alle während des ganzen Tages einlaufenden Obse unter Berücksichtigung zeitlicher Veränderungen in die Analysen integriert. Zum wesentlichen, oft zum überwiegenden Teil wurde der Entwurf der Bodenkarte auf die Bilder der NOAA- und METEOR-Satelliten gestützt, die im Gegensatz zu anderen Informationen immer ausrei-

chend verfügbar waren. Es konnte so fast immer eine sinnvolle Analyse und darauf basierend eine vertretbare Prognose erarbeitet werden. Von den aufgenommenen Fax-Karten erwiesen sich nur die der russischen Analysenzentrale in Molodezhnaya als brauchbar, waren für die Vorhersage aber nicht ausreichend. Karten anderer Provenienz waren kaum nützlich.

Bei weitgehendem Fehlen von Computerprodukten und Höhenkarten ist die kontinuierliche Überwachung synoptischer Prozesse vor Ort für eine tragfähige Prognose unverzichtbar. Das trifft in erhöhtem Maße für die Beratung der Hubschrauber und Flächenflugzeuge "Polar-2" und "Polar-4" (Do 228) zu. Die Hubschrauber wurden fallweise mit der üblichen Dokumentation versorgt, die im Hinblick auf den beschränkten Aktionsradius eher den Charakter eines z.T. diffizilen Nowcasting hatten. Noch problematischer war die Beratung der fernab operierenden Helikopter in der Shackleton Range und der beiden Do 228, die sich nur auf die Großwetterlage, Satellitenbilder und die vormittäglichen Wettermeldungen der Shackleton- und Kottas-Camps stützen konnten. Die dabei zutage tretenden Unsicherheiten weisen auf große Erfahrungsdefizite hin, die zumindest zeitweise abgebaut werden könnten, um die Vorhersage effizienter zu gestalten. Vor allem müßte die gerade über Eis problematische Interpretation der Satellitenbilder verbessert werden. Bei der niedrigen Eistemperatur und der normalerweise inversionellen vertikalen Temperaturschichtung sind auch die IR-Aufnahmen oft nicht zweifelsfrei zu lesen, die VIS-Bilder geben andererseits keine Auskunft über den Vertikalaufbau der Wolken. Die Möglichkeit, die Graustufen auf dem Monitor mit Falschfarben zu belegen, zeigt sich als wenig hilfreich. Eine fortgeschrittene Bildaufbereitung wäre hier besonders wünschenswert. Auch längere Vergleichsreihen von Satellitenbildern und detaillierten Wolkenbeobachtungen in-situ könnten sehr nützlich sein. Es wäre zu begrüßen, wenn bei ähnlichen Unternehmungen meteorologische Aspekte stärker in die logistische Planung mit einbezogen werden könnten, um hier noch brachliegende Informationsmöglichkeiten zu erschließen. In diesem Zusammenhang soll auf den Wert eigener Augenbeobachtungen vom Flugzeug aus hingewiesen werden, die die Problematik des Fluges über Eis besonders deutlich machen und direkt in die Beratungsqualität einfließen.

### 3.3 Zoobenthos auf dem antarktischen Schelf (D. Gerdes, J. Gutt, M. Klages, H. Klindt)

Die Basis der marin-biologischen Untersuchungen dieses Fahrtabschnittes ist die Dissertation von VOSS (1987), nach der die Bodenfauna des östlichen Weddellmeer-Schelfes in unterschiedliche Gemeinschaften gegliedert werden kann. Außer einer den östlichen Schelf besiedelnden Gemeinschaft werden eine südliche Schelfgemeinschaft und eine südliche Grabengemeinschaft unterschieden.

Hauptziel der biologischen Arbeiten war eine umfassende Bestandserhebung und Dokumentation der Benthosfauna in zwei Gebieten: Vor Kapp Norvegia (östliche Schelfgemeinschaft) und im Bereich des "overflows" nordöstlich von Halley (Vermischungsgebiet von Elementen aus verschiedenen Gemeinschaften).

ten ?). Dabei galt es zu klären, wie charakteristisch und repräsentativ beide Regionen hinsichtlich ihrer Faunenzusammensetzung für den Schelf des Weddellmeeres sind. Quantitative Aspekte, Strukturen von Bodentiergemeinschaften sowie Interaktionen dieser Gemeinschaften auch mit dem Pelagial waren von besonderem Interesse. Im freien Wasser sollte der vertikale Partikelfluß mittels zweier Sedimentfallen abgeschätzt werden. Rekrutierungsfragen wird durch die Ausbringung von Bodengestellen mit Hartsubstraten nachgegangen, die während der nächsten Expedition (EPOS-III) geborgen werden sollen.

In Ergänzung zu den Freilandarbeiten sollten Amphipoden, Echinodermaten und Mollusken im Laborcontainer in Lebendkultur gehalten werden, um Untersuchungen zu Wachstum, Reproduktion, Stoffwechselleistungen und zur Verhaltensbiologie durchzuführen. Als Arbeitsgeräte sollten ein Agassiztrawl, ein von Bord ferngesteuertes Unterwasserkamerasystem und ein neukonzipierter Mehrfachgreifer zum Einsatz kommen.

### 3.3.1 Benthos-Probennahme und erste Ergebnisse (D. Gerdes, M. Klages)

#### Agassiztrawl

Der Agassiztrawl (AGT) wurde in den beschriebenen Untersuchungsgebieten auf 20 Stationen in Tiefenbereichen von 176 bis 826 m eingesetzt (Abb. 10). Vor Kapp Norvegia konnte der AGT 10, im "overflow"-Bereich 4 und ergänzend nördlich Halley sowie im Bereich der Eisinseln je 3mal erfolgreich eingesetzt werden. Im letztgenannten Gebiet wurde damit der südlichste jemals eingesetzte AGT gefahren.

Nachdem eine Unterprobe zur Erfassung eines repräsentativen Querschnitts des Gesamtfanges genommen war, wurden für die Lebendhaltung o.g. systematischen Gruppen direkt nach dem Hol aufsortiert und in einen temperaturkontrollierten Laborcontainer verbracht. Der Gesamtfang wurde anschließend hinsichtlich der Makrofauna bearbeitet. Ziel dabei war, einerseits die Bestandsaufnahme des Makrozoobenthos des Weddellmeeres fortzuführen und andererseits einen detaillierteren Einblick in die Faunenzusammensetzung des Schelfes vor Kapp Norvegia zu erhalten.

Für die Dokumentation der im Weddellmeer verbreiteten systematischen Gruppen wurden von den mit dem AGT gewonnenen dominanten Arten Makrofotografien erstellt. Dabei wurden u.a. 52 Asteroiden- und Ophiuroidenarten, etwa 20 Amphipodenarten und einzelne Arten von Cumaceen, Isopoden, Cirripediern und Natantia fotografiert. Mit dem AGT konnten große Mengen makrozoobenthischer Organismen für taxonomische Arbeiten am AWI und anderen Institutionen gewonnen werden. Durch die Auswahl verschiedener Beprobungsgebiete können nun mehrere Regionen unter verschiedenen Aspekten verglichen werden. Schon der erste an Bord gewonnene Eindruck vermittelt interessante Unterschiede. Dominante Faunenelemente vor Kapp Norvegia sind Schwämme, Bryozoen und

Echinodermaten. Der "overflow"-Bereich hingegen - mit rein terrigenen Sedimenten - unterscheidet sich offenbar deutlich davon; Schämme fehlen hier fast völlig. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, daß der östliche Schelf des Weddellmeeres nicht als eine so homogene Schwamm-Bryozoengemeinschaft aufzufassen ist wie bisher angenommen wurde.

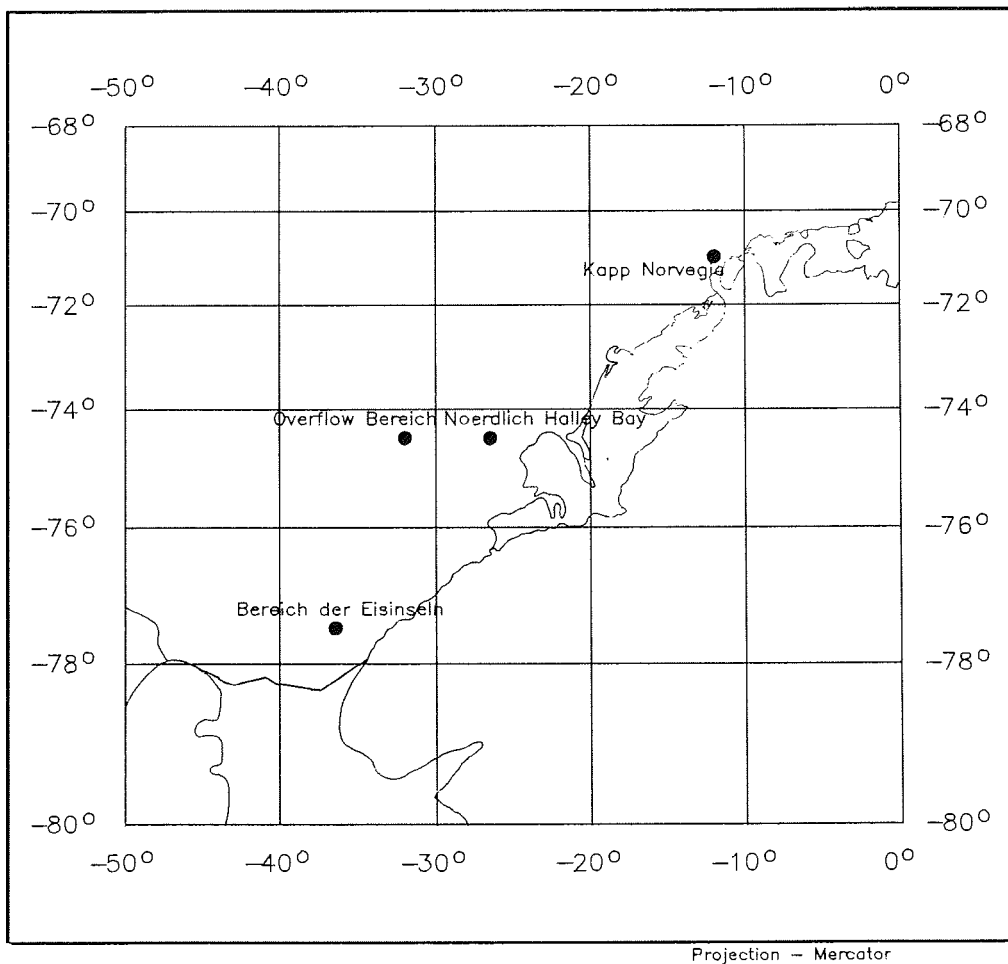


Abb. 10: Untersuchungsgebiete für die Benthos-Probennahme während des Fahrtabschnittes ANT-VI/3.

Fig. 10: Investigation areas for benthos sampling during Leg ANT-VI/3.

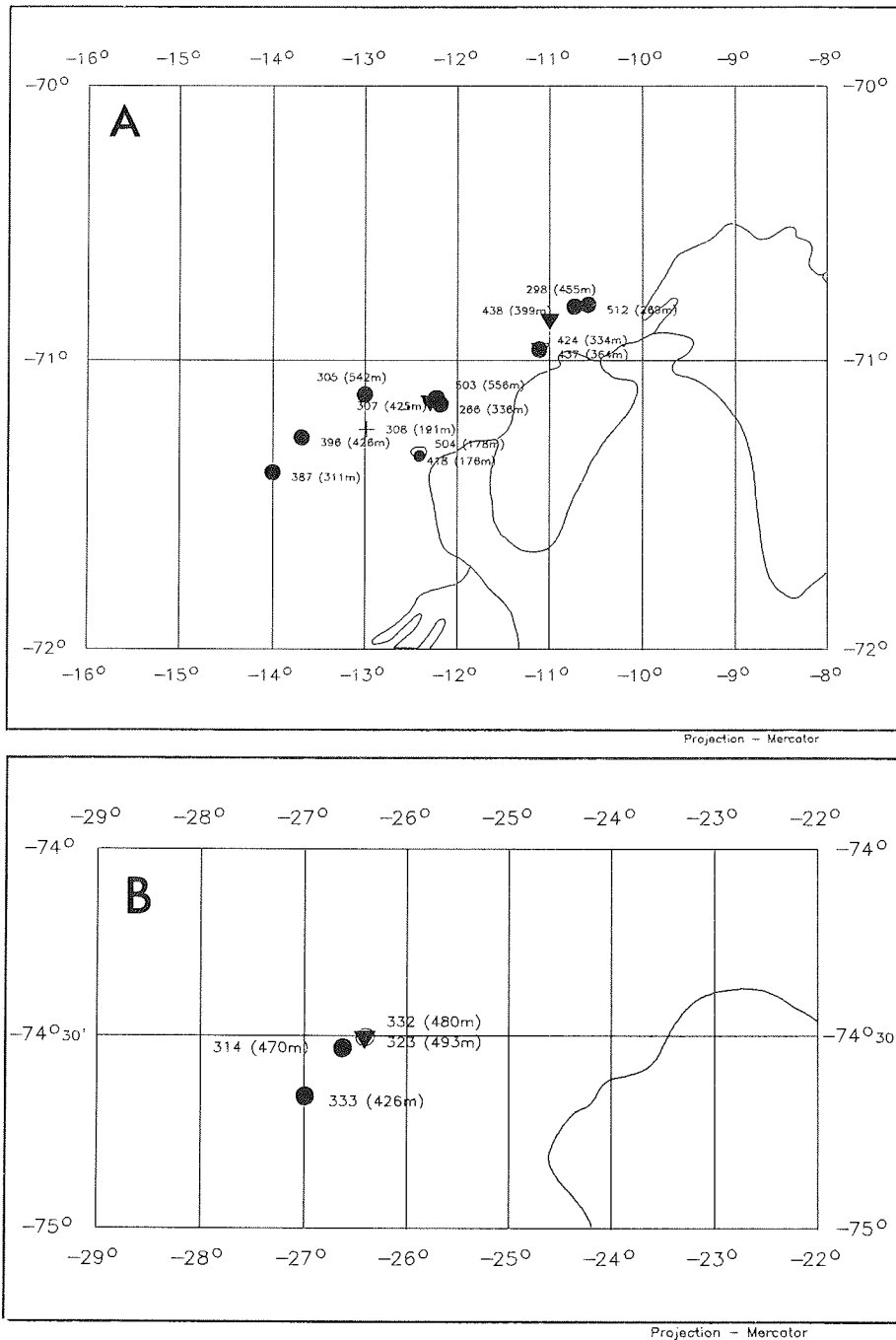


Abb. 11: Stationskarten der Untersuchungsbeite Kapp Norvegia (A) und nördlich Halley (B).

Fig. 11: Station maps of investigation areas Kapp Norvegia (A) and north of Halley (B).



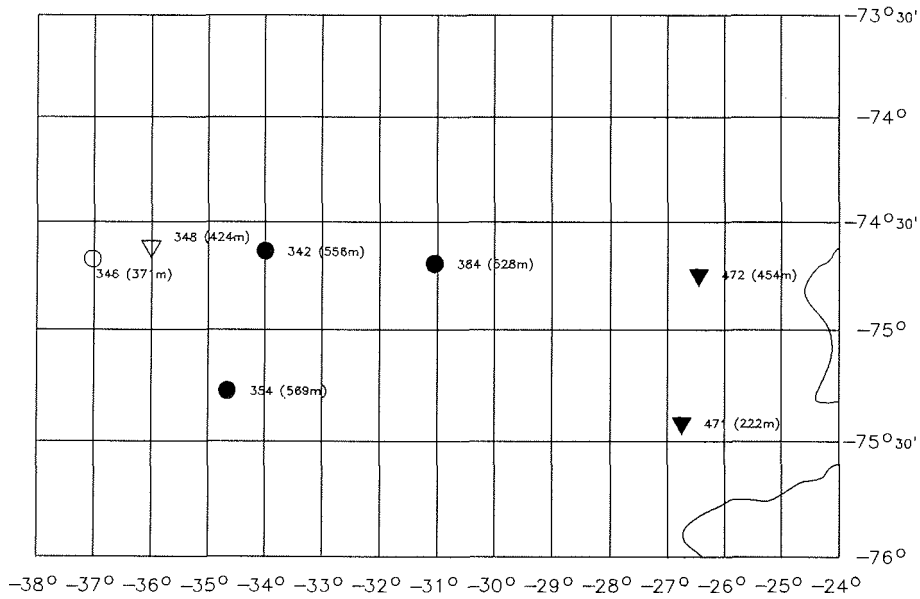


Abb. 12: Stationskarte aus dem "overflow"-Bereich.

Fig. 12: Station map of the "overflow"-area.

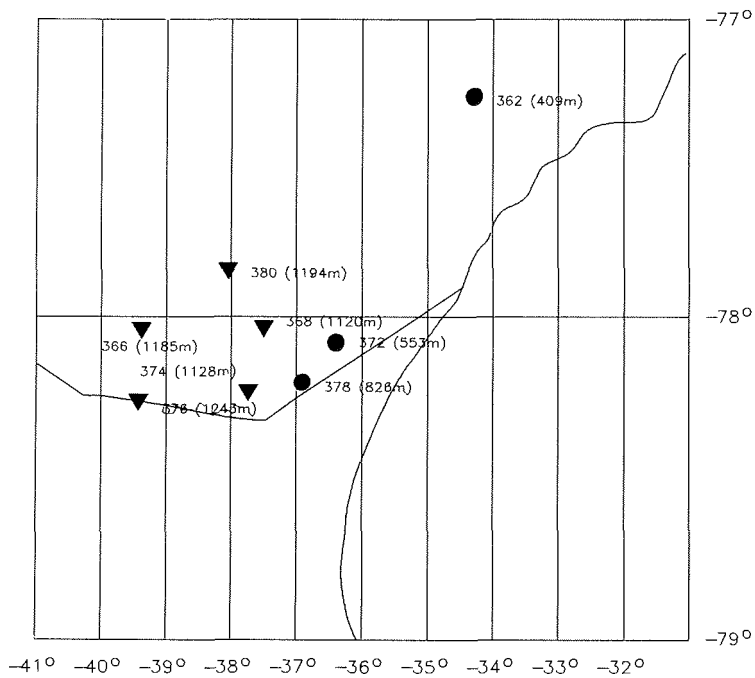


Abb. 13: Stationskarte aus dem Bereich der Eisinseln.

Fig. 13: Station map of the ice island area.

#### Mehrfachgreifer

Auf dem östlichen Weddellmeer-Schelf wurden von Kapp Norvegia bis in das Gebiet der ehemaligen Eisinseln im Südwesten 22 Stationen in Tiefen zwischen 180 und 850 m beprobt. 10 Stationen lagen vor Kapp Norvegia, 6 Stationen im "overflow"-Bereich nordwestlich von Halley, 3 Stationen lagen im Gebiet der 1986 vom Filchner-Schelf abgebrochenen Eisinseln und 3 weitere Stationen am Schelfhang nördlich von Halley (Abb. 10).

Bei einer Gesamtstationszeit von 8 1/2 Stunden (etwa 23 Minuten pro Station) wurden mit dem Mehrfachgreifer (MG) insgesamt 147 Kerne mit Kernlängen zwischen 4 und 42 cm (im Mittel aller Kerne 19,1 cm Eindringtiefe) gewonnen.

Alle Proben wurden über Siebe mit 0,5 mm Maschenweite gespült und in 4%igem Formalin konserviert. Jeweils ein Kern von 20 der beprobten Stationen wurde an Bord einer Sedimentanalyse unterzogen. Nach einem ersten Vergleich von Kernen aus den verschiedenen Untersuchungsgebieten ist der hohe Prozentsatz an sehr kleinen, juvenilen Formen in den Proben auffällig. Insbesondere gilt dies für Polychaeten, Echinodermen (Ophiuroiden mit Scheibendurchmessern < 0,5 mm), Crustaceen und Mollusken. Schwammnadelfilze scheinen dabei ein besonders attraktives Mikrohabitat für diese Formen darzustellen. Ähnlich erscheinen auf der Basis der bisher ausgewerteten Kerne die Abundanzen im "overflow"-Bereich und des östlichen Schelfes bei Kapp Norvegia zu sein - lediglich die Fauna im Bereich der ehemaligen Eisinseln erscheint stark verarmt (Tab. 2). Epibenthische Crustaceen sowie röhrenbewohnende, der Endofauna zugehörige Polychaeten sind möglicherweise auf dem Filchner-Schelf stärker vertreten als auf dem östlichen Schelf; dieses muß durch die weiteren Auswertungen jedoch überprüft werden. Der größte Prozentsatz der aussortierten Organismen ist dem Epibenthos zuzurechnen. Die Infauna rekrutiert sich hauptsächlich aus röhrenbewohnenden Polychaeten und anderen Würmern wie Echiuriden und Sipunculiden.

Insgesamt hat sich der MG sehr bewährt. Die ersten ausgewerteten Proben lassen besonders hinsichtlich der kleinräumigen Verteilung noch interessante Ergebnisse erwarten.

Interaktionen zwischen Pelagial und Benthos, insbesondere dem vertikalen Partikelflux und der Rekrutierung von Bodentierbeständen durch Larvenfälle wurde durch die Ausbringung einer Sedimentfallenverankerung (04.01.1988) und von zwei mit Hartsubstratplatten bestückten Bodengestellen (19.01.1988) nachgegangen. Die Sedimentfallenverankerung wurde am 27.02.1988 auf der Position 71°07,8' Süd und 12°10,8' West aus 640 m Wassertiefe geborgen. Die obere der beiden Fallen (in 240 m Wassertiefe) erbrachte einen kompletten Probensatz, der zeitweise erstaunlich hohe Sedimentationsraten erkennen läßt, während die untere Falle (in 580 m Wassertiefe) nicht ordnungsgemäß funktionierte. Nach Auswechseln der Bänder auf den beiden Strömungsmessern der Verankerung wurde sie mit einer Sedimentfalle und zwei Strömungsmessern erneut an gleicher Position ausgebracht (29.02.1988) und wird Ende Januar 1989 während EPOS-III gemeinsam mit den beiden Bodengestellen geborgen.

Tabelle 2: Abundanzen aus den verschiedenen Untersuchungsgebieten entlang des Weddellmeer-Schelfes auf der Basis des Mehrfachgreifers (MG).

Table 2: Abundance values from different regions along the Weddell Sea Shelf on the basis of MG-cores.

Taxa	Filchner Kern a	Schelf Kern b	östlicher Schelf	Kapp Norvegia		Eisinselsebereich	
				Kern a	Kern b	Kern a	Kern b
Polychaeta	1375	1958	2709	1792	2042	-	-
Vermes sp.	292	208	1250	500	709	84	-
Bivalvia	-	83	125	42	208	-	-
Gastropoda	42	125	-	83	42	-	-
Scaphopoda	-	83	-	-	-	-	-
Amphipoda	125	459	625	208	167	-	42
Cumacea	83	167	1000	42	83	-	-
Isopoda	83	83	125	-	42	-	-
Tanaidacea	-	42	250	42	42	-	-
Ostracoda	-	-	42	42	-	-	-
Crustacea sp.	-	167	-	-	-	-	-
Pantopoda	-	-	-	-	42	-	-
Ophiuroidea	42	125	-	125	292	-	42
Echinoidea	-	42	-	-	-	-	-
Asteroidea	-	-	42	-	-	-	-
Holothuroidea	-	42	-	-	-	-	-
Bryozoa	-	-	-	125	42	-	-
Tunicata	42	42	-	-	-	-	42
Porifera	42	-	-	167	-	-	-
Hemichordata	-	42	-	-	-	-	-
Hydroidea	42	-	-	-	-	-	42
Undet.	42	-	42	-	-	-	-
Summe Ind.*m-2	2210	3668	6210	3168	3711	84	16
Mean Abundanz	2939			3440			

### 3.3.2 Direktbeobachtungen an benthischen Besiedlungsstrukturen (J. Gutt, H. Klindt)

#### Unterwasserfahrzeug "UWE"

Mit dem Unterwasserfahrzeug "UWE" wurden auf dem Schelf des Weddellmeeres in situ Beobachtungen der Bodenfauna durchgeführt. Ziel dieser Untersuchungen ist ein genaues Erfassen von Besiedlungsstrukturen unter quantitativen und qualitativen Gesichtspunkten. Im Rahmen der Auswertung des dabei gewonnenen Filmmaterials wird zu klären sein, welche Formen auf welche Weise miteinander vergesellschaftet sind und welche Lebensformen auf den verschiedenen Stationen in Anzahl und Biomasse vorherrschen. Weiterhin soll eine Analyse der Besiedlungsstrukturen unter den Aspekten von Dichte und kleinräumiger (10-1000 m) Verteilungsmuster erfolgen. Zusätzlich ist die Bindung bestimmter Organismen an abiotische Umweltparameter wie Bodentopografie, kleinskalige Hydrografie und Sedimentbeschaffenheit zu untersuchen.

Bedingt durch die technischen Möglichkeiten des Gerätes bleiben diese Studien auf Individuen begrenzt, die zu der Fauna gehören, die auf dem Sediment lebt (Epifauna) und eine minimale Körpergröße von ca. 1 cm hat.

Der Vergleich weniger ausgewählter Gebiete mit deutlich voneinander verschiedener Besiedlung soll Grundlage für die Beantwortung der Frage sein, wie es zu diesen großräumigen (1-1000 km) qualitativen und quantitativen Unterschieden gekommen ist. Als mögliche Faktoren, die das heutige Bild der Bodenbesiedlung entscheidend geprägt haben, kommen Hydrographie, Sedimentation, Vorkommen geeigneter Nahrung und deren Transport im freien Wasser durch Strömung sowie noch zu ermittelnde Parameter in Frage.

Der Einsatz auf der Dauerstation 472 (8 Stunden) diene dazu herauszufinden, welches die optimale Einsatzdauer unter der genannten Fragestellung ist.

#### Erste Ergebnisse

Das Unterwasserfahrzeug wurde insgesamt 18mal eingesetzt, davon dienten 2 Stationen zu Testzwecken. Die Geamteinsatzdauer betrug 41 Stunden, davon wurden 25 Stunden mit Beobachtungen am Meeresboden verbracht.

Nach einer ersten Sichtung des Filmmaterials kann man feststellen, daß die Stationen auf dem flacheren Schelf (weniger als 300 m tief) dichter besiedelt sind, als tiefere Gebiete. Eine Ausnahme macht dabei die Station 333 (410 m), küstenfern vor Halley. Dort ist ein massenhaftes Vorkommen von Schwämmen zu beobachten. Diesen Organismen fehlt jedoch die sonst häufig anzutreffende epizoische (auf Tieren lebende) Besiedlung. In den flachen Gebieten ist außerdem die Formenvielfalt sehr groß. So gibt es zum Beispiel auf Station 418 (174 m) auf engem Raum verschiedene Arten großer, tonnenförmiger Schwämme, im Sediment lebende Schwämme, von denen nur die ins freie Wasser ragenden Siphone zu sehen sind, und kugelige, gestielte Schwämme mit einem Durchmesser von ca. 4 cm und einer Stiellänge von ungefähr 20 cm. Besonders auffällig ist in den flachen Gebieten die Tendenz von Vertretern bestimmter Tiergruppen, einen um wenige Dezimeter vom Boden abge-

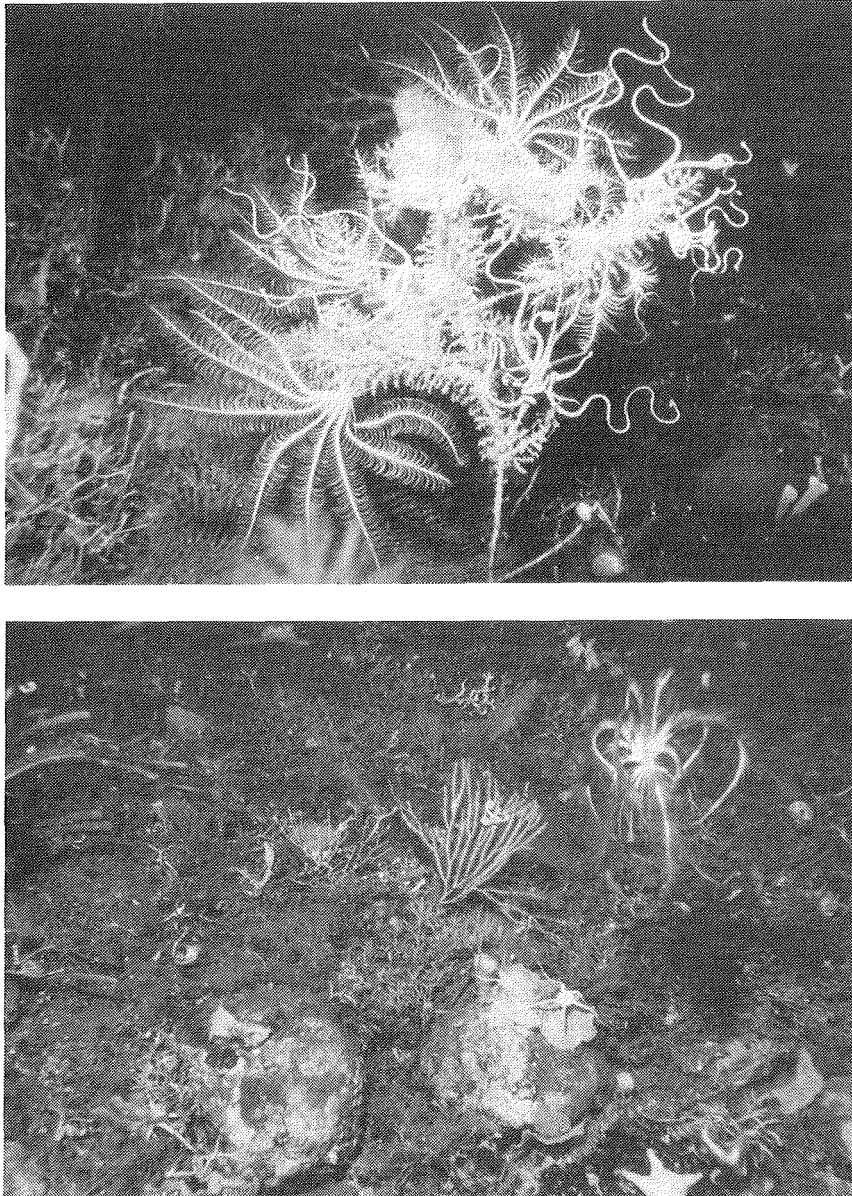


Abb. 14: "UWE"-Station 308. (oben, a) Gorgonarien Kolonie mit epizoischen Seegurken, Haarsternen und Schlangensteinen; (unten, b) Meeresboden bedeckt mit Bryozoen, Hydrozoen und verschiedenen Stachelhäutern.

Fig. 14: "UWE"-station 308. (top, a) gorgonarien stock with epizoid holothurians, crinoids and ophiuroids; (bottom, b) sea floor covered with bryozoans, hydrozoans and different echinoderms.

hohenen Standort, wie z.B. einen Stein oder Schwamm, zu erklimmen. Hierzu gehören Arten aus der Gruppe der Schwämme, Hydrozoen, Anthozoen, Seegurken, Schlangensterne und Haarsterne (vgl. Abb. 14a). Dieses Phänomen ist schon während früherer Expeditionen beobachtet worden und soll jetzt einer genaueren Analyse unterzogen werden. Auf den tieferen Stationen (tiefer als 300 m) bilden meist Stachelhäuter (Echinodermata) die Hauptvertreter der Fauna. Unter ihnen dominieren Haar- und Schlangensterne, gelegentlich auch Seegurken (vgl. Abb. 14b).

Trotz der oben beschriebenen allgemeinen Tendenz eines reichen Lebens auf dem flacheren Schelf und einer reduzierten, andersartigen Formenzusammensetzung auf tieferen Stationen, kann man für ähnliche Tiefenstufen nicht von einheitlicher Besiedlung sprechen. Dies gilt sowohl innerhalb der einzelnen Stationen, als auch im Vergleich mehrerer untereinander. Es scheint z.B. einen Zusammenhang zwischen dichtem, geklumptem Vorkommen großer Schwämme auf wenigen Quadratmetern und einer hügeligen Bodentopografie zu geben. Dieses ist besonders im Bereich Kapp Norvegia (Stationen 387, 438 und 512) zu beobachten. Auf der Station 333, küstenfern vor Halley, wird die dichte Besiedlung mit Schwämmen gelegentlich durch etwa kreisförmige Bereiche (Durchmesser ca. 20 m) unterbrochen. Hier ist nur eine sehr arme Besiedlung mit verschiedenen Röhrenwürmern festzustellen. Auf Station 417, nahe der Schelfeiskante vor Halley, wechseln im Bereich weniger Meter kleine, faustgroße Schwämme und verschiedene Seescheidenkolonien als dominierende Elemente einander ab.

Auf den Stationen 307, 308 und 387 (Kapp Norvegia) sind Gebiete erkennbar, in denen eine sehr spärliche Besiedlung nach einer bestimmten Strecke in eine deutlich dichtere Fauna übergeht oder umgekehrt. Dieses Erscheinungsbild ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß vor einiger Zeit ein Eisberg hier den Meeresboden berührt und benthisches Leben vernichtet hat.

Eine erste grobe Analyse des Dauereinsatzes auf Station 472 ergibt, daß in diesem Gebiet während dieser Station ein Wechsel zwischen zwei von einander verschiedenen Besiedlungsstrukturen nicht erfaßt wurde.

#### Technische Beschreibung und Erfahrungen

Das vollständige Gerät (sprint 103), dessen zentrale Einheit das Unterwasserfahrzeug "UWE" ist, besteht aus folgenden Komponenten: An einer hydraulischen Winde hängt, über ein 530 m langes Mehrleiterkabel verbunden, eine Unterwasserwinde (Käfig). Sie ist über ein 120 m langes Schwimmkabel mit dem Unterwasserfahrzeug (Vehicle) verbunden. Das Fahrzeug hat dasselbe spezifische Gewicht wie Wasser, wird mit 5 Motoren bewegt und kann sich somit bei maximal ausgestreckter Länge des Schwimmkabels mit einem Durchmesser von 240 m um und unter dem Käfig frei bewegen. Es verfügt weiterhin neben komplizierter Steuerelektronik über eine schwarz-weiße Restlichtvideokamera, eine Farbvideokamera und einen Fotoapparat (bis zu 240 Bilder pro Einsatz), der zu Beginn der Expedition leider ausfiel. Zur weiteren Ausrüstung des Vehicles gehören Scheinwerfer, Blitzlichter, Drucksensor und

Kompaß. Die während des Einsatzes aufgenommenen Videobilder gelangen über die Kabel mit einer Reihe von Steuersignalen zur Bordeinheit, werden auf einem Bildschirm on-line wiedergegeben und von einem Recorder aufgezeichnet. Gesteuert werden Fahrzeug und Unterwasserwinde mittels zweier Joysticks und einer Tastatur.

Der Einsatz dieses Geräts in der oben beschriebenen Version (sprint 103) diente auch dazu, herauszufinden, wie das Vehicle gefahren werden muß, um die o.a. Fragestellungen unter den angetroffenen Bedingungen am besten zu beantworten. Bei fast ebener Bodentopografie hat es sich auf den meisten Stationen als die günstigste Strategie herausgestellt, das Gerät als treibendes System einzusetzen. Dabei wird die Drift des Fahrzeuges durch die Schiffsdrift, inklusive des am Kabel hängenden Käfigs, bestimmt. Bei einer Geschwindigkeit zwischen 0,3 und 0,5 kn läßt sich das Vehicle auf diese Weise so steuern, daß bei einem Bodenabstand von 30-40 cm Videobilder entstehen, die unter der genannten Fragestellung bestmögliche Qualität erreichen. Gleichzeitig kann dabei die Forderung nach einer möglichst langen zu beobachtenden Strecke erfüllt werden. Um ein besonders detailliertes und intensives Beobachten der Fauna auf wenigen Quadratmetern zu erreichen, wurden auf zwei Stationen zwei verschiedene Strategien angewandt. Auf Station 418 wurde zeitweise mit Hilfe des Doppler-Logs (bottom track) das Schiff konstant auf einer Stelle positioniert, so daß ein von der Schiffsdrift unabhängiges Fahren mit dem Vehicle möglich wurde. Dies ist jedoch nur bei Wassertiefen flacher als 300 m möglich. Auf Station 308 wurde zweimal mit höherer Geschwindigkeit als der Driftgeschwindigkeit in Driftrichtung unter dem Käfig hindurchgefahren. Damit konnte das Fahrzeug für wenige Minuten konstant auf einer Stelle verharren. Diese beiden Strategien wurden deshalb nur in Ausnahmefällen angewandt, da sie einerseits zeitaufwendig sind und andererseits eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse auf den verschiedenen Stationen gefährden.

#### Fotoschlitten (FOT)

Der Fotoschlitten wurde zunächst auf den Stationen eingesetzt, deren Tiefen für "UWE" unerreichbar waren. Die diesen Einsätzen zugrunde liegenden Fragestellungen sind dieselben wie für "UWE". Ferner diente der Einsatz auf den Stationen 366 bis 380 einer vergleichenden Studie mit Fotomaterial, das während ANT-III/3 (1985) in geringem Abstand von der alten Schelfeiskante zwischen Vahsel Bucht und Gould Bay gewonnen wurde. Damals war das während ANT-VI/3 beprobte Gebiet noch mit Schelfeis bedeckt. Daraus ergibt sich die Fragestellung, welche Formen von benthischer Makrofauna es in Gebieten gibt, die für Jahrzehnte mit Schelfeis bedeckt waren und wie sich diese von vergleichbaren Gebieten unterscheiden.

Der Fotoschlitten wurde 15mal eingesetzt. Die Anzahl der Fotos (Farb-Dias, Mittelformat) pro Station beträgt ca. 70.

Als vorläufiges Ergebnis läßt sich feststellen, daß das Benthos an der alten Schelfeiskante in Tiefen zwischen 500 und 1200 m im Vergleich zum östlichen Weddellmeer-Schelf weniger divers und geringer an Biomasse war. Dominierend waren unterschiedliche Vertreter aus der Gruppe der Stachelhäuter, wie

Tab. 3 Erweiterte Stationsliste von "UWE" und Fotoschlitten (FOT), siehe auch Abb. 10-13.  
Spaltenerläuterung: 1 = Stationsnummer, 2 = Lottiefe im Moment des Aussetzens, 3 = Lottiefe im Moment des an Deckholens, 4 = Position bei Aussetzen in Grad S und Grad West, 5 = Windrichtung, 6 = Windstärke in Beaufort, 7 = Geradlinige Distanz zwischen den Punkten erster und letzter Grundberührung; entspricht ungefähr der am Boden zurückgelegten Strecke, 8 = Geschwindigkeit des Fahrzeuges über Grund errechnet aus Strecke und Zeit zwischen Aussetzen und Einholen, 9 = Driftrichtung, berechnet aus den Positionen beim Aussetzen und Einholen des Gerätes.

Tab. 3: Extended station list of "UWE" und Fotosledge (FOT), see also Figs 10 through 13.

"UWE"

1	2	3	4	5	6	7	8	9
263	582m	625m	72°55,1'	19°28,3'		Test		
284	2116m	2116m	64°31,0'	03°05,9'		Test		
305	553m	523m	71°07,4'	12°59,9'	OzN	3	420m	0,45 183°
307	451m	403m	71°08,6'	12°17,9'	OzN	6-7	416m	0,34 226°
308	194m	198m	71°14,8'	12°59,3'	OzN	6-7	1947m	0,70 198°
314	475m	478m	74°32,5'	26°38,6'	O	4	582m	0,27 32°
332	482m	479m	74°30,2'	26°24,6'	NOzO	5-6	645m	0,30 273°
333	411m	422m	74°39,1'	26°56,0'	NOzO	4	839m	0,36 240°
342	557m	553m	74°39,4'	34°02,9'	SOzS	4	256m	0,69 259°
362	416m	407m	77°14,8'	34°15,9'	SO	1-2	592m	0,27 217°
372	520m	518m	78°05,2'	36°23,1'	Umlfd.		98m	0,08 199°
387	307m	272m	71°22,8'	13°57,4'	SW	3-4	1233m	0,50 171°
418	174m	175m	71°19,4'	12°24,8'	OSO	4	143m	0,05 312°
424	333m	336m	70°57,4'	11°05,7'	Stille		735m	0,48 264°
438	411m	386m	70°51,1'	10°59,5'	SSW	4	1119m	0,46 220°
471	220m	223m	75°25,2'	26°47,2'	O	3	702m	0,17 209°
472	456m	452m	74°44,7'	26°27,4'	SzW	3	4580m	0,33 160°
512	271m	391m	70°47,5'	10°33,8'	SOzS	3	1448m	0,57 239°

Fotoschlitten

1	2	3	4	5	6	7	9
354	558m	557m	75°16,1'	34°38,7'	SW	3	Test
354	564m	569m	75°19,4'	34°47,6'	WSW	3	182m 337°
366	1184m	1185m	78°02,1'	39°23,3'	SSW	3	215m 233°
368	1112m	1126m	78°01,8'	37°30,5'	SzW	2	3087m 114°
372	569m	574m	78°06,3'	36°27,7'	SSO	2	520m 141°
374	1126m	1131m	78°14,1'	37°44,1'	S	4	502m 25°
376	1244m	1242m	78°15,9'	39°25,5'	SzW	4	540m 186°
378	823m	844m	78°12,4'	36°54,6'	SW	4	223m 198°
380	1194m	1194m	77°50,5'	38°02,9'	SSW	5	107m 38°
384	523m	529m	74°40,1'	31°02,2'	SW	3	300m 212°
396	451m	607m	71°17,6'	13°46,8'	Umlfd.		755m 247°
471	223m	221m	75°25,0'	26°45,5'	O	3	270m 231°
503	499m	390m	71°08,5'	12°10,3'	OzN	8	883m 229°
504	178m	190m	71°21,0'	12°23,3'	O	8-9	981m 203°
512	275m	334m	70°47,4'	10°34,1'	SSO	3-4	651m 251°



einzelne Seegurken-, Seeigel-, oder Schlangensterntypen mit meist geringer Häufigkeit (einige Individuen pro Quadratmeter). Auf einer Station wurden bis zu 32 Seegurken einer Art pro Quadratmeter registriert. Die Besiedlung an der heutigen Schelfeiskante ist im Gegensatz dazu viel spärlicher und ist auf meist weniger als ein Individuum (überwiegend Schlangensterne) pro Quadratmeter begrenzt.

Ziel des Einsatzes auf den Stationen 471 bis 512 war es zu prüfen, ob man mit dem Fotoschlitten Aufnahmen herstellen kann, die den mit "UWE" gewonnenen aus technischer Sicht (Winkel der optischen Achse zum Boden) vergleichbar sind. Ohne erhebliche Veränderungen am Design des Fotoschlittens ist jedoch zwischen beiden Geräten keine direkte Vergleichbarkeit herzustellen.

#### Probennahme

Zusätzlich zu den Aufnahmen mittels Video und Fotografie wurden auf ausgewählten Stationen Benthosproben aus dem Agassiz-Trawl aussortiert und konserviert. Diese Tiere werden am Institut bestimmt und gewogen, um die auf dem Bildmaterial festgehaltenen Organismen besser und genauer identifizieren und hinsichtlich ihrer Biomasse verifizieren zu können.

#### 3.3.3 Lebendhaltung im Laborcontainer (M. Klages)

Etwa 1000 benthische Invertebraten werden in einem Laborcontainer bei -1 Grad Celsius Wassertemperatur in 25 l Aquarien gehalten. Dabei handelt es sich im wesentlichen um Amphipoden, Isopoden (Crustacea; Peracarida) und Natantia (Crustacea; Decapoda). Daneben sind in geringerer Individuenanzahl Mollusken, Echinodermen, Pantopoden, Cirripedia und Fische in Lebendhaltung.

Eines der zentralen Vorhaben im Zusammenhang mit der Lebendhaltung ist, Wachstumsprozesse bei Amphipoden und Natantia zu beobachten. Die Exuvien in Einzelkultur genommener Tiere sollen nach erfolgter Häutung vermessen werden, um die Größenzunahme direkt zu erfassen. Unter gleichzeitiger Berücksichtigung von Längenfrequenzanalysen, die mittels konservierter Tiere aus Agassiztrawlfängen erstellt werden, kann die Wachstumsgeschwindigkeit verschiedener Arten ermittelt werden.

An häufigsten Arten aus der Familie Lysianassidae (Amphipoda; Gammaridea) sollen Messungen zum Sauerstoffverbrauch vorgenommen werden. Es gilt zu klären, ob vergleichbare metabolische Zustände, wie sie von SMITH & BALDWIN (1982) für Tiefseearten nachgewiesen wurden, auch bei hochantarktischen Arten vorkommen.

Unter Berücksichtigung von Reproduktionsmodi, Ernährung und Verhalten sollen Erklärungsansätze für die Herkunft, Verbreitung, Artenzusammensetzung

vor allem aber für die überaus erfolgreiche Besiedlung antarktischer Schelfbereiche durch die Amphipoden erarbeitet werden.

Lebende *Glyptonotus antarcticus* aus der Familie Idoteidae (Isopoda) werden für endokrinologische Untersuchungen gehalten.

An ausgewählten Echinodermaten werden Beobachtungen zum Reproduktionsverlauf vorgenommen.

#### Vorläufige Ergebnisse

Erste Beobachtungen in der Lebendhaltung zeigen, daß zahlreiche Amphipodenarten im Vergleich zu den anderen in Kultur genommenen Crustaceen relativ empfindlich und daher nur sehr schwierig zu halten sind. Daneben sind jedoch auch widerstandsfähigere Arten in den Kulturaquarien, wie zum Beispiel *Paraceradocus* sp. (Gammaridae), *Epimeria macrodonta*, *Epimeria robusta* (Paramphitoidae) und verschiedene Arten der Gattung *Gnathiphimedia* (Acanthonotozomatidae). Auf den Flachwasserstationen 418 und 512 im Gebiet vor Kapp Norvegia wurden mit dem AGT *Ampelisca richardsoni* (Ampeliscidae) in großer Individuenanzahl gefangen. Etwa 70% der Weibchen tragen entweder Eier in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium oder Embryonen mit deutlich zu erkennender Augenanlage und Körpersegmentierung. Leider ist auch diese Art vermutlich aufgrund der Haltungsbedingungen, insbesondere dem Fehlen von weichen Sedimenten, sehr empfindlich und zeigt insgesamt eine hohe Mortalität.

Bislang konnten etwa 20 Exuvien verschiedener Crustaceen aus den Aquarien entnommen werden, wobei die Häutung von *E. robusta* und *Chorismus antarcticus* (Decapoda, Natantia) direkt beobachtet und fotografisch dokumentiert werden konnte. Die erste Häutung fand bei *Eurymera* sp. (?) etwa zwei Monate nach der Verbringung in den Laborcontainer statt.

Bei der Ernährung erwiesen sich *E. robusta*, *E. macrodonta*, *P. sp.* und die beiden in Kultur befindlichen Garnelenarten *Notocrangon antarcticus* und *C. antarcticus* als omnivore Arten, während beispielsweise Arten der Gattung *Gnathiphimedia* bisher nicht bei der Nahrungsaufnahme beobachtet werden konnten. Verschiedene Aspekte deuten darauf hin, daß es sich bei diesen Arten um Nahrungsspezialisten handelt, die sich von Bryozoen ernähren.

#### Literatur

- SMITH, K.L. & BALDWIN, R.J. (1982): Scavenging deep-sea amphipods: effects of food odor on oxygen consumption and a proposed metabolic strategy. Mar. Biol. 68, 287-298.
- VOSS, J., (1987): Zoogeographie und Gemeinschaftsanalyse des Makrozoobenthos der Weddell See (Antarktis). Dissertation Universität Kiel, 189 pp.

### 3.4 Marin-geowissenschaftliche Arbeiten

#### 3.4.1. Probennahme und Geräte (G. Kuhn)

Auf insgesamt 83 Stationen wurden im Bereich des Weddellmeeres und des Atlantisch Indischen Rückens Proben vom Meeresboden gewonnen, um die rezenten und känozoischen glazial-marinen Sedimentationsprozesse zu analysieren und Erkenntnisse über die paläozooanographischen und paläoklimatologischen Entwicklungen zu erhalten.

Für eine möglichst ungestörte Beprobung der Sedimentoberfläche und der obersten Dezimeter des Meeresbodens wurde der Großkastengreifer (GKG, 50 x 50 cm, max. Eindringtiefe 60 cm) und der Multiple Corer (MUC, 12 Stechrohre, Durchmesser 6 cm, Eindringtiefe ca. 30 cm) eingesetzt. Außerdem wurde in Zusammenarbeit mit der biologischen Arbeitsgruppe auf 15 Stationen ein Kasten des Mehrfachgreifers (MG) beprobt.

Zur Rekonstruktion der älteren Ablagerungsgeschichte wurden Sedimentkerne mit dem Schwerelot (SL, 1,5 t Gewichtssatz, 120 mm Innendurchmesser) und dem Kolbenlot (KOL, 1,2 t Gewichtssatz, 84 mm Innendurchmesser) gewonnen und auf dem südwestlichen Schelf des Weddellmeeres ein neu konstruiertes großes Schwerelot (GSL, 2,5 t Gewichtsträger, 216 mm Innendurchmesser) eingesetzt.

Der Großkastengreifer wurde 63mal eingesetzt. Dabei lag die durchschnittliche Eindringtiefe des Gerätes bei 38 Zentimetern. So wurden mit PVC-Rohren (120 mm Innendurchmesser) aus den Kastengreiferproben insgesamt 24 m Archivkerne entnommen. Nur bei 7 Einsätzen war der Kerngewinn des Großkastengreifers zu gering und stark gestört, so daß die Beprobung stark eingeschränkt war. Hierbei handelte es sich meistens um eine Beprobung gut sortierter Sande oder kiesiger, überkompakter Schelfsedimente, in die die Verschlußschaufel des Großkastengreifers nur schlecht eindringt und daher den Kasten beim Schließen wieder aus dem Meeresboden herausdrückt. Neben den Archivkernen wurden von der Sedimentoberfläche für Untersuchungen der lebenden Foraminiferenfauna jeweils 412 cm<sup>2</sup> Sediment (zwischen 0,5 und 1,5 cm dick) entnommen und in einer Mischung aus Bengal Rosa und Methanol konserviert. Eine gleich große Probenmenge wurde für Untersuchungen des Radiolariengehaltes entnommen. An weiteren Sedimentproben sollen die Diatomeengehalte, Korngrößenverteilungen, Komponenten-zusammensetzungen und die Gehalte an organischem Kohlenstoff bestimmt werden. Die Sedimente des Kastengreifers, sowohl die Oberfläche als auch das Sedimentprofil, wurden beschrieben und fotografiert. Von einer Seite wurden für Röntgenaufnahmen dünne Sedimentscheiben entnommen. Die an Bord aufgenommenen und entwickelten Radiographien (insg. 255 Stück) vervollständigen die Beschreibung und Dokumentation des Sedimentprofils.

Untersuchungen zur Abhängigkeit des meßbaren paläomagnetischen Signals von sedimentologischen Parametern sollen durch eine gezielte Probennahme an unterschiedlichen Sedimenten der Arbeitsgebiete durchgeführt werden.

Besonderes Augenmerk lag dabei auf Auswirkungen von Bioturbation, Korngröße und Wassergehalt auf das paläomagnetische Signal. Dazu wurden größere Bereiche des GKG mit Stechkästen aus Plastik beprobt. Die Meßproben zur Bestimmung des paläomagnetischen Signals wurden nach der Auswertung der an gleicher Stelle genommenen Radiographien aus den Stechkästen schon an Bord entnommen. Bei der Wahl der Probenhorizonte gingen die in der Radiographie erkennbaren Sedimentstrukturen ein. Durch eine sofortige Beprobung können eventuell auftretende Lagerungsfehler reduziert werden. Eine umfangreiche radiographische Beprobung der GKG soll eine Quantifizierung der Bioturbation ermöglichen.

Für geochemische Untersuchungen des Porenwassers und der Sedimente wurden von 24 Großkastengreifern mit Rohren Sedimentkerne entnommen. Da der Großkastengreifer bei der Probennahme trotz verbesserter Abdichtung ein Austausch des über dem Sediment stehenden Bodenwassers mit anderen Wassermassen nicht verhindert, wurden außerdem für die geochemischen Fragestellungen insgesamt 25 Einsätze mit dem Multiple Corer (MC) gefahren, der die bis zu 35 cm langen Sedimentkerne mit darüber stehendem Bodenwasser gut abdichtet. Der Multiple Corer bewährte sich als zuverlässiges Probennahmegerät, das schnell mit 1,8 m/s Seilgeschwindigkeit gefahren werden kann. Wichtig ist, bei stärkerem Frost das Seewasser in der Hydraulik des Gerätes durch mehrmaliges Ablassen und wieder Hochziehen des Multiplen Corers an Deck auszupumpen und somit ein Einfrieren zu verhindern. Falls die Hydraulik an Deck eingefroren ist, vermögen die vorherrschenden niedrigen Wassertemperaturen nicht sie wieder aufzutauen, und das Gerät drückt sich nach dem Absetzen am Meeresboden nicht in das Sediment. Dies war bei 3 Einsätzen der Grund für Fehlfunktion.

Zur Probennahme von Sedimentkernen wurden mit dem Schwerelot 44 Einsätze gefahren. Je nach schon bekannter Sedimentbeschaffenheit und Interpretation der 3,5 kHz Aufzeichnungen (s.Kap. 3.4.9) wurden Rohrlängen von 3 m, 5 m, 10 m und 15 m (PVC-Innenrohr, Liner) verwendet. Der Kerngewinn beträgt insgesamt 196 Meter. Die Sedimentkerne wurden wie auch bei dem Kolbenlot und dem großen Schwerelot in 1 Meter lange Stücke geschnitten und verpackt. An den Schnittstellen wurden Proben für "smear slides" entnommen. Bereits an Bord wurden 13 Kernmeter geöffnet, fotografiert, beschrieben und beprobt (Radiographien, "smear slides", Paläomagnetik, 2 ml-Proben für Wassergehalt, Geochemie und sedimentphysikalische Eigenschaften und 5 ml- sowie 60 ml-Proben für Korngrößen- und Komponentenanalysen).

Das Kolbenlot mit einer Rohrlänge von 15 m wurde 13mal eingesetzt. Besonders die sehr zähen und elastischen Diatomeensedimente des Maud Rises und Atlantisch-Indischen-Rückens ließen stellenweise nur geringe Eindringtiefen und Kerngewinne zu. Außerdem implodierte bei einigen Einsätzen auf diesen Sedimenten der PVC-Liner. Insgesamt wurden 96 m Sedimentkerne gewonnen.

Für die sehr festen, geröllreichen und überkompaktierten Sedimente auf dem Schelf des Weddellmeeres wurde ein neues, 3 t schweres, großvolumiges Schwerelot konstruiert und während dieser Fahrt auf dem südöstlichen Schelf

vor dem Filchner Schelfeis insgesamt 9mal eingesetzt. An dem Gewichtsträger (3 t) wurde ein 5 Meter langes Kernrohr (Durchmesser 240 x 6 mm) mit einem PVC-Innenrohr (225 x 4,5 mm) montiert. Die höchsten Eindringtiefen wurden bei einer Fiergeschwindigkeit von 1,8 m/s an Grund erzielt. Aber selbst mit dieser Geschwindigkeit waren die Eindringtiefen stellenweise weniger als 1 Meter. Das Kernrohr wurde bei den sehr hohen Belastungen beim Auftreffen auf Grund nicht verbogen. Für weitere Einsätze sollte der Gewichtsträger noch durch ein zusätzliches Gewichtsstück (ca. 500 kg) beschwert werden. Verbesserungen am Kernfänger und an der Verschlusskappe sind ebenfalls noch notwendig. Insgesamt wurden bei 6 erfolgreichen Einsätzen 12,6 m Sedimentkerne gewonnen. Das Zerschneiden der Sedimentkerne im Absatzgestell und die Handhabung der 1 m langen, ca. 60 kg schweren Kernsegmente ist möglich, aber etwas anstrengend. Bedingt durch den großen Durchmesser der Innenrohre zerfließen bei horizontaler Lagerung im Absatzgestell die Oberflächensedimente und die Sedimente an den Schnittflächen sehr leicht.

Mit einer Gesteinsdredge (Öffnung: 100 x 35 cm) wurden mesozoische Gesteine beprobt, die an Steilstufen im Wegener Canyon vor Kapp Norvegia am Meeresboden austreichen (s. Kap. 3.4.4). Nachdem beim ersten Einsatz das Zugseil (Sollbruchlast ca. 4 t) der Dredge durchriß, wurde ein Seil mit ca. 8 t Bruchlast als Zugseil eingebaut. Bei sechs weiteren Einsätzen wurde das anstehende Gestein erfolgreich beprobt. Neben zum Teil recht zahlreichen vom Eis angelieferten Dropstones schwankte die Probenmenge des anstehenden Gesteins zwischen ca. 20 kg und 60 kg. Die Fiergeschwindigkeit der Dredge durch die Wassersäule sollte nicht mehr als 1,8 m/s betragen, da der Ketten-sack sonst hochgedrückt wird und sich mit den Dredgenzähnen verhaken kann. Für eine genauere Rekonstruktion der Positionierung der Dredge am Grund sollte sie in Zukunft mit einem Zeit-Druckrekorder ausgestattet werden.

#### 3.4.2 Süd-Orkney-Block (I. Brehme)

Während früherer Profilmfahrten (ANT-II/3, 1983) am Kontinentalrand des nord-westlichen Weddellmeeres (= Südostabfall des Süd-Orkney-Blocks) = zeigte sich eine Untergliederung des Hanges durch hangparallel, NE-SW-streichende Rücken in vier Teilbecken. Flachseismische Aufzeichnungen (3,5 kHz-Sedimentechographie) ließen eng begrenzte Erosionsstrukturen des als Konturstrom den Hangfuß bestreichenden Bodenwassers erkennen. Bündelung der seismischen Reflektoren in den Randbereichen wurde als strömungsbeeinflusste kondensierte Sedimentation interpretiert.

Während ANT-VI/3 wurde im östlich anschließenden Gebiet (Gebiet A in Abb. 9) ein weiteres flachseismisches und bathymetrisches Erkundungsprofil gefahren (Abb. 15) und anschließend mit Schwerelot und Großkastengreifer beprobt. Ziel der Arbeiten in diesem Gebiet ist die Untersuchung des Verlaufs des aus dem Weddellmeer ausfließenden Bodenwassers und seiner Auswirkung auf das

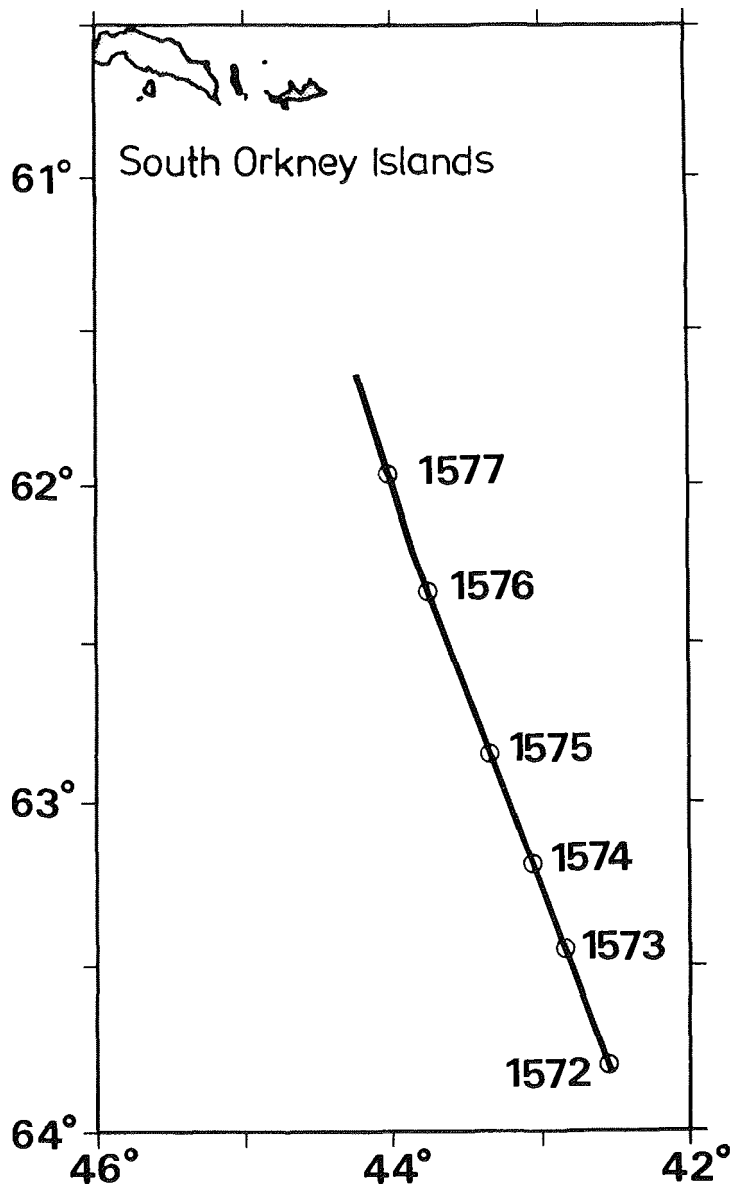


Abb. 15: Profil und Probenstationen im Arbeitsgebiet Süd-Orkney-Inseln.

Fig. 15: Cruise track and sampling stations at the continental margin of the South Orkney Islands.

Sedimentationsgeschehen. Die detaillierte Korngrößenanalyse der Sedimentkerne soll Aufschluß über mögliche Intensitätsschwankungen der Bodenwasserbewegung ergeben, die dann wiederum mit paläoklimatischen Variationen korreliert werden sollen.

Ein Steilabfall zwischen 1150 m und 3400 m gliedert den Hang im Untersuchungsgebiet (Abb. 16) deutlich in drei Großeinheiten. Der tiefere Hang ist auch hier in auffällige hangparallele Teilbecken gegliedert. Die Weddell-Tiefsee-Ebene wird bei 4800 m erreicht.

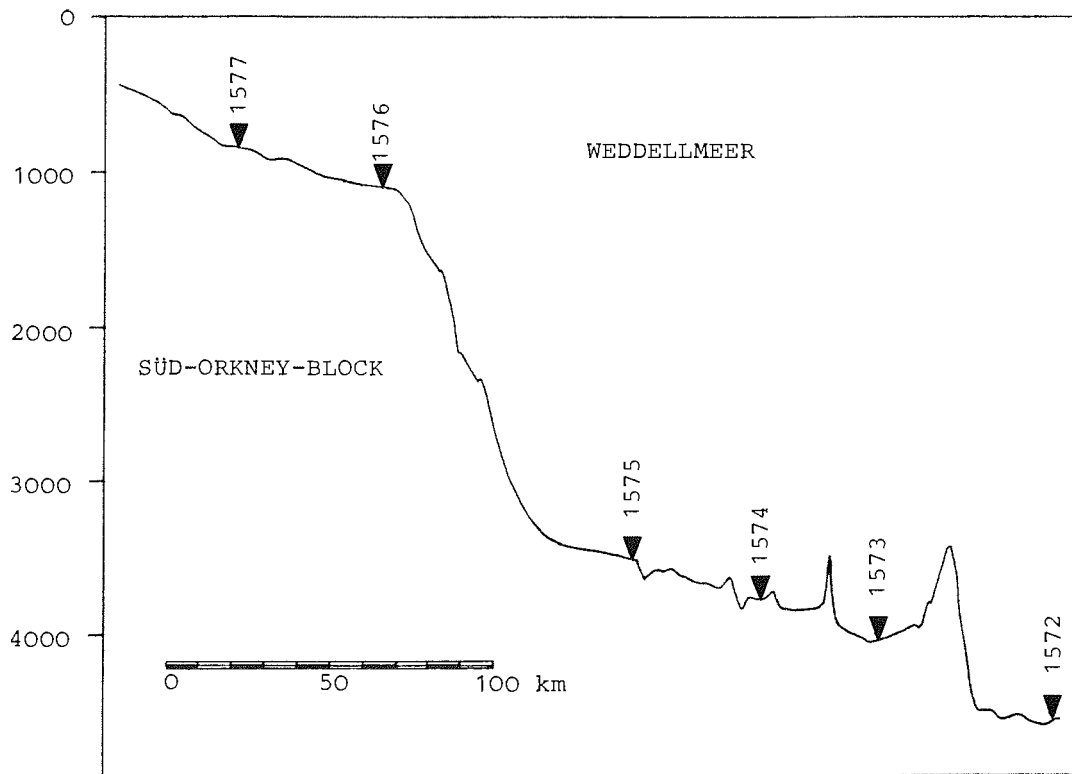


Abb. 16: Topographisches Profil über den Kontinentalrand des südöstlichen Süd-Orkney-Block.

Fig. 16: Topography of the continental margin of the south-eastern South-Orkney-Block.

Die Aufzeichnungen des 3,5 kHz-Sedimentechographen lassen bei einer allgemeinen Eindringung von 30-70 m auf der jeweiligen landseitigen, d.h. nord-westlichen Begrenzung der Teilbecken eine deutliche Bündelung der seismischen Reflektoren erkennen.

Die Beprobung erfolgte mit Schwerelot und Großkastengreifer auf insgesamt sechs Stationen, vier am unteren Hang und zwei auf dem oberen Hang im Übergang zum äußeren Schelf.

Die Kastengreifer wurden an Bord für mikropaläontologische, sedimentologische und geochemische Untersuchungen sofort beprobt, die Sedimentabfolge beschrieben und durch großformatige Röntgenradiographien dokumentiert.

Die Sedimente des unteren Hanges und der Tiefsee-Ebene (Station 1572-1575) bestehen aus siltig-sandigem Ton. Zahlreiche "Dropstones" finden sich in den obersten 10 cm; darunter finden sie sich nur noch vereinzelt wie in der gesamten Abfolge von Station 1575. Alle Kerne zeigen eine intensive Bioturbation.

Die Sedimente des oberen Hanges (Stationen 1576-1577) weisen einen sehr hohen, stark variierenden Geröllanteil auf und bestehen im wesentlichen aus tonig-sandigen Silten.

### 3.4.3 Queen Maud Rise (D. Cordes)

Der Queen Maud Rise ist eine etwa N-S-streichende, aseismische, submarine Kuppenstruktur im östlichen Weddellmeer (1-5°E, 64°-66°30'S, vgl. Gebiet B in Abb. 9), die aus der umgebenden Tiefsee-Ebene von mehr als 4000 m Wassertiefe bis auf weniger als 1000 m ansteigt (Abb. 17). Die Auftragung bis

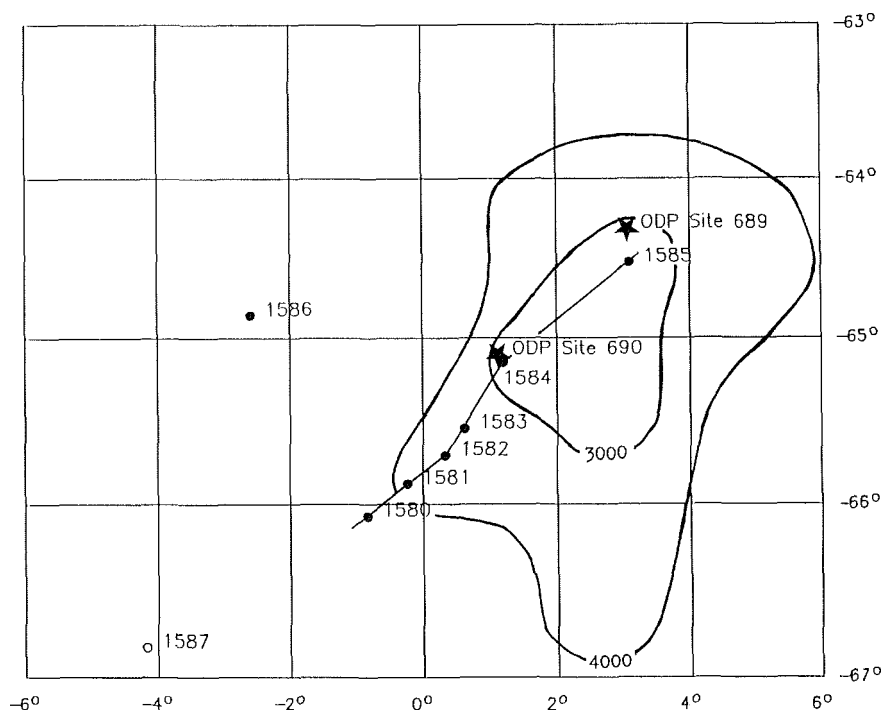


Abb. 17: Geologische Probenstationen am Queen Maud Rise, ANT-VI/3 und "Ocean Drilling Program" Leg 113.

Fig. 17: Geological sampling stations at the Queen Maud Rise, ANT-VI/3 and ODP Leg 113.



deutlich über die Karbonatkompensationstiefe (CCD) macht die weitgehend karbonatische Sedimentabfolge dieser Struktur interessant für Vergleiche mit entsprechenden Abfolgen aus niederen Breiten.

Die Beprobung des Queen Maud Rise und seiner Tiefsee-Umgebung ist als Erweiterung der während ANT-IV/4 (1986) durchgeführten Beprobungen zu sehen. Zusammen mit den am Queen Maud Rise entnommenen Sedimentproben soll auf eine Probentraverse zum antarktischen Kontinent hin der zunehmende Eintrag der terrigenen Sedimentkomponente untersucht werden. Außerdem geht es um die Erforschung quartärer Sedimentzyklen und paläoklimatischen und ozeanographischen Fragestellungen. So sollen an den teilweise rein biogenen Sedimenten Untersuchungen zur Diatomeen- und Radiolarienstratigraphie und Palökologie im Quartär und Neogen hoher Breiten durchgeführt werden.

Die Bohrlokationen 689 und 690 des "Ocean Drilling Program" (ODP) wurden nochmals mit dem Schwerelos beseitigt, da in den "mud-line-cores" der "JOIDES Resolution" die obersten Sedimentmeter mit der holozänen Abfolge entweder nur sehr unvollständig oder gar nicht gewonnen wurden, und die lithologisch-stratigraphische Abfolge noch unsicher ist.

Zu den bisher 14 AWI-Kernstationen in diesem Gebiet konnten auf diesem Fahrabschnitt weitere acht Stationen (Abb. 17) in Wassertiefen zwischen 2114 und 5062 Metern beseitigt werden. Die Probennahme erwies sich aufgrund des sehr zähen, teilweise reinen Diatomeen-Sediments als schwierig. Dies führte zum Teil zu sehr geringen Eindringtiefen des Kolbenlotes oder auch als Folge davon zu Fehlversuchen und Kernrohrverlusten. Beim Heben traten in diesen sehr zäh-elastischen Sedimenten Zugkräfte bis zu 10 t auf. Dennoch konnte bei den Einsätzen des 15 m langen Kolbenlotes ein durchschnittlicher Kerngewinn von 6 m erzielt werden. Von allen Stationen liegen Oberflächenproben aus Großkastengreifereinsätzen vor.

Die Kerne wurden an Deck in Stücke von einem Meter Länge geschnitten. An den Schnittstellen wurden Kleinproben für die sofortige Sedimentbeschreibung genommen und noch an Bord davon "smear slides" hergestellt, auf deren Grundlage eine Übersicht über die lithologische Abfolge in den Kernen (Abb. 18) gewonnen werden konnte.

Die sandig bis siltigen Oberflächensedimente in den Kernen 1580 bis 1585 vom Hang und der Kuppe des Queen Maud Rise bestehen aus kalkigen und kieseligen Mikrofossilien. Die Mächtigkeit dieses Horizonts nimmt mit der Wassertiefe ab und variiert zwischen ca. 1 m auf der Kuppe und wenigen Dezimetern am unteren Hang.

Im Liegenden dieser Schicht folgt in den Kernen 1582 bis 1585 eine bis 2,5 m mächtige Lage aus nahezu reinen Foraminiferensanden. Darunter folgen Kiesel-schlämme, die sich zum größten Teil aus Diatomeen zusammensetzen. Radiolarien und Silikoflagellaten treten untergeordnet ebenfalls auf.

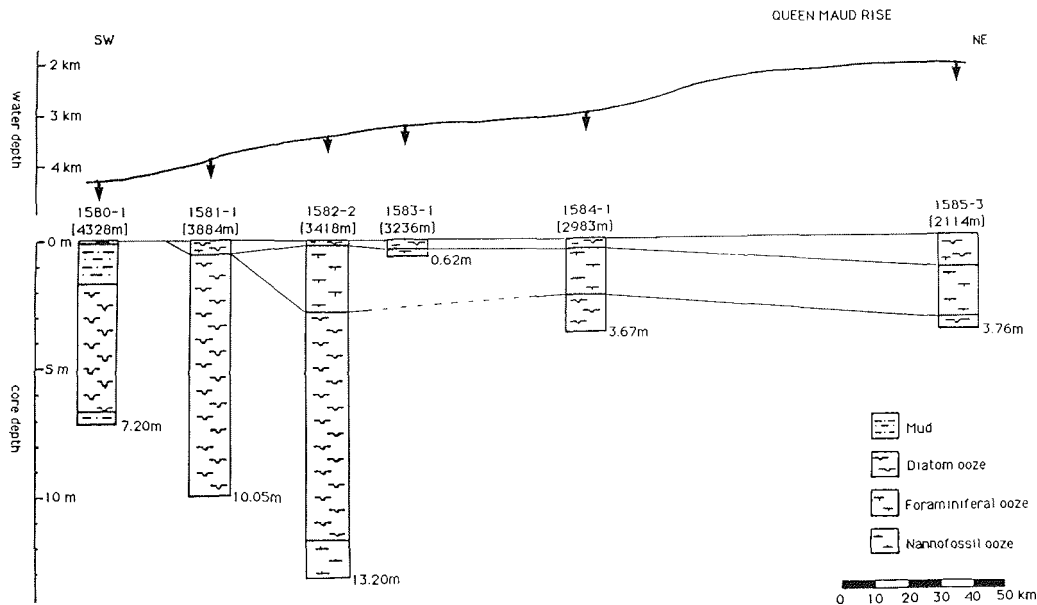


Abb. 18: Lithologie des Sedimentkernprofils über den Südwestabhang des Queen Maud Rise.

Fig. 18: Sediment lithology on the southwestern slope of Queen Maud Rise.

Im Kern 1582-2 folgen in einer Tiefe von etwa 12 m im Liegenden dieser Kieselschlämme wiederum kalkige Sedimente, die sich im wesentlichen aus Nannofossilschlamm (Coccolithen) zusammensetzen.

Im Kern 1581-1 (Wassertiefe 3884 m) treten kalkige Komponenten nur in den Oberflächensedimenten auf.

Die mehr oder weniger auftretenden terrigenen Sedimentkomponenten der Kerne 1581 bis 1585 werden als eisbergverdriftetes detritisches Material ("IRD") gedeutet.

Die Position 1580 liegt am untersten Teil des Hanges und wird als einzige von den Turbiditströmen des antarktischen Kontinentalrandes beeinflusst. Die bis auf Spuren kalkfreien Sedimente dieses Kerns bestehen im oberen Teil überwiegend aus schwach siltigem Ton mit geringen Beimengungen biogener, silikatischer Anteile. Bis auf den untersten Teil herrschen aber auch in diesem Kern Diatomeen als Hauptkomponente des Sediments vor.

In den im Profil nicht dargestellten Kernen 1586 und 1587 im Tiefseebereich treten biogene Komponenten nur sehr untergeordnet auf.

#### 3.4.4 Alfred-Wegener-Canyon (D.K. Fütterer)

Der Wegener Canyon (Gebiet C in Abb. 9 und Abb. 19) nordwestlich Kapp Norvegia hat sich in den letzten Jahren zu einem Schwerpunkt der geowissenschaftlichen Untersuchungen am antarktischen Kontinentalrand des Weddellmeeres entwickelt. Auf erste geophysikalische und geologische Arbeiten (Hinz und Krause 1982, Grobe 1986), die die Canyonstruktur nur vage andeuteten, wurde während der Expedition ANT-IV/3, 1985/86 mit FS "Polarstern" die Struktur in ihrem zentralen Teil als Canyon erkannt und in Teilen mit dem SEABEAM-System bathymetrisch vermessen. Die als Lokationsuntersuchung für das internationale "Ocean Drilling Program" (ODP) durchgeführten seismischen und bathymetrischen Untersuchungen führten zur Auswahl verschiedener potentieller Bohrpositionen im und am Rand des Wegener Canyons. Während des Bohrabschnittes 113 des Bohrschiffes "JOIDES Resolution" im Frühjahr 1987 wurden drei Bohrungen, davon zwei erfolgreich, in der Canyon-Umgebung niedergebracht.

Die Bohrung 693 wurde von RV "JOIDES Resolution" bei ca. 2400 m Wassertiefe angesetzt, bis auf 480 m unter dem Meeresboden (= 2880 m unter Meeresspiegel) niedergebracht und in unterkretazischen Schwarzschiefern eingestellt. Zur gleichen Zeit wurden von FS "Polarstern" im Rahmen von ANT-V/4 die bathymetrischen Vermessungen am Wegener Canyon fortgeführt und eine erste Arbeitskarte vom nördlichen Teil des Wegener Canyons erstellt. Der Canyon ist in ein seewärts abfallendes Plateau bis auf 4300 m mit steilen Flanken eingetieft. An den Steilwänden des Wegener Canyons müssen demnach erheblich ältere Gesteine, als in der ODP-Bohrung 693 erbohrt werden konnten, anstehen.

Aufbauend auf den Untersuchungen der Vorjahre lag die Zielsetzung der Arbeiten im Bereich des Wegener Canyons besonders auf

- der Fortsetzung der SEABEAM-Vermessungen, besonders in seinem südlichen Teil im Übergang zum Schelf,
- der Beprobung der ODP-Bohrlokationen mit Kastengreifer und Schwere-/Kolbenlot, und
- auf dem Einsatz der Gesteinsdredsche an den Steilwänden des Canyons zur Beprobung älterer Gesteinsabfolgen als in der ODP-Bohrung 693 erbohrt.

Die bathymetrischen SEABEAM-Vermessungen konnten entgegen der ursprünglichen Planung wegen der ungünstigen Eislage vor Kapp Norvegia erst Anfang Februar aufgenommen werden. Insgesamt wurden im Vermessungsgebiet in zwei Perioden von zusammen 10 Tagen 1100 Seemeilen Profilfahrt durchgeführt und dabei ein Gebiet von 3700 km<sup>2</sup> lückenlos vermessen. An den meisten Tagen stand nur die Nachtzeit für die Vermessung zur Verfügung, während die Tageszeit für geologische und biologische Stationsarbeit genutzt wurde.

Der Wegener Canyon weist eine deutliche strukturelle Unterteilung auf. Der tiefere, nördliche Teil (im wesentlichen vermessen während ANT-V/3) ist tief

eingeschnitten, weist eine relativ ebene, ca. 1,5 sm breite Sohle auf, die in steile Wände mit einigen prominenten Stufen übergeht. Dort, wo der Canyon das Explora Escarpment schneidet, wird auch mit mehr als 1000 m Wandhöhe die größte Eintiefung erreicht.

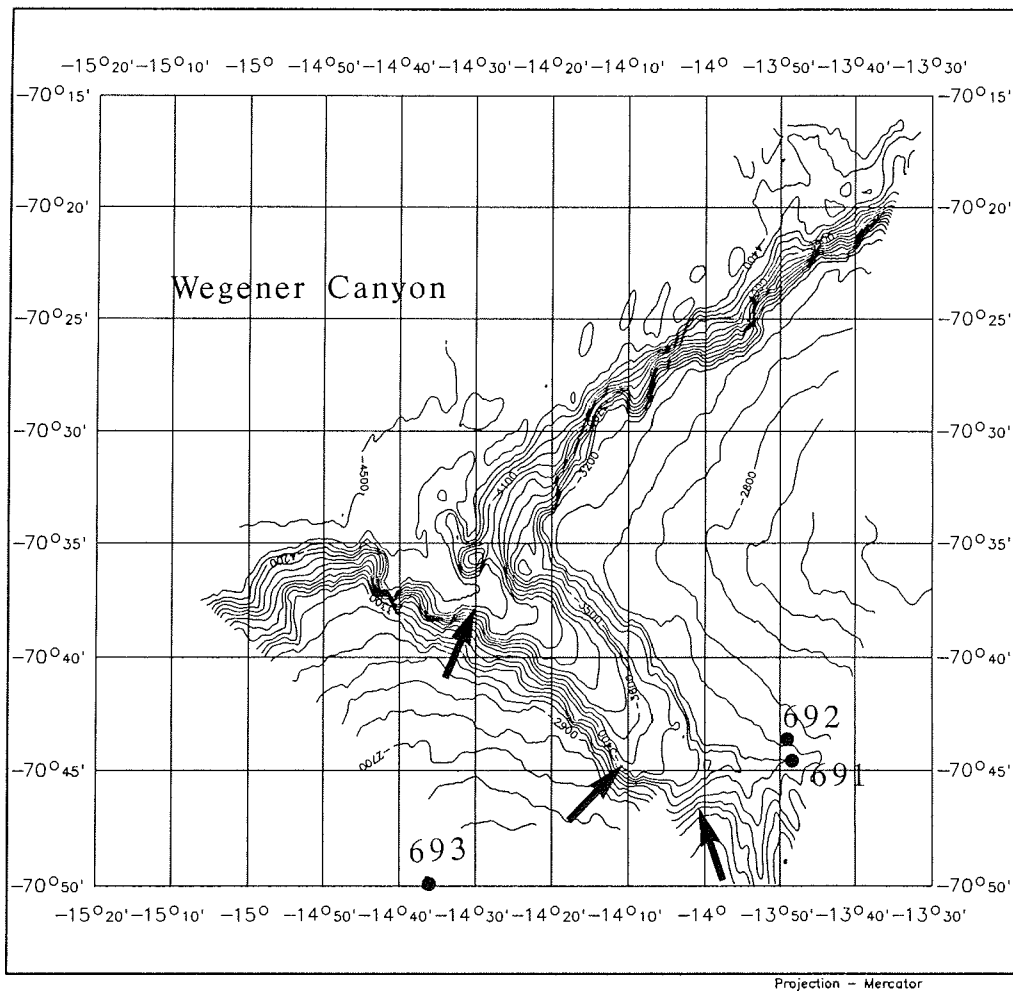


Abb. 19: Nördlicher Teil des Wegener Canyon mit Durchbruch durch das Explora Escarpment; Punkte = Bohrungen des "Ocean Drilling Program"; Pfeile beschreiben die Bereiche der Dredscheinsätze.

Fig. 19: Northern part of Wegener Canyon where it cuts the Explora Escarpment; dots = ODP drill sites; arrows mark areas of dredging.

Der während dieser Reise im wesentlichen vermessene südliche Canyonabschnitt zeichnet sich dadurch aus, daß er in einem relativ engen Bereich in mehrere rinnenartige Strukturen aufspaltet, die wesentlich weniger eingetieft sind als der nördliche Canyon. Diese Strukturen laufen senkrecht auf den oberen Kontinentalhang (1800- 600 m) zu, ohne ihn einzuschneiden oder gar auf den Schelf übergreifen. Wieweit der nördliche und der zentrale Canyonbereich tektonisch angelegt bzw. vorgezeichnet sind, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Der nördliche und zentrale Canyonbereich weisen drei auffällige morphologische Steilstufen auf, die in jeweils recht konstanter Wassertiefe den gesamten Wegener Canyon umlaufen. Diese Stufen wurden in sechs Einsätzen an verschiedenen Stellen mit einer schweren Gesteinsdredsch (Zacken-Kettensackdredsch) bedredscht.

Die tiefste Steilstufe liegt bei 3900-4100 m Wassertiefe. Beim Einsatz 1592-1 riß nach einem Haker das Zugseil. Am Sicherheitsseil konnte die Dredsch freigezogen und geborgen werden. Die Einsätze 1644-1 und 1644-2 förderten im wesentlichen grobkörnige, unreine tuffitische Sandsteine und dichte, feinsandige Siltsteine an Deck. Große Pyroxene, Glaskörner und Bimsfetzen sind häufig, Fossilienabdrücke dagegen selten (Mollusken).

Ein Vergleich mit der seismischen Stratigraphie legt die Vermutung nahe, daß dieser tuffitische Horizont dicht über der "Weddell-Sea-Unconformity" (HINZ und KRAUSE 1982, Reflektor U-9 nach HINZ 1987) liegen muß.

Eine weitere Steilstufe bei 3100-3200 m Wassertiefe wurde mit den Einsätzen 1630-1, 1633-1 und 1634-1 beprobt. Die häufigsten Gesteine waren dichte, lagig-scherbig brechende Tonsteine, unreine tonige Siltsteine und grobe, wenig verfestigte Sandsteine. Gastropoden- und Muschelabdrücke waren häufig in den Siltsteinen. Ein schlecht erhaltenes Ammonitenbruchstück wird eventuell eine ungefähre stratigraphische Einstufung erlauben.

Ein Vergleich mit der Gesteinsabfolge der ODP-Bohrung 692 zeigt, daß dieser Horizont ca. 200-300 m unter den als Apt/Alb eingestuftten tiefsten Schichten der Bohrung liegt. Ein tief unterkretazisches bis oberjurassisches Alter wäre zu erwarten.

Eine dritte Steilstufe findet sich im zentralen Canyonbereich in einer Wassertiefe von 2800-2900 m und entspräche damit in der Tiefenlage recht genau den tiefsten in den ODP-Bohrungen 692 und 693 erbohrten Schichten, unterkretazischen Schwarzschiefern. Ein Dredscheinsatz (1646-1) brachte keine mit Sicherheit aus dem Anstehenden herausgebrochenen Gesteine. Weiche, unreine, sandige Siltsteine sowie glimmerreiche siltige Tonsteine herrschen vor. Dichte bis feinschichtige Tonsteine sind ebenfalls häufig. Wieweit diese Sedimente den unterkretazischen Gesteinen der Bohrung 692 äquivalent sind, muß einer genauen petrographischen Analyse vorbehalten bleiben.

### 3.4.5 "Deutschland Canyon" (G. Kuhn)

Die Meeresbodenmorphologie am Schelfhang des südöstlichen Weddellmeeres (Arbeitsgebiet D in Abb. 9) ist sehr stark strukturiert. Durch Voruntersuchungen am südlichen Schelfhang war bekannt, daß vom Schelf abfließendes, kaltes Bodenwasser markante Erosionsstrukturen formt, die sich bis in die Tiefsee des Weddellmeeres herabziehen. Im Gebiet des "Deutschland Canyons" sollten nun durch eine engmaschige Erkundung mit SEABEAM, 3,5 kHz Sedimentecholot und anschließender Beprobung untersucht werden, ob hier ähnliche Sedimentationsprozesse für die Formung des Schelfhanges verantwortlich sind.

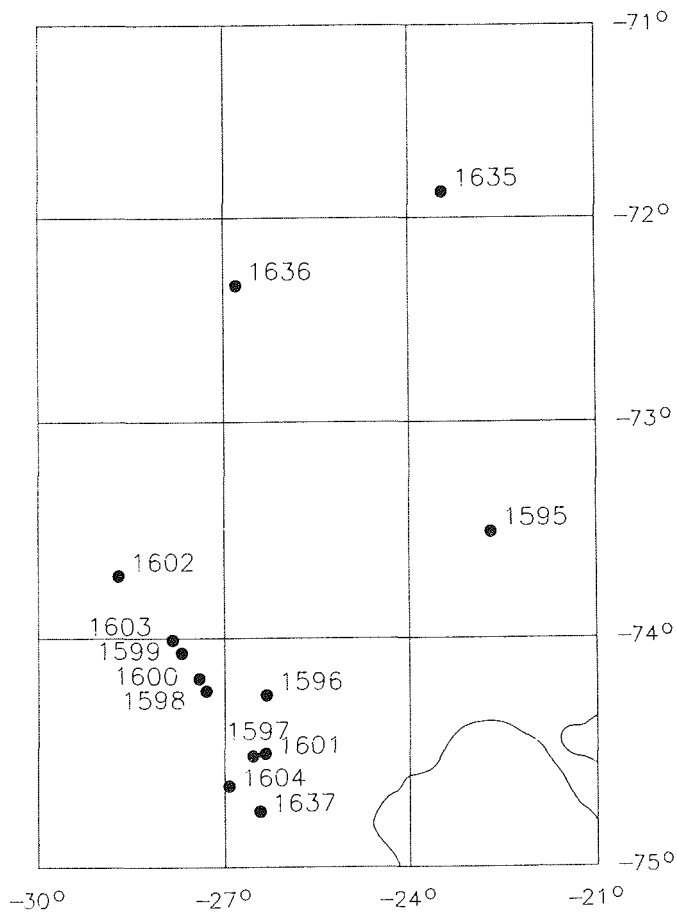


Abb. 20: Geologische Probenstationen am Kontinentalhang des südöstlichen Weddellmeeres im Bereich des "Deutschland Canyons".

Fig. 20: Sampling stations at the continental margin of the southeastern Weddell Sea near the "Deutschland Canyon".

In diesem Arbeitsgebiet wurden insgesamt 13 Stationen beprobt (Abb. 20). Auf 10 Stationen wurden Sedimentkerne genommen, die zusammen einen Kerngewinn von 56 m ergaben. Proben von der Sedimentoberfläche wurden mit dem Großkastengreifer (GKG) und dem Mehrfachgreifer (MG) auf allen Stationen entnommen. Für geochemische Untersuchungen des Porenwassers und der obersten Sedimentlagen wurden 5 Stationen mit dem Multiplen Corer (MUC) beprobt.

Die Ergebnisse der engmaschigen Profilfahrt mit SEABEAM und 3,5 kHz Sedimentecholot zeigen im Arbeitsgebiet vom Eisrand zur Tiefsee folgende Struktureinheiten, die zum überwiegenden Teil auch beprobt werden konnten:

- Die Stationen 1597, 1601, 1604 und 1637 liegen auf dem Schelf des südlichen Arbeitsgebietes in Wassertiefen von 400 bis 520 m. Die Sedimente sind glazialmarine, kiesige, stark tonige Silte und Sande, die ab ca. 10 cm Tiefe vermutlich durch ehemals überlagerndes Schelfeis stark kompaktiert und verfestigt wurden. Entsprechend schwierig ist eine Beprobung. Das große Schwerelot (ca. 3 t Gewicht) drang auf Station 1637 bei einer Fiergeschwindigkeit von 1,8 m/s lediglich 70 cm in das Sediment ein (Kerngewinn 60 cm). Recht gute Proben wurden mit dem Mehrfachgreifer gewonnen.
- Der Kontinentalhang ist dreieggliedert. Ein recht steiler oberer Hang (ca. 12°) von ca. 550 bis 2000 m Wassertiefe ist im nordöstlichen Bereich bei Station 1595 (1180 m) von mehreren Canyons durchschnitten, sonst aber morphologisch ausgeglichen. Eine breite Terrasse mit einer geringen nördlichen Hangneigung (unter 1°) liegt zwischen 2000 und 2700 m Wassertiefe. Ein flacher unterer Hang (ca. 1,5°) erstreckt sich von 2700 bis ca. 3700 m Wassertiefe und geht allmählich in die Tiefsee-Ebene über.

Die Terrasse zeigt die interessantesten Strukturen. Sie ist im oberen Teil (Station 1596) von vielen Canyons durchzogen. Das größere Rinnensystem verläuft von Süd nach Nord. Das 3,5 kHz Sedimentecholot zeigt überwiegend einen schallharten Untergrund und nur einige kleinere Erhebungen mit etwas transparenterer lagiger Struktur. Dieses deutet auf Erosionsprozesse mit der Bildung von grobkörnigeren Reliktsedimenten in den Rinnen hin.

Der untere Teil besteht aus zwei Einheiten, die einen sehr ähnlichen Aufbau zeigen. Eine Einheit besteht aus jeweils einem schmalen, ca. 2 bis 3 km breiten, südwest-nordost verlaufenden Sedimentrücken, der auf dem 3,5 kHz Sedimentecholot einen mehrlagigen Aufbau mit Eindringtiefen bis zu 40 m zeigt. Aus beiden Sedimentrücken wurden längere Kerne gezogen (Stationen 1598, 1599), die uns Aufschluß über die Genese dieser vielleicht von Erosion verschont gebliebenen Überreste einer ehemals großräumigeren Bedeckung oder durch Sedimentation feinkörnigeren Materials an der Nordwest-Seite größerer Abflußrinnen aufgebauten "Levee"-Strukturen geben sollen. Nordwestlich der Sedimentrücken schließen sich jeweils flach in nördlicher Richtung abfallende

Flächen an, auf denen das 3,5 kHz Sedimentecholot einen überwiegend schallharten Untergrund und geringe Eindringtiefen anzeigt. Besonders am östlichen Hangfuß der Sedimentrücken deuten sich auf diesen Flächen Erosionsspuren an. Stellenweise liegen nordwestlich der Sedimentrücken auf dem schallharten Untergrund in den 3,5 kHz Aufzeichnungen kissenförmig transparent erscheinende Sedimentstrukturen, die auf Station 1600 und 1603 beprobt wurden. Weitere Beprobungen und Untersuchungen der umgebenden Bereiche müssen die Frage klären, ob es sich hierbei vielleicht um stark wasserhaltige Rutschmassen handelt.

Station 1602 liegt auf dem unteren Kontinentalhang, der im Arbeitsgebiet ein ausgeglichenes, flaches Relief zeigt. Das 3,5 kHz Sedimentecholot zeichnet hier eine mäßige Eindringtiefe (ca. 10 m) und einen wellenförmig, schichtigen Aufbau des Untergrundes auf.

Im Tiefseebereich wurden auf Station 1635 und 1636 ein Sedimentplateau beprobt, das nordwestlich einer markanten Erosionsstruktur liegt. Die Erosionsstruktur erstreckt sich über mehrere 100 km und ist ein steil nach Südosten abfallender Hang (Sprunghöhe ca. 100-400 m) mit schallharten, sandigen Sedimenten auf der östlichen, tiefer liegenden, erodierten Fläche. Auf dem höher liegenden Meeresboden westlich des Hanges finden sich feinkörnige Sedimente, die im 3,5 kHz Sedimentecholot hohe Eindringtiefen und einen mehrlagigen Aufbau erkennen lassen.

Bisher ist nur ein recht schmaler Streifen durch SEABEAM und 3,5 kHz Sedimentecholot untersucht und auf einigen Stationen beprobt worden. Die Ergebnisse und weitere zukünftige Untersuchungen sollen die Entwicklung von Modellen der glazialmarinen Sedimentations- und Erosionsprozesse am südöstlichen Schelfhang des Weddellmeeres ermöglichen.

#### 3.4.6 Filchner Rinne (M. Melles)

In der Filchner Rinne (Crary Trough, Gebiet E in Abb. 9) und am nördlich angrenzenden Kontinentalhang wurde auf 23 Stationen (AWI 1605-1627, Abb. 21) Probenmaterial zur sedimentologischen und mikropaläontologischen Bearbeitung gewonnen. Es konnten 20 Großkastengreifer (GKG) und 15 Schwerelotkerne (SL und GSL) mit einem Kerngewinn von insgesamt 49,05 m gewonnen werden. Zusätzlich wurde an drei Biologie-Stationen jeweils ein Kasten des Mehrfachgreifers (MG) beprobt.

Im Süden der Filchner Rinne, einem Bereich, der bis zu einem großen Kalbungsereignis im Februar/März 1986 von Eismassen des Filchner-Schelfeises bedeckt war (Abb. 21), konnten 7 Stationen abgearbeitet werden (1619-1625). In den überwiegend kiesigen, vom aufliegenden Schelfeis kompaktierten glazialen Sedimenten, die von geringmächtigen glazialmarinen Sedimenten überlagert werden, erbrachte das neue 3t-Schwerelot (GSL) gute Kerngewinne. Die glazialmarinen Sedimente sind häufig in den unteren Bereichen grob geschichtet oder fein laminiert und gehen nach oben in bioturbate, sandige bis kiesige Sedimente über. Dabei zeigt sich die Tendenz zu größeren



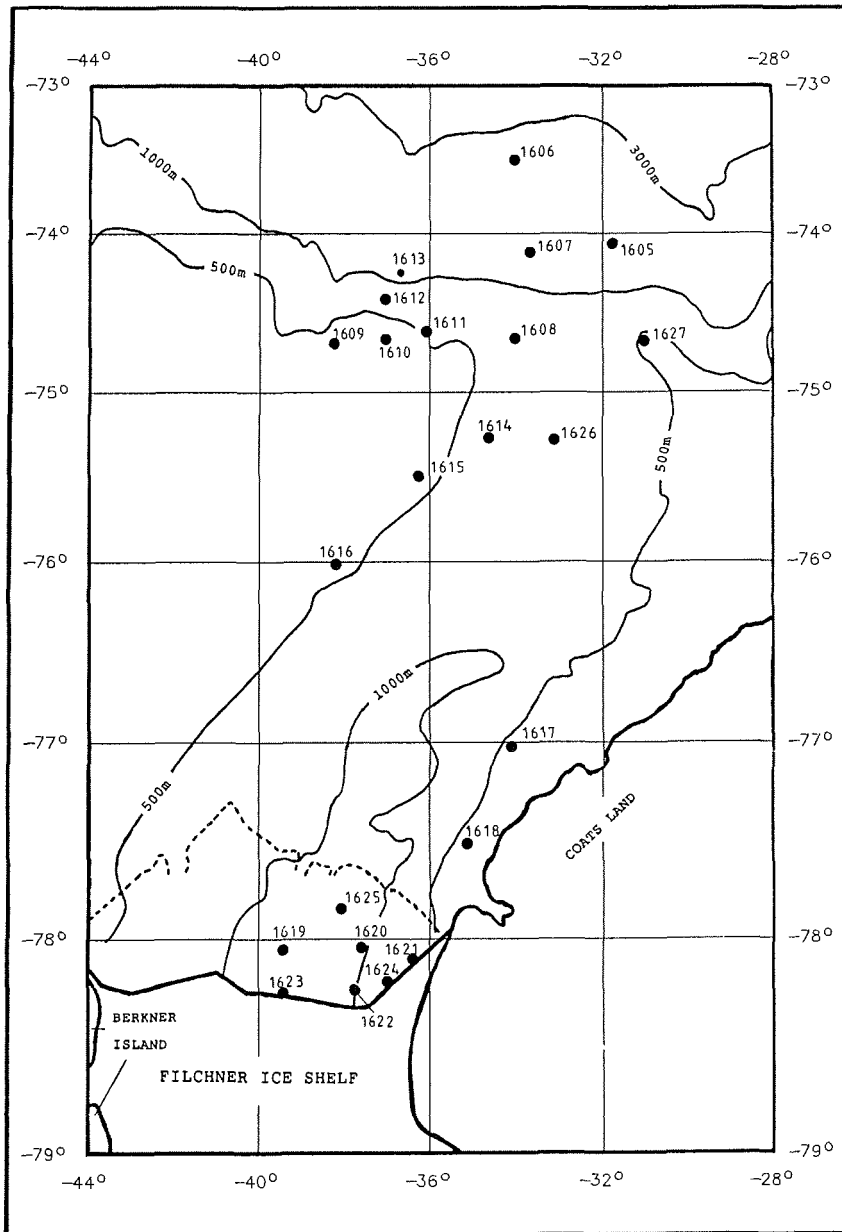


Abb. 21: Probenstationen in der Filchner Rinne (Crary Trough) und am angrenzenden Kontinentalhang ("overflow-Gebiet"); die gestrichelte Linie beschreibt den Verlauf der Schelfeiskante im Südsommer 1983/84.

Fig. 21: Geological sampling stations in the Crary Trough (Filchner Rinne) and the adjacent continental slope (overflow region); dashed line follows the ice shelf edge as austral summer 1983/84.

Korngrößen mit steigender Wassertiefe. Auffällig ist eine stark verarmte, jedoch auch mehrjährige epibenthonische Organismen enthaltende Fauna. Detaillierte Analysen der Sedimente lassen weitergehende Erkenntnisse über die Sedimentation unter dem Schelfeis und über den holozänen Rückzug der Eismassen erwarten.

Mit den beiden Stationen am oberen östlichen Hang und den vier Stationen im nördlichen Bereich der Filchner Rinne (1614-1618, 1626, s. Abb. 21) wurde ein bereits vorhandenes Probenetz flächenhaft ergänzt. Es zeichnet sich ab, daß die Sedimente weitgehend in das durch Voruntersuchungen an Probenmaterial der Expeditionen ANT-I bis ANT-IV gewonnene Bild passen. Demnach befinden sich die nördlichen Stationen im Ausstrombereich einer kalten Wassermasse, die sich auf dem Filchner-Schelf bildet, entlang des Westhangs der Filchner Rinne nach Norden strömt und über die Schelfkante in das Weddellmeer abfließt.

In diesem "Overflow"-Gebiet wurden bereits vorhandene Proben von den Expeditionen ANT-IV und ANT-V im wesentlichen zu drei West-Ost streichenden Stations-Profilen ergänzt. Die Profile verlaufen damit senkrecht zu einer sich bis in die Tiefsee fortsetzenden Erosionsstruktur, die durch die abströmende Wassermasse angelegt wurde. Die Erosionsstruktur weist am Kontinentalhang Höhenunterschiede von ca. 300 m mit im Westen geringeren Wassertiefen auf. An den Sedimentproben soll versucht werden, quartäre Veränderungen in der räumlichen Verbreitung sowie in den Abflußraten und -geschwindigkeiten der Wassermasse zu rekonstruieren. Dabei sollen Abhängigkeiten von den quartären Klimazyklen untersucht werden.

Bereits an Bord wurden die GKG-Archivkerne und die SL-Kerne der Stationen 1605 (unterer Schelfhang) und 1611 (Schelfkante) geöffnet, fotografiert, beschrieben und beprobt (Radiographien, smear slides, Palaeomagnetik, 2ml-Proben für Wassergehalt, Geochemie und sedimentphysikalische Eigenschaften und 5ml- sowie 60ml-Proben für Korngrößen und Komponenten). An den smear slides und der abgesiebten Sandfraktion wurde eine qualitative Komponentenanalyse durchgeführt.

Nach den GKG-Beschreibungen, den Auswertungen der Radiographien und den Kernbearbeitungen enthalten die oberen Sedimentdezimeter bioturbate Silte bis Kiese. Sie überlagern an der Schelfkante strukturlöse, schlecht sortierte und stark verfestigte Sedimente, in denen im beprobten SL-Kern 1611-3 durchgehend kalkige Foraminiferen, Seepockenbruchstücke, Radiolarien, Diatomeen und Schwammnadeln sowie vereinzelt Bryozoen, Seeigelstachel und Ostracoden auftreten. Diese Sedimente könnten ältere glazialmarine Ablagerungen darstellen, die durch das während einer Glazialzeit bis zur Schelfkante vorgerückte Filchner-Schelfeis kompaktiert wurden.

Am Schelfhang überlagern die bioturbaten Oberflächensedimente sehr gut sortierte, gut geschichtete bis fein laminierte Sedimente. Im beprobten SL-Kern 1606-3 sind in 78-107 cm und 354-404 cm Kerntiefe erneut bioturbate Sedimente eingeschaltet. Sie zeigen im Vergleich zum bioturbaten Horizont an der Oberfläche z.T. neben ähnlichen Sedimentfarben auch ähnliche Häufigkeiten

bei den biogenen Komponenten (Maximum in der Verbreitung von Radiolarien, Diatomeen und Schwammnadeln bei einem leichten Rückgang der kalkigen planktonischen und benthischen Foraminiferen). Weitergehende Bearbeitungen des Probenmaterials, einschließlich Datierungen, werden zeigen, ob es sich dabei um Ablagerungen aus den vergangenen Interglazialzeiten handelt.

#### 3.4.7 Antarktische Konvergenz - Agulhas Becken (G. Kuhn)

Auf dem Rückweg nach Kapstadt wurden vom 9. bis 12. März 1988 Sedimentproben vom Atlantisch-Indischen Rücken in der Umgebung von Bouvet Island genommen (Gebiet F in Abb. 9, Abb. 22). Untersuchungsziele waren zum einen an der Verankerungsstation der Sedimentfallen (Station 1654, Verankerung PF1, ANT-V/4 und PF2 dieses Fahrabschnittes) die Überlieferung des in den Fallen gefundenen Sedimentationssignals in den Ablagerungen am Meeresboden. Zum anderen sollen neben üblichen sedimentologischen Methoden (Sedimentstrukturen und -typen, sedimentphysikalische Parameter, Komponentenanalyse) auch isotopenstratigraphische Untersuchungen durchgeführt werden. Durch die gewonnenen Informationen sollen Aussagen zur Paläoozeanographie der Antarktischen Konvergenz möglich sein.

Die Sedimentproben wurden mit dem Großkastengreifer, dem Schwerelot und dem Kolbenlot genommen. Die Probennahme wurde durch stürmisches Wetter mit hohem Seegang und Dünung und durch die sehr zähen und elastischen Diatomeensedimente erschwert. Auf allen 6 Stationen (1649 bis 1654) wurde der Großkastengreifer eingesetzt. Nur auf Station 1650 war die gewonnene Probe stark gestört. Mit dem Schwerelot wurden auf den Stationen 1649 bis 1651 insgesamt 16,7 m Kerngewinn erzielt. Nach nur geringem Kerngewinn auf Station 1651 wurde auf den Stationen 1652 bis 1654 das Kolbenlot erfolgreich eingesetzt (Kerngewinn ges. 32 m).

Die Stationen liegen auf einem Nord-Süd Profil über dem Atlantisch-Indischen Rücken in Wassertiefen zwischen 1800 m und 3750 m. Die Sedimente sind überwiegend Diatomeenschlämme, die geringere Anteile von Radiolarien und planktischen Foraminiferen enthalten. In einigen Horizonten wurden Aschen abgelagert. An dem gewonnenen Kernmaterial sollen unterschiedliche stratigraphische Methoden angewendet, miteinander verglichen und gegenseitig geeicht werden. Im einzelnen ist geplant, eine Stratigraphie durch Diatomeen, stabile Sauerstoffisotope an Foraminiferen (planktische und benthische), Paläomagnetik und durch petrographisch-geochemische Untersuchungen an vulkanischen Aschenlagen aufzustellen. Vorläufige Datierungen der Sedimentkerne durch Diatomeen ergibt eine Einstufung in die *Thalassiosira lentiginosa* Zone. Daraus folgt auch für die langen Sedimentkerne (> 12 m) ein Alter jünger als 600.000 Jahre und relativ hohe Sedimentationsraten. Als Besonderheit wurde auf Station 1653 im Kernfänger des Kolbenlotes (Kernlänge 7 m) eine harte Porzellanitlage beprobt, die wahrscheinlich ebenfalls jünger als 600.000 Jahre ist. Untersuchungen zur Genese dieses Porzellanits sollen Informationen zur Opalidiagenese ergeben.

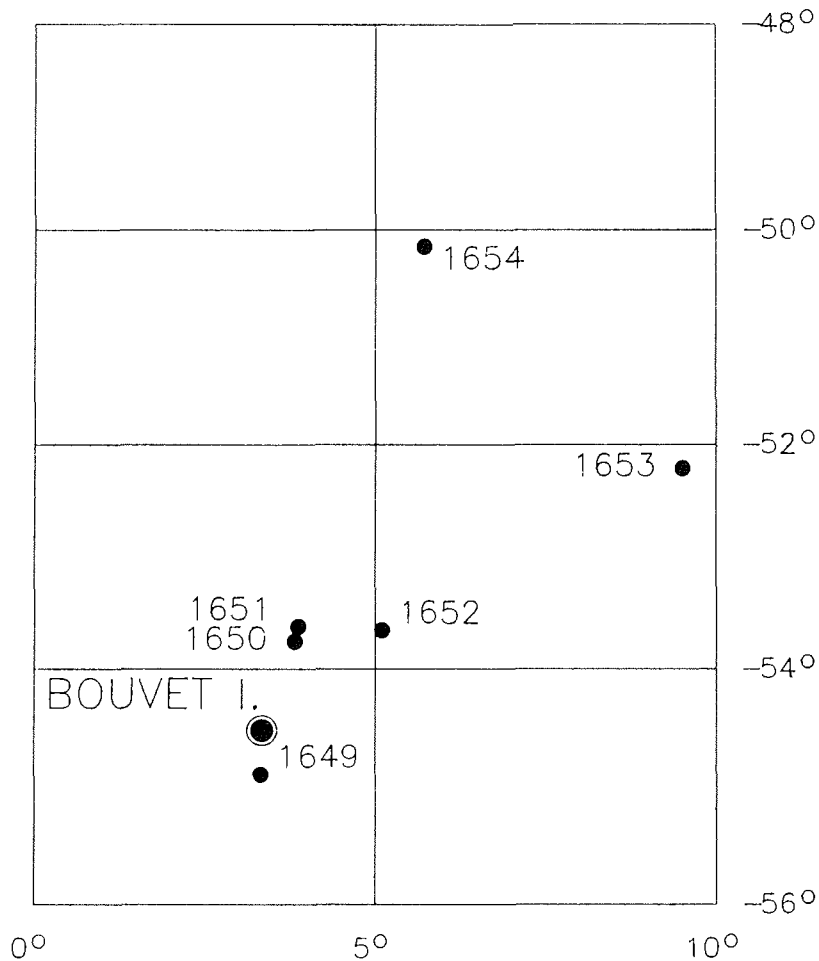


Abb. 22: Geologische Probenstationen im Bereich von Bouvet Island und der Antarktischen Konvergenz.

Fig. 22: Sampling stations in the vicinity of Bouvet Island and at the Antarctic Convergency.

#### 3.4.8 Frühdiagenese von Silikaten im Weddellmeer (M. Schlüter)

Im Weddellmeer sind kieselige Mikroorganismen wichtige Informationsträger zur Rekonstruktion der Klimageschichte und zur Datierung und Parallelisierung von Sedimentkernen. Lösungsvorgänge in der Wassersäule und frühdiagenetische Veränderungen während der Sedimentbildung haben jedoch einen starken Einfluß auf die Fossilisation dieser Opalskelette. Für die Bewertung von Mineralstabilitäten, z.B. von Opal, und Neu- bzw. Umbildungsprozessen von Tonmineralien ist die Zusammensetzung des Porenwassers ein sensibler Indikator. Besonders die Aluminiumkonzentration des Porenwassers spiegelt diese Prozesse wider. Die Messung der Al-Konzentration in den Porenwässern ist

daher ein wichtiger Schritt, um Aussagen über die Frühdiagenese von Silikaten und somit auch über die Stabilität von Opal im Sediment machen zu können.

Die Probennahme während ANT-VI/3 erfolgte auf 27 Stationen im Bereich des südlichen und östlichen Weddellmeeres in Wassertiefen von 450 bis 4000 m (Tab. 4). Auf 17 Stationen wurde neben dem Großkastengreifer (GKG) ein Multicorer (MUC) eingesetzt. Beim Hieven dieses Gerätes kommt es kaum zu einer Durchmischung des "Bodenwassers" und der Sedimentoberfläche mit und in der Wassersäule, wie es beim GKG der Fall ist. Visuell läßt sich dies bereits an dem sedimentüberstehenden Wasser erkennen. Im GKG ist es meist durch Suspensionsfracht getrübt, während es im Multicorer ohne merkliche Trübung bleibt. Vergleicht man die Konzentrationen an gelöstem Sauerstoff im "Bodenwasser" von GKG und MUC, zeigen sich Differenzen von 4-48% (n=7, Abb. 23). Abgeleitet aus Sauerstoffprofilen (Sauerstoffkonzentration in Relation zur Tiefe) im GKG und MUC Proben, die auf derselben Station genommen wurden, schätzen wir den Bereich in dem eine Durchmischung von Sediment und sedimentüberstehendem Wasser stattfindet, auf 3-7 mm.

Sofort nachdem die Probe an Deck gelangte, wurden Teilproben genommen und im Kühllabor bei ca. +2°C bearbeitet. Zur Porenwassergewinnung wurde eine Teilprobe mit Hilfe von Paßringen in 1, 2,5 bzw. 5 cm Segmente (zunehmend mit der Sedimenttiefe) unterteilt und in Teflonpressen ausgepreßt. Zur Messung von gelöstem Sauerstoff, pH und Formationsfaktor wurden Elektroden mit Hilfe eines Mikromanipulators ins Sediment bewegt. Die Porenwasseranalysen auf Silikat, Nitrat, Nitrit, Alkalität und Aluminium (14 Stationen) erfolgten bereits an Bord.

In den Porenwässern sind die höchsten Si-Konzentrationen in Schelfsedimenten (640  $\mu\text{M}$  = Mikromol), die niedrigsten in Sedimenten der Tiefsee (160  $\mu\text{M}$ ) gemessen worden. Das auffälligste Merkmal vieler Silikatprofile ist die Lage des Konzentrationsmaximums, bei ca. 4-5 cm (Abb. 24). Bei einem Großteil der Profile nimmt die Konzentration nach Erreichen des Maximums mit zunehmender Tiefe ab und bleibt im Bereich von 15-35 cm konstant. Dieser Profilverlauf ist besonders charakteristisch für die Sedimente vom Schelf.

Mit einer fluorometrischen Methode wurden Aluminiumanalysen durchgeführt. Kontaminationen bereiteten zu Anfang erhebliche Schwierigkeiten. Die Al-Konzentrationen der analysierten Porenwässer liegen im Bereich von 10-250 nM (Nannomol). Die in Abb. 24 dargestellten Al-Profile haben bei 3-5 cm ein Minimum und weisen einen nahezu spiegelbildlichen Verlauf zu den Si-Profilen auf.

Als Ergänzung zu O<sub>2</sub>-Messungen, die wir auf ANT-V/4 durchführten, wurden auf weiteren 18 Stationen in MUC- und/oder GKG-Proben die Konzentration an gelöstem Sauerstoff im Sediment gemessen. In Schelfsedimenten findet die Sauerstoffzehrung bereits in den obersten Zentimetern statt. Sedimente größerer Wassertiefen sind aufgrund des geringeren Eintrags an organischer Substanz noch in 20-30 cm Sedimenttiefe mit bis zu 130  $\mu\text{M}$  Sauerstoff versorgt (Abb. 25). Die flachen Sauerstoff- und Nitratgradienten in diesen

Tabelle 4: Zusammenstellung der geochemischen Stationen und der an Bord durchgeführten Analysen (Form = Formationsfaktor).

Table 4: Geochemical sampling and analysis during ANT-VI/3 (GKG = box-core, MUC = multicore, Form = formation factor).

Station	Gerät	Si	NO <sub>3/2</sub>	pH	Alk	Form.	Al	O <sub>2</sub>
1587	GKG	x	x	x	x	x		x
1590	GKG	x	x	x	x	x	x	x
1591	GKG	x	x	x	x	x	x	
1593	GKG	x	x		x		x	
1595	GKG	x	x	x	x	x	x	
1596	GKG	x	x	x	x	x		x
	MUC							x
1599	GKG	x	x	x	x	x		x
	MUC	x	x					x
1605	GKG	x	x	x	x	x	x	x
	MUC	x	x					x
1606	GKG	x	x	x	x	x	x	
	MUC							x
1607	GKG	x	x	x	x	x	x	
	MUC							x
1609	GKG	x	x	x	x	x	x	
1611	GKG	x	x	x	x	x		
	MUC							x
1613	GKG	x	x		x			
	MUC			x		x		x
1619	GKG	x	x	x	x	x	x	
	MUC							x
1620	GKG	x	x	x	x			
	MUC					x	x	x
1622	GKG	x	x	x	x	x	x	x
	MUC	x	x		x	x		x
1625	GKG	x	x	x	x	x		
	MUC							x
1626	GKG	x	x	x	x	x		
1635	GKG	x	x	x	x	x	x	x
	MUC	x	x		x			x
1636	GKG	x	x	x	x	x		x
	MUC							x
1637	MUC	x	x	x	x	x		x
1638	GKG	x	x	x	x	x	x	
	MUC	x	x	x				x
1639	GKG	x	x	x	x	x	x	
	MUC	x	x					x
1640	MUC	x	x	x	x	x		
1643	MUC	x	x	x	x	x		
1645	GKG	x	x					
	MUC			x		x		x
1647	GKG	x	x	x	x	x		
	MUC	x	x	x		x		

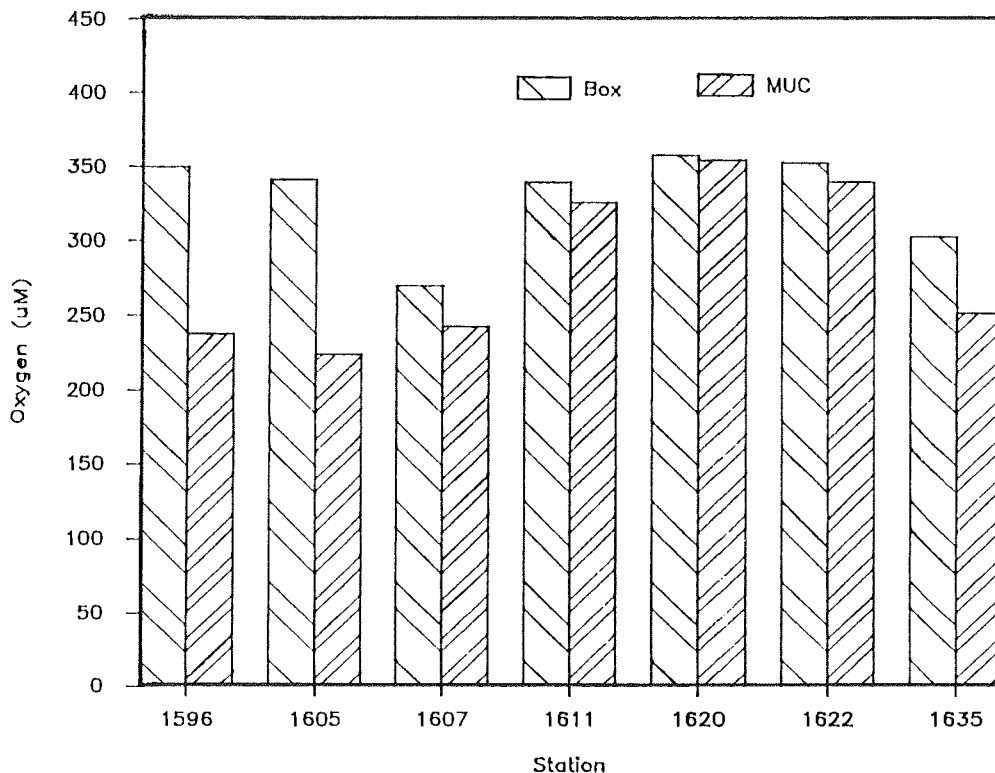


Abb. 23: Vergleich der Sauerstoffkonzentration im sedimentüberliegenden Wasser, gemessen im GKG bzw. MUC.

Fig. 23: Comparison of oxygen concentrations measured in the sediment overlying waters of box-core, multicore samples respectively.

Sedimenten lassen den Schluß zu, daß auch in 40-50 cm Sedimenttiefe noch Sauerstoff vorhanden ist. Mit Hilfe dieser Daten soll versucht werden, die Abbauraten von organischem Material im Sediment zu quantifizieren. Die mit der Sauerstoffzehrung verbundene  $\text{CO}_2$  Produktion führt zur Lösung von Kalziumkarbonat. Unter Berücksichtigung der pH- und Alkalitätsdaten sollen Aussagen über die Stabilität von Kalzit im Sediment gemacht werden.

Nach Abschluß der Fahrt werden im Institutslabor weitere Analysen durchgeführt. Das Sediment soll u.a. auf  $\text{C}_{\text{org}}$ ,  $\text{C}_{\text{anorg}}$ , Wassergehalt und Opalgehalt untersucht werden. Zur Abschätzung der Bioturbationstiefe sind  $^{210}\text{Pb}$ -Analysen geplant. Analysen der konservierten Porenwässer u.a. auf Fe, Mn, Ca, Mg,  $\text{SO}_4$ , und F sollen die an Bord durchgeführten Untersuchungen ergänzen. Mit Hilfe von diagenetischen und thermodynamischen Modellen hoffen wir, die Mechanismen, die das Zustandekommen dieser Si- und Al-Porenwasserprofile bedingen, zu klären, um so Aussagen über die Frühdiagenese von Silikaten machen zu können.

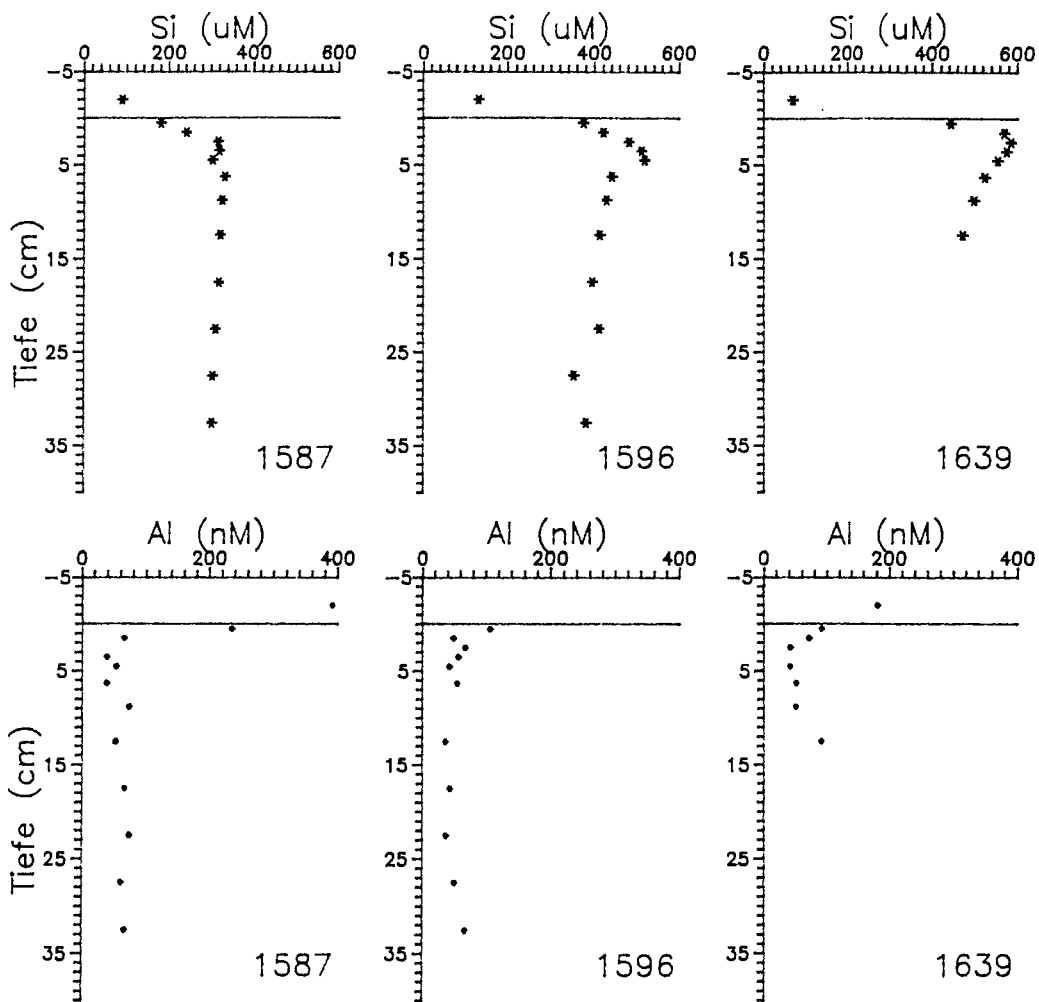


Abb. 24: Silikat- und Aluminiumkonzentration im Porenwasser der Stationen 1587 (SW Maud Rise, 4738 m), 1596 (N Halley, 1707 m) und 1639 (Kapp Norvegia, 1567 m).

Fig. 24: Silicate and aluminium depth profiles in the pore waters of cores 1587 (SW Maud Rise, 4738 m), 1596 (N Halley, 1707 m) and 1639 (Kapp Norvegia, 1567 m).



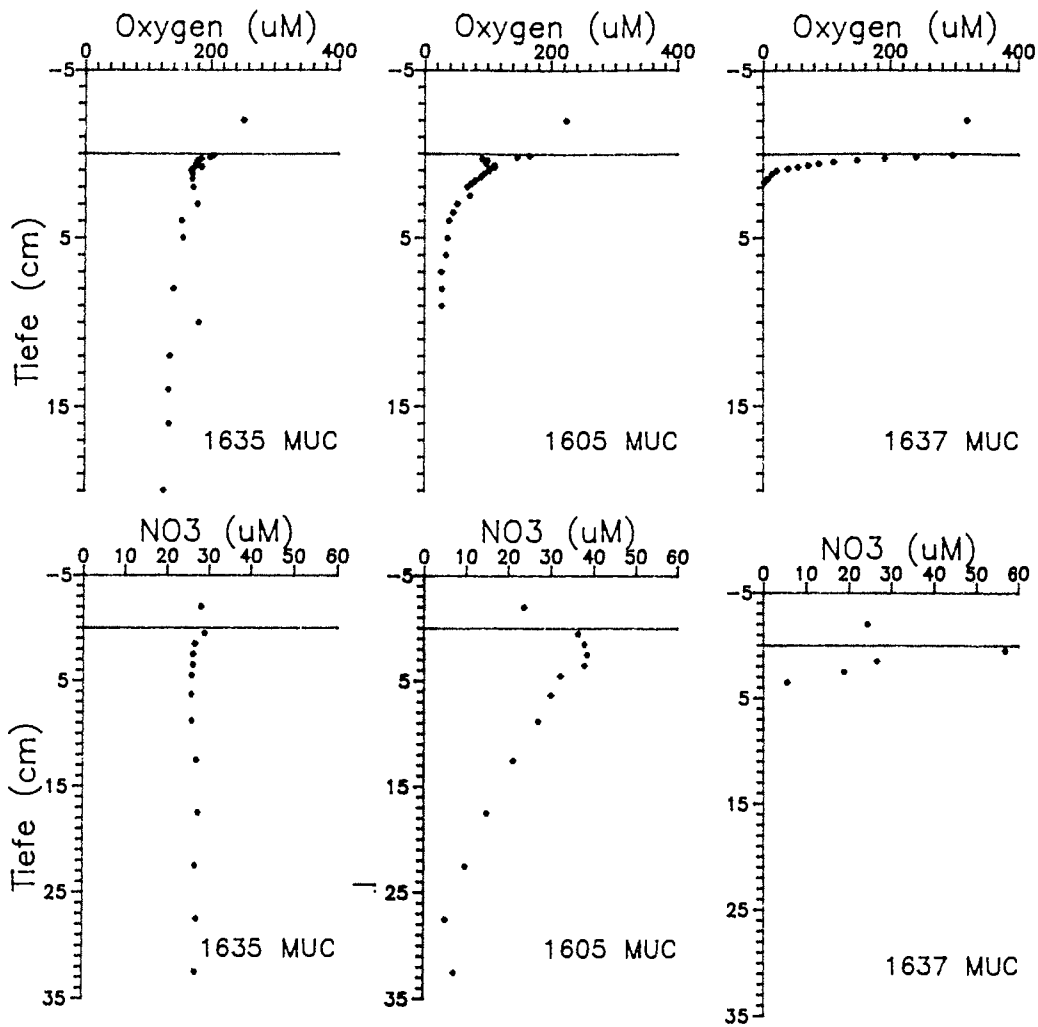


Abb. 25: Porenwasserprofile von Sauerstoff und Nitrat in den Kernen 1635 (zentral. Weddellmeer, 3998 m), 1605 (N Filchner Rinne, 1707 m) und 1637 (N Halley, 444 m).

Fig. 25: Depth profiles of oxygen and nitrate concentration in pore waters of cores 1635 (central Weddell Sea, 3998 m), 1605 (N Cray Trough, 1707 m) and 1637 (N Halley, 444 m).

#### 3.4.9 Niederfrequente Sedimentechographie (G. Kuhn)

Mit dem 3,5 kHz Sedimentechographie-System wurde während der An- und Abfahrten zum Weddellmeer und während der gesamten Dampfzeit in den Arbeitsgebieten (ca. 13000 Seemeilen) der Aufbau der obersten Meter des Meeresbodens untersucht. Die im Analogschrieb aufgezeichneten unterschiedlichen Reflexionsmuster wurden zum einen für die Auswahl von Beprobungsstationen benötigt, und zum anderen sollen die Ergebnisse der Profilstrecken dieses Fahrtabschnittes mit denen von ANT-IV/3 und ANT-V/4 in einer Karte als flächenhafte Verteilung von Sediment-Echotypen zusammengefaßt werden. Hierfür wurde ein FORTRAN-Programm entwickelt, das aus den korrigierten Positionsdaten die 5 Minuten Positionen herausliest und diese Positionspunkte in eine Karte plottet. Anschließend lassen sich die Zeitmarken in den Analogschrieben eindeutig den Positionspunkten zuordnen und die unterschiedlichen Sediment-Echotypen auskartieren.

Nach bisherigen Erkenntnissen lassen sich folgende Zuordnungen treffen:

- Schallhartes Echo, ohne Eindringtiefe, Diffraktionshyperbeln, im oberen Schelfbereich (ca. 100 bis 1000 m Wassertiefe).  
Interpretation:  
Grobes, schlecht sortiertes glazialmarines Sediment mit vielen eistransportierten Steinen, stellenweise überkompaktiert.
- Schallhartes Echo, geringe Eindringtiefe, stellenweise einige Reflektoren (1-3), in größerer Wassertiefe (ca. 2000 bis 5000 m) am unteren Schelfhang oder in der Tiefsee).  
Interpretation:  
a) Erosionsgebiete mit einer Sand- oder Kieslage als Reliktsediment am Meeresboden, oder  
b) durch stärkere Strömung abgelagerte gut sortierte Sande mit geringen Feinkornanteilen (Turbidite, Konturite)
- Echo mit hohen Eindringtiefen (stellenweise bis 50 m) und vielen Reflektoren (multi layer) im tieferen Bereich des Kontinentalhanges (Terrasse zwischen 1800 und 3000 m Wassertiefe) .  
Interpretation:  
Hemipelagische zyklische Sedimentabfolgen mit hohen biogenen Anteilen (planktische Foraminiferen, Skeletttopal) in den Interglazial-Ablagerungen und mehr terrigenem Material in den Glazial-Ablagerungen.
- Echo mit hohen Eindringtiefen (stellenweise bis 100 m) und sehr vielen Reflektoren (multi layer) in der Tiefsee des Weddellmeeres (Abyssal Plain).  
Interpretation:  
a) Hemipelagische Sedimente, stellenweise durch schwache Bodenströmungen umgelagert oder angeliefert, "Levee"-Bildungen neben Abflußrinnen, überwiegend feinkörnige Silt- und Tonpartikel, wenig biogenes Material, oder

b) auf kontinentfernen Erhebungen (Maud Rise, Atlantisch-Indischer Rücken bei Bouvet Island), vollbiogenes Sediment (Diatomeensediment, stellenweise mit vielen planktischen Foraminiferen).

Neben der Verteilung unterschiedlicher Echo- beziehungsweise Sedimenttypen wurden die bereits von früheren Expeditionen bekannten Erosionsstrukturen weiter auskartiert. Die drei bisher entdeckten Erosionsstrukturen bilden sich als ungefähr südwest-nordost verlaufende Geländestufen mit steil abfallenden Osthängen in der Meeresbodenmorphologie ab. Wahrscheinlich wurden sie durch vom Schelf des Weddellmeeres abfließendes Bodenwasser ausgeformt.

#### 3.4.10 Positionsbestimmung mit INDAS und GPS (F. Niederjasper)

Der Einsatz des Fächersonars SEABEAM während ANT-VI/3 erfordert für die spätere Bearbeitung der SEABEAM-Daten eine hochgenaue Schiffsnavigation. Auch andere Bereiche der marinen Geowissenschaften stellen hohe Anforderungen an Navigation und Positionierung, die ohne nachträgliche Bearbeitung der Positionsdaten nicht erreichbar sind.

Das Integrierte Navigations- und Datenerfassungssystem INDAS-V der "Polarstern" registriert die Daten verschiedener Navigationssensoren, verarbeitet sie und gibt alle 5 Sekunden die aktuelle Schiffsposition aus. Das Hauptarbeitsgebiet der Expedition ANT-VI/3 lag zwischen 68° und 78°S. In diesen hohen Breiten kann die Absolutpositionierung nur durch Messung zu Satelliten des Navigationssystems erfolgen. Die polumlaufenden Satelliten liefern im o.g. Gebiet alle 30 bis 60 Minuten eine Schiffsposition mit einer absoluten Lagegenauigkeit von etwa  $\pm 100$  m (1 Sigma). Zwischen den Satellitenfixen werden die Koppelpositionen über Schiffsgeschwindigkeit (Doppler Sonar oder EM-LOG) und Kurs (Kreiselkompaß) berechnet. Die Differenz (off-set) zwischen Koppelposition und aktueller Satellitenposition ermöglicht eine Abschätzung der Positionsgenauigkeit. Während ANT-VI/3 betrugen die "off-set" nach ca. 30-minütiger Koppelmessung im Mittel etwa 600 m. Diese Differenz wird nachträglich zeitproportional auf die zurückliegenden Positionen verteilt. Die mittlere Lagegenauigkeit liegt nach dieser Verbesserung für alle Profilpunkte bei ca.  $\pm 300$  m (1Sigma). Dieses Ergebnis wird durch Vergleich mit den GPS-Positionen bestätigt. Die geringen "off-sets" sind Folge des überwiegend fehlerfrei arbeitenden Doppler-Sonars (DO-LOG), das nur bei schwerer Eisfahrt zeitweise ausfiel.

Während der gesamten Expedition wurde parallel zu INDAS Positionsbestimmung mit einem GPS-Empfänger vom Typ Magnavox T-Set durchgeführt. Das in der Aufbauphase befindliche Global Positioning System liefert kontinuierlich Position, Kurs und Geschwindigkeit mit hoher Genauigkeit. Während ANT-VI/3 waren 7 Satelliten nutzbar. Durch Annahme einer konstanten Höhe über dem Meeresspiegel und durch die Hinzunahme eines Rubidium Oszillators als externes Zeitnormal, konnte ca. 14 Stunden täglich mit dem System navigiert werden. Nach Ausfall des Oszillators waren noch ca. 11 Stunden nutzbar. Die Datenübertragung zum Bordrechner VAX 11/750 erfolgte zu Beginn der Reise direkt über eine serielle Schnittstelle. Der erste Aufenthalt im Bereich der

Georg-von-Neumayer-Station wurde dazu genutzt, den GPS-Empfänger an INDAS anzuschließen. Die GPS-Positionsdaten werden in dieser Konzeption von INDAS gelesen und in unveränderter Form als zusätzliche Information über das INDAS-Kurztelegramm ausgegeben. Dem wissenschaftlichen Nutzer stehen so, konzentriert in einem Datentelegramm, alle wesentlichen Navigationsinformationen in DV-gerechter Form zu Verfügung. Um eine optimale Ausnutzung der GPS-Beobachtungszeiträume zu gewährleisten, aber auch um Positionsungenauigkeiten als Folge einer GPS-ungünstigen Systemgeometrie zu erkennen, wurden täglich Alertlisten mit Beobachtungszeiten, Höhenwinkel und Azimut der Satelliten und Angaben zur momentanen Güte der Geometrie erstellt. Anhand dieser Information können die registrierten GPS-Positionen weiter bearbeitet und zur gegenseitigen Kontrolle mit den INDAS-Positionen graphisch dargestellt und verglichen werden. Zur endgültigen Optimierung der Daten wurden die GPS-freien Zeiten durch INDAS-Positionen ergänzt. Diese Arbeiten wurden bereits an Bord durchgeführt. Als Ergebnis liegen für die gesamte Expedition ANT-VI/3 genaue Schiffspositionen in einem zeitlichen Abstand von 20 Sekunden vor.

#### 3.4.11 Bathymetrische Vermessung mit dem Fächersonar SEABEAM und dem Schelfrandechoлот NBS (U. Herzfeld, L. Möhlmann, F. Niederjaser)

Mit dem Ziel, langfristig ein großmaßstäbiges bathymetrisches Kartenwerk des Kontinentalhangs der Antarktis zwischen 60°W und 0° zu erstellen, und um die vorhandenen kleinmaßstäbigen Karten, z.B. GEBCO, zu verbessern, wurden während der gesamten Expedition ANT-VI/3 kontinuierlich bathymetrische Messungen durchgeführt.

Das Echoлот NBS wird schiffsseitig permanent betrieben. Die gemessenen Signale werden analog als Längsprofil des Meeresbodens mittels Graphikrekorder aufgezeichnet. Zusätzlich werden die Signale in digitale Tiefenwerte umgewandelt und u.a. über INDAS ausgegeben. Sie stehen den wissenschaftlichen Nutzern zur Verfügung. Da in der Vergangenheit häufig grob falsche digitale Tiefen ermittelt wurden, wurde das System vor Beginn der Expedition ANT-VI modifiziert. Um akustische Störungen aus der Wassersäule zu unterdrücken, wird automatisch durch die Echoлотanlage ein Beobachtungsfenster in Meeresbodennähe generiert. Für die Tiefenbestimmung werden nur Signale aus dem Bereich dieses Fensters verwendet. Als Folge dieser Verbesserung konnte während ANT-VI/3 auch bei großen Wassertiefen mit der 20 kHz Meßfrequenz gearbeitet werden. Gegenüber früheren Messungen mit 12 kHz wurden wesentlich weniger Ausreißer in den Meßdaten festgestellt. Um die Restfehler korrigieren zu können, werden die analogen Signale zusätzlich großmaßstäbig (i.d.R. max. ein Tiefenbereich von 1000 m) auf einem weiteren Graphikrekorder aufgezeichnet.

Mit dem Fächersonar SEABEAM wurden ab etwa 600 m Wassertiefe während der gesamten Expedition bathymetrische Vermessungen durchgeführt. Das System arbeitete weitgehend störungsfrei. Nur einige altersbedingte Hardwarefehler des Systemrechners Data General Eclipse 130S führten zu kurzen

Unterbrechungen. Die SEABEAM-Daten wurden über eine serielle Schnittstelle zum Bordrechner übertragen, vollständig weiterverarbeitet und auf Magnetband gespeichert.

#### Messung und vorläufige Ergebnisse

Wenn es die Eisverhältnisse und die sonstigen wissenschaftlichen Aktivitäten zuließen, wurde der Schiffskurs parallel zu bereits mit SEABEAM vermessenen Profilen geplant, um so zu einer flächenhaften Abdeckung des gesamten Arbeitsgebietes zu kommen. Zusätzlich zu den Einzelprofilen wurden einige ausgewählte Gebiete gezielt flächenhaft vermessen:

- Maud Rise im Bereich geologischer Probenstationen (Abb. 17).
- Lyddan Ice Rise entlang eines geologischen Schnittes (Abb. 20).
- Detailvermessung südöstlich des Wegener Canyons bis zum Schelfrand (Abb. 19).
- Mehrere Profile von der Atka Bucht in Richtung Nordwest als Planungsgrundlage für spätere Vermessungen in diesem extrem zerklüfteten Gebiet.

Alle SEABEAM-Messungen wurden bereits an Bord vollständig bearbeitet, so daß für Planungszwecke erste Tiefenlinienkarten mit Bordmitteln erstellt werden konnten.

Besonders nützlich erwies sich SEABEAM beim Einsatz der Gesteinsdredge an den Steilhängen des Wegener Canyons. Schiffsposition, Kurs und Geschwindigkeit über Grund sowie die Meeresbodenmorphologie im Bereich von Schiff und Dredge konnten durch Kombination von SEABEAM-Daten und GPS-Positionen in Echtzeit auf einem Plotter ausgegeben werden.

Durch den kontinuierlichen Einsatz und die gute Funktion der navigatorischen und bathymetrischen Meßsysteme sowie einer effektiven Routenplanung tragen die während ANT-VI/3 gesammelten Meßdaten wesentlich zum Erreichen der anfangs genannten Ziele bei.

#### 3.4.11.1 Geostatistische Verfahren im SEABEAM-post-processing (U. Herzfeld)

Während des Fahrtabschnittes ANT-VI/3 wurde der Einsatz geostatistischer Verfahren im SEABEAM-post-processing untersucht und durch Software-Entwicklung auf dem Bordrechner VAX 11/750 realisiert. Diese Methode läßt auch bei schlecht verteilten und lückenhaften Vermessungsdaten zuverlässige kartographisch-morphologische Auswertungen mit guten Ergebnissen zu.

#### Grundlagen des Kriging-Verfahrens

Zur Erweiterung des SEABEAM-post-processing wurde ein Kriging-Verfahren der Geostatistik angewendet. Das SEABEAM Vermessungsverfahren liefert systembedingt schlechtverteilte, tiefenabhängige bathymetrische Daten. Auf dieser Datenbasis ist eine direkte Interpolation von Isolinien nicht möglich. Als Grundlage der Interpolation wird zunächst ein digitales Geländemodell (DGM)

aufgebaut. Das DGM ist durch Daten in einem regelmäßigen Gitter und einem Zuweisungsalgorithmus definiert. Für die Schätzung der Gitterwerte haben Kriging-Verfahren insofern optimale Eigenschaften, als sie minimale Schätzfehler, erwartungstreue Schätzungen und explizite Angaben der Fehlergröße liefern.

Das Kriging-Verfahren besteht aus mehreren Schritten. Die Meßdaten werden als Realisation eines stochastischen Prozesses betrachtet, der einer schwachen Stationaritätsbedingung genügt. Um den räumlichen Zusammenhang der Meßwerte zu beschreiben, werden sogenannte Variogramme aus Daten eines repräsentativen Teilgebietes des Untersuchungsgebietes bestimmt. Zu gegebenem Abstand  $h$  wird ein experimenteller Variogrammwert berechnet, der ein Maß für die durchschnittliche Kovariation von Punkten mit Abstand  $h$  ist.

Das experimentelle Variogramm wird durch Anpassung einer Modellfunktion beschrieben. Dieses Variogrammodell ist durch die Funktionstyp gegeben und wird durch die drei Parameter "nugget effect", "sill" und "range" charakterisiert. Der "nugget effect" gibt die Restvarianz im Ursprung an. Das Verhalten der Kurve im Ursprung ist für die Kontinuität und Glätte der resultierenden Isolinen entscheidend. Der "range" gibt den maximalen Abstand möglicher Gitterpunkte vom nächsten Meßpunkt an. Also bestimmt der "range" die Breite der Vermessungslücken, die durch das Kriging-Verfahren überbrückt werden können. Der "sill" ist das Variationsmaß für Abstände größer als der "range".

Methodisch begründet kann die Variogrammanalyse nicht automatisiert werden. Dies ist die Stelle, an der geowissenschaftliches Verständnis der dem Datenmaterial zugrunde liegenden Zusammenhänge in das Auswerteverfahren Eingang findet. Hier unterscheiden sich geomathematische von rein mathematischen Verfahren. Lokale Strukturen der submarinen Morphologie (z.B. Canyons, Seamounts) führen zu spezifischen Variogrammen. Daher sollten Variogramme stets für jedes Untersuchungsgebiet neu berechnet und bewertet werden.

Der gewöhnliche Punkt-Kriging-Schätzer des Tiefenwerts  $z(x_p, y_p)$  im Gitterpunkt  $(x_p, y_p)$  ist durch

$$Z = Z_i$$

gegeben, wo  $z_i = z(x_i, y_i)$   $i=1, \dots, n$ , Stützwerte in Meßpunkten  $(x_i, y_i)$  einer Umgebung des Gitterpunktes  $(x_p, y_p)$  sind. Mit der Schätzung des Tiefenwerts in einem Punkt liefert der angewandte Algorithmus ohne weiteren numerischen Aufwand zugleich die Standardabweichung des Schätzfehlers.

Das bisher beschriebene Verfahren setzt trendfreies Verhalten der Daten voraus. Untersuchungen der SEABEAM-Daten zeigten, daß in den meisten Gebieten deutliche Driftkomponenten vorliegen. Hier konnten durch den Einsatz des universellen Kriging-Verfahrens deutlich bessere Resultate erzielt werden. Insbesondere erwiesen sich Modellannahmen mit linearer Drift als geeignetes Mittel zur Untersuchung und Darstellung von Gebieten mit kleinräumiger Mor-

phologie. Als typischer Anwendungsfall konnte mit diesem Verfahren der Datensatz des Wegener Canyons bearbeitet werden (vgl. Abb. 27).

#### Ergebnisse der Variogrammanalyse ausgewählter Gebiete während ANT-VI/3

Für jedes der folgenden Untersuchungsgebiete wurden richtungsabhängige Variogramme (in 8 Richtungen: 0°; 22,5°; 45°; 67,5°; 90°; 112,5°; 135°; 157,5°) und globale Variogramme, je als experimentelle residuelle und experimentelle Variogramme, berechnet, um richtungsabhängige Anisotropien der submarinen Morphologie feststellen zu können. Es handelt sich im einzelnen um die Gebiete

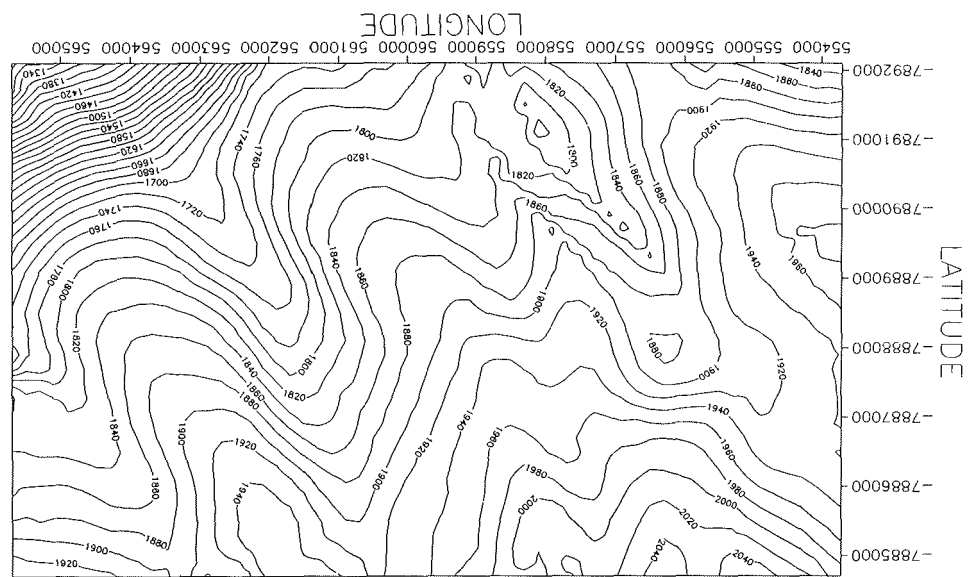
- (1) nördlich der Georg-von-Neumayer-Station  
S 70,50 / W 09,00 - S 69,50 / W 05,00
- (2) nördliche Filchner Rinne (Gebiet E in Abb. 9)
  - (a) S 74,20 / W 36,00 - S 74,20 / W 35,30
  - (b) S 74,00 / W 35,50 - S 74,05 / W 35,30
- (3) Maud Rise (Gebiet B in Abb. 9)
  - (a) S 66,02 / W 00,00 - S 65,40 / E 00,20
  - (b) S 65,85 / W 00,00 - S 65,75 / E 00,10
- (4) Wegener Canyon (Gebiet C in Abb. 9)
  - (a) S 70,81 / W 14,41 - S 70,67 / W 14,00
  - (b) S 71,12 / W 13,50 - S 71,06 / W 13,20

Variogramme unterschiedlicher Skalierung liefern Informationen über das Verhalten der Kovarianz auf kleineren und größeren Distanzen. Der Vergleich von Variogramm und residuellem Variogramm ermöglicht Schlüsse auf Vorhandensein von Drift und ist notwendig für Modellentscheidungen.

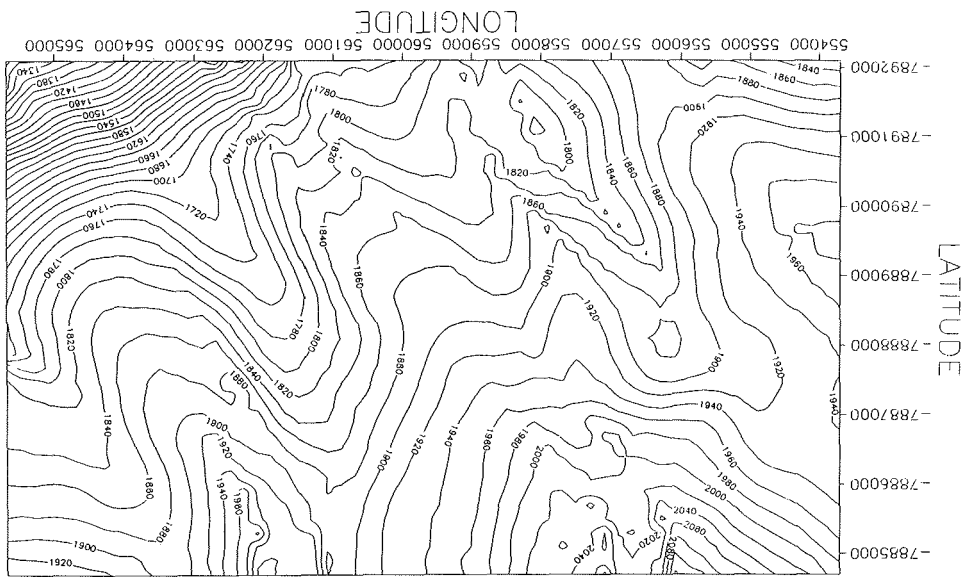
Zur Berechnung der Variogramme wurden aus jedem Untersuchungsgebiet repräsentative Teilmengen der Gesamtdatensätze ausgewählt. Es wurden jeweils 1000 bis 2000 Meßpunkte aus Teilgebieten von mindestens 3 Kurs-Streifen mit vollständiger Meßabdeckung verwendet. Lückenhafte Meßdatenverteilungen überlagern dem zu untersuchenden Abstandskovarianzverhalten deutliche Vermessungsstrukturen und führen zu Fehlinterpretationen der Variogramme. Übertragungen der Informationen aus anderen Gebieten sind nur bedingt möglich.

Die experimentellen Variogramme der untersuchten Vermessungsgebiete wurden überwiegend durch Gaussfunktionen approximiert. Im Ursprungsverhalten zeigt sich die hohe kleinräumige Kovarianz der SEABEAM-Daten. Diese ist somit wesentlich besser als aufgrund von Untersuchungen zur Varianz von SEABEAM-Daten während ANT-III/1 zu erwarten war. Die Meßgenauigkeit des Systems geht in den "nugget effect" ein; der niedrige "nugget effect", der in den meisten experimentellen Variogrammen zu sehen ist, könnte durch die geringe Größe des relativen Meßfehlers erklärt werden. Ein Vergleich der Variogramme und der residuellen Variogramme zeigt, daß im allgemeinen Drift vorliegt. Zur Heraushebung lokal stark variierender Morphologie wurden Gauss-lineare Variogramme oder lineare Variogramme (vgl. Abb. 27) verwendet. Der "range" liegt bei 3000 bis 5000 m; somit können ein bis zwei Meßstreifen breite Abstände interpretiert werden.

WEGENER CANYON subared S71,12/W13,50 - S71,06/W13,20 gap test



WEGENER CANYON subared S71,12/W13,50 - S71,06/W13,20 gap test





Frühere Analysen der Daten im Gebiet nördlich der Filchner Rinne zeigen größere systematische Meßfehler. Diese bedingen einen relativ hohen "nugget effect". Der "range" beträgt mit 2500 m etwa zweifach Meßstreifenbreite. Bei Erweiterung des Suchradius und Erhöhung der Stützpunktzahl in der Umgebung der Gitterpunkte läßt sich jedoch auch hier eine sinnvolle Analyse durchführen.

Im allgemeinen ist eine sehr gute Übereinstimmung der aus SEABEAM-Daten berechneten Variogramme mit den theoretischen Variogrammodellen der Geostatistik festzustellen.

#### Ergebnisse der kartographischen Darstellung

Die SEABEAM-Daten liegen nach Aufarbeitung positionskorrigiert in geographischen Koordinaten vor. Das geographische Koordinatensystem ist für die Schätzung ungeeignet (hoher numerischer Aufwand oder Verzerrungen), weil während des Kriging immer wieder Abstände zweier Punkte berechnet werden müssen. Die Daten werden in das UTM-System transformiert, das den Vorteil orthogonaler Koordinaten mit Meter-Skalierung hat.

Zum Test des Driftmodells des universellen Kriging wurden Karten des Maud Rise gerechnet. Lineare Drift liefert die besten Resultate, Driftmodelle höherer Ordnung bewirken Verzerrungen in Randgebieten.

Um ein flächenhaftes Bild der submarinen Morphologie zu erhalten, wurden die Vermessungsprofile in den Untersuchungsgebieten flächendeckend für die mittlere Wassertiefe geplant.

-----

Abb. 26: Vergleich der Auswertungen flächendeckender und lückenhafter Vermessungen im Wegener Canyon, Teilgebiet 71,12°S, 13,50°W / 71,06°S, 13,20°W. Interpolation eines mit der Methode des universellen Kriging mit linearer Drift geschätzten DGM, Gauss-Variogramm mit "nugget effect" = 160, "sill" = 4800, "range" = 3600 m, Gitterweite 200 m, UTM Koordinaten.

- a) Berechnung aus Daten (44.089 Punkte) flächendeckender Vermessung.
- b) Berechnung aus Daten (33.000 Punkte) mit Lücken.

Fig. 26: Comparison between two bathymetric maps, compiled on the base of a complete (a) and an incomplete SEABEAM-survey (b) of the Wegener Canyon, section 71.12° S, 13.50° W und 71.06° S, 13.20° W. Interpolation of the Digital Terrain Model (DTM) with the method of Universal Kriging with linear drift, Gauss-Variogram with "nugget-effect" = 160, "sill" = 4.800, range = 3.600 m, raster spacing = 200 m, UTM-coordinate system. Data base for a) 44.089 points and for b) 33.000.

WEGENER CANYON subarea S70,81/W14,41 – S70,67/W14,00

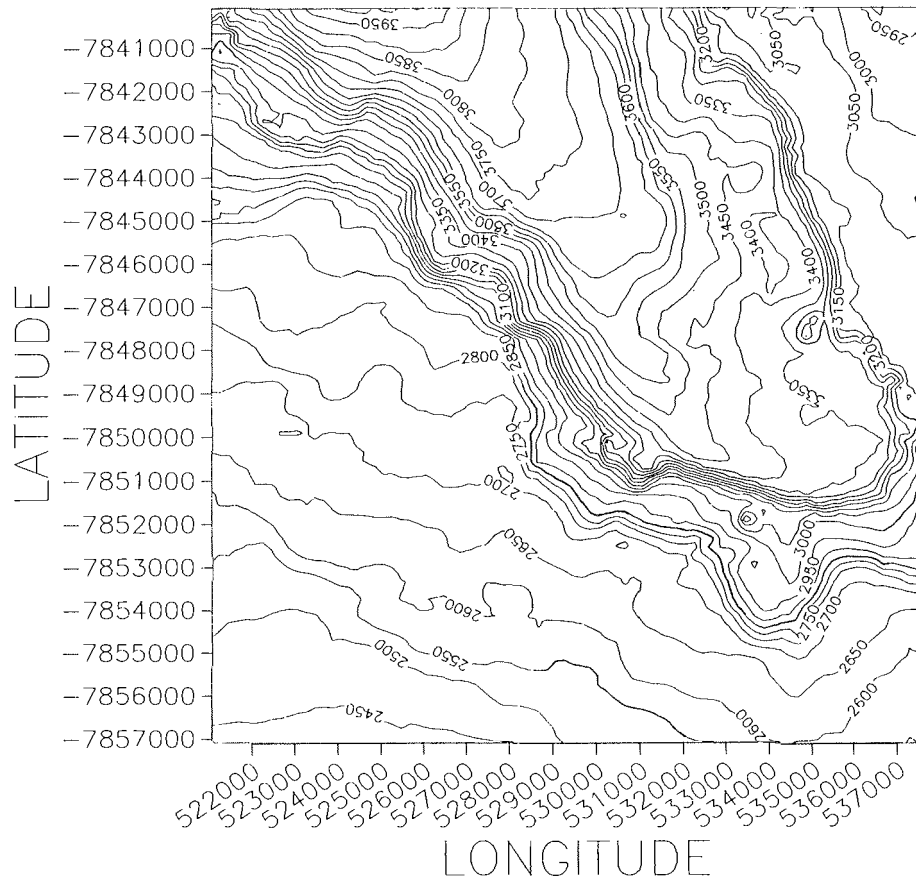


Abb. 27: Darstellung der Detailmorphologie eines bedrohten Hanges mit Steilstufe im Wegener Canyon, Teilgebiet 70,81°S, 14,41°W/70,67°S, 14,00°W. Schätzung der DGM mit universellem Kriging mit linearer Drift, linearem Variogramm mit "nugget effect" = 750, "sill" = 60.000, "range" = 5.000 m; Gitterweite 200 m, UTM-Koordinaten.

Fig. 27: Bathymetric map with detailed morphology of the Wegener Canyon area between 70.81° S, 14.41°W and 70.67°S, 14.00°W. DTM-interpolation with Universal Kriging with linear drift, linear variogram with "nugget effect" = 750, "sill" = 60.000, "range" = 5.000 m and raster spacing 200 m in UTM coordinates.

Navigationsbedingt und durch die tiefenabhängige Meßstreifenbreite des SEABEAM-Systems bleiben dennoch Lücken bestehen. Zum Vergleich der Auswertung nahezu flächendeckender und lückenhafter Vermessungen wurde ein Teilgebiet des Wegener Canyons untersucht, in dem bei der Vermessung

Lücken von mehr als einem Meßstreifen Breite geblieben waren und die später durch zusätzliche Profile geschlossen wurden. Abb. 26a zeigt die Auswertung aller Profile im Kartenblatt. Abb. 26b nur die ursprünglichen Profile; in beiden Fällen wurde das DGM mit universellem Kriging mit linearer Drift und Gauss-Variogramm berechnet. Beide Karten zeigen hohe Übereinstimmung, die Standardabweichung des Schätzfehlers beschränkt sich auf Randeffekte bei Absolutwerten von weniger als 3 m im gesamten Kartenblatt. Daraus folgt, daß mit dem universellen Kriging-Verfahren Gebiete mit Vermessungslücken von einem Meßstreifen Breite gut wiedergegeben werden können. Bei kleinerem Maßstab (etwa 1:100 000) sind größere Abstände möglich. Das Kriging-Verfahren läßt somit nicht nur qualitativ hochwertige Auswertungen zu, sondern kann bereits bei der Optimierung der Survey-Strategien als wertvolle Entscheidungshilfe herangezogen werden. Ein Zweiphasen-Survey mit Voruntersuchung zur Ermittlung der Variogrammstruktur in einem repräsentativen Teilgebiet erscheint hier als geeignetes Verfahren für zukünftige SEABEAM-Vermessungen.

Ein weiterer Vorteil des Kriging-Verfahrens liegt in der besseren Ausnutzung des Datenmaterials. Im Bereich der Dredschprofile (vgl. Abb. 19), die zur Untersuchung der dort anstehenden Gesteine gefahren wurden, zeigt der SEABEAM-online-Ausdruck Steilstufen des Hanges, die in der flächenhaften Auswertung mit der bestehenden Software (SEABONE) kaum noch zu verfolgen sind (Abb. 19). Durch Anwendung des universellen Kriging mit linearer Drift wurde das Gebiet Wegener Canyon unter verschiedenen kartographisch-morphologischen Aufgabenstellungen bearbeitet. Ein Gauss-Variogramm von "nugget effect" = 1600, "sill" = 40000, "range" = 4250 m liefert ein Bild mit verfolgbarer Steilstufe und glatten Isolinen. Ein Gauss-lineares Variogramm ("nugget effect" = 1700, "sill"-Gauss = 46640, "sill"-linear = 11660, "range"-Gauss = "range"-linear = 5000 m) liefert morphologische Einzelheiten der Steilstufe, aber wenig geglättete Isolinen (Abb. 27). In allen Fällen blieben die Standardabweichungen des Schätzfehlers mit Absolutwerten unter 5 m auf Randeffekte beschränkt.

Die Anforderungen und Fragestellungen des Geowissenschaftlers lassen sich also im Variogramm einbringen und liefern spezifische kartographische Resultate.

#### 3.4.12 Seegravimetrie und marine Magnetik (A. Brodscholl, R. Macedo)

Während des Fahrtabschnittes ANT-VI/3 wurden ständig die örtlichen Variationen der Erdschwere analog und bis auf 5 Tage digital aufgezeichnet. Das dabei benutzte Seegravimetersystem besteht aus zwei Askania GSS-3-Gravimetern (No1, N55; Bodenseewerke Gerätetechnik, Überlingen), die auf einem Tisch montiert sind, der über zwei Servos und den Tochterkreisel des Bordkreiselsystem horizontal austariert wird.

Daneben wurden auch, soweit es die geräte- und meereisspezifischen Umstände erlaubten, örtliche erdmagnetische Variationen mit einem Gradiometer bzw. Magnetometer gemessen. Das G811/811-Protonen-Gradiometer

(GEOMETRICS) besteht aus zwei Konsolen, die jeweils getrennt als unabhängige Magnetometer oder aber auch gekoppelt im "master-slave-mode" als Gradiometer verwendet werden können. Zwei Meßsonden, die aus jeweils einer Spule und einem Vorverstärker bestehen, werden im Betrieb 500 bzw. 600 Meter hinter dem Schiffskörper hergezogen. Durch diese Anordnung soll verhindert werden daß die zu messenden Variationen nur den inneren Erdmagnetfeldanteil beinhalten und nicht durch zeitlich und örtlich variierende äußere Erdmagnetfeldanteile gestört sind.

#### Digitale Datenerfassung

Ein assembler-unterstütztes FORTRAN-Programm dient dazu, die verschiedenen Parameter (Variation der Schwere und der Erdmagnetik) optional entweder auf Platte oder Magnetband digital zu übertragen. Mit Hilfe von Systemroutinen des RSX-11M/M-Plus-Betriebssystems werden die Navigationsdaten (INDAS) des Bordrechners von "Polarstern" zur Online-Datenverarbeitung in die PDP11/73 eingespeist. Diese Sekundentelegramme beinhalten nicht nur die aktuellen Positionsdaten, sondern auch Informationen über die Bathymetrie, Schiffsgeschwindigkeit und den Kurs. Mit einer interaktiv vorzugebenden Entfernungsangabe, die den Abstand zwischen den einzelnen Meßpunkten definiert, und der aktuellen Schiffsgeschwindigkeit wird die jeweilige Digitalisierungsrate errechnet. Die INDAS-Daten werden zusammen mit den Variationsdaten abgespeichert.

Am 4.1.1988 wurde das Sekundentelegramm modifiziert, indem noch kodierte GPS-Daten dazugebunden wurden (GPS-Global Positioning System). Dem entsprechend mußte auch das Datenerfassungsprogramm der PDP11/73-Rechneranlage geändert werden. Die GPS-Daten werden nun ebenfalls mit eingelesen. Zur Bestimmung der Digitalisierungsrate werden aber nach wie vor die INDAS-Daten verwendet. Im Postprocessing werden GPS-Daten dann zur besseren Positionierung der Profile mitberücksichtigt.

#### Messungen

Bedingt durch schweren Seegang und durch Salzwassereintritt in das Verkabelungssystem der Magnetometer (Versagen der Power Supply) fiel die erdmagnetische Registrierung einige Male aus. Das Meßsystem mußte deswegen wiederholt repariert werden. Trotz der Schwierigkeiten mit dem System und der teilweise recht schweren Eisbedeckung konnten mehrere Meßprofile im Weddellmeer erfolgreich gefahren werden (Abb. 28).

Die mit der PDP11/73-Rechenanlage erfaßten Daten wurden auf VAX-kompatible Bänder geschrieben, die als Ausgangsdatenträger für die noch durchzuführenden Analysen verwendet werden.

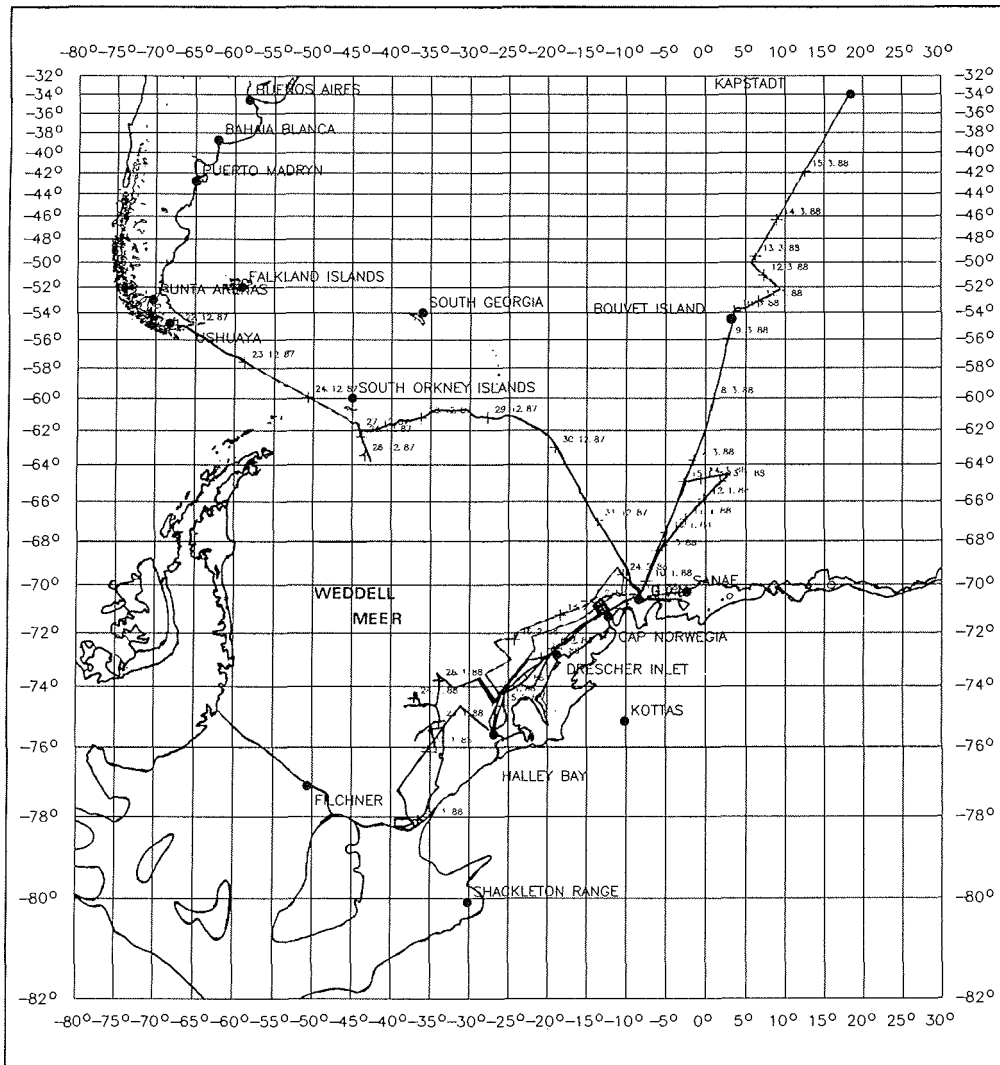


Abb. 28: Verlauf des Fahrtabschnittes ANT-VI/3. Während des gesamten Fahrtabschnittes wurden die Änderungen des Schwerefeldes der Erde gemessen. Zusätzlich wurden Profile von Ushuaya zu den South Orkney Islands, von GvN nach Halley Bay und von Bouvet Island nach Kapstadt magnetometrisch vermessen.

Fig. 28: Cruise track of RV "Polarstern" during leg ANT-VI/3. During the whole cruise changes of gravity were measured. Additionally, profiles were measured with a magnetometer from Ushuaya to South Orkney Island, from GvN to Halley Bay and from Bouvet Island to Capetown.

### 3.4.13 Verankerungsarbeiten und Sedimentfallen (H. Berner)

Auf dem Fahrtabschnitt ANT-VI/3 wurden insgesamt 9 Verankerungen bearbeitet. Es handelte sich um eine "Kurzzeitverankerung" und 8 Jahresverankerungen, die unter geologischen, biologischen und ozeanographischen Fragestellungen ausgebracht wurden.

Der Fluß partikulärer Substanzen wird im Weddellmeer an verschiedenen Standorten seit 1985 im Hinblick auf die saisonalen Schwankungen unter wechselnder Eisbedeckung sowie der Veränderung der organischen Substanz, der karbonatischen und silikatischen Planktonschalen beim Absinken durch die Wassersäule untersucht. Hierzu werden Sedimentfallen mit zeitgeschalteten Probenwechslern, die es erlauben, bis zu 25 Proben in frei wählbaren Intervallen zu nehmen, in der Wassersäule verankert. Auf dem Schelf vor Kapp Norvegia sind im Südsommer 87/88 erstmalig Sedimentfallen ausgebracht worden. Mit Hilfe dieser Probenserien soll der Zusammenhang der Planktonentwicklung in den Schelfgewässern und der Sedimentation feiner Trübstoffe, die mittels Unterwasser-Fotografie und Fernsehen beobachtet worden ist, untersucht werden. Zusammen mit den Partikelfängen werden Strömungsmessungen durchgeführt, um Aussagen über die Herkunft der Sinkstoffe und die Dynamik der Wasserkörper zu gewinnen. Profilierende Leitfähigkeits- und Temperaturmessungen in unmittelbarer Nähe der Verankerungspositionen vervollständigen das Bild der ozeanographischen Verhältnisse, Sedimentkerne aus Kastengreifern und Oberflächenproben das Bild des Sedimentationsgeschehens. Weitere Strömungs- und Wasserstandsmessungen sind auf dem Schelf, direkt vor der Eiskante und vor Bouvet Island vorgenommen worden. Ziel dieser Untersuchungen ist, Gezeiten und Fluktuationen im Küstenstrom und im Zirkulationssystem des Weddellwirbels über ein Jahr im Stundenabstand zu erfassen.

Zum Fangen von Sinkstoffpartikeln und Erfassen von Strömungen sowie Wasserständen kamen in diesen Verankerungen die folgenden Geräte zum Einsatz;

-Sedimentfallen	7 HDW	SMT 230 mit 20 Probenbechern
	2 Honjo	MK 5 mit 25 Probenbechern
-Strömungsmesser	12 Aanderaa	RCM 4, 4s u. 5 mit Bandaufzeichnung
	4 Aanderaa	RCM 8 mit Festkörperspeicher
-Pegelmesser	3 Aanderaa	WLR 5 mit Bandaufzeichnung
-Markierungssender	3 OAR	ST 206 - 100
	3 IBAK	SB 1

11 hydroakustische Auslöser vom Typ Oceano RT 161 und einer vom Typ 191, zum Teil in Parallelanordnung, wurden zum Freigeben der Verankerungen bei der Aufnahme verwendet.

#### KN-1 und KN-2 (Tab. 5, Abb. 29)

Erstmals ist auf dem Schelf des Weddellmeeres eine Verankerung mit Sedimentfallen ausgelegt worden. Zum Zeitpunkt der Auslegung von KN-1 trieben in unmittelbarer Nähe der Verankerungsposition einige größere Eisberge, Meer-eis war kaum noch anzutreffen. Der erste Auslegungszeitraum umfaßte 54 Tage und wurde in 20 gleichlange Sammelintervalle von 64,5 Stunden unterteilt. Die Aufnahme erfolgte ebenfalls so gut wie unbehindert vom Eis. Die obere Falle hatte einwandfrei gearbeitet. Es wurden, verglichen mit Sedimentfallen in der offenen See, erstaunlich große Sinkstoffmengen aufgefangen. Die stärkste Sedimentation fand zwischen dem 17.1. und dem 11.2. statt. Die Strömungsmesser haben ohne Probleme aufgezeichnet. Als Meßintervalle waren 10 Minuten gewählt worden, um bei voller Ausnutzung der Speicherkapazität eine größtmögliche Auflösung zu erzielen. Die untere Sedimentfalle hatte aufgrund eines Elektronikdefektes nicht gearbeitet. Mit Bordmitteln war dieser Fehler nicht zu beheben, so daß die folgende Jahresverankerung KN-2 mit nur einer Sedimentfalle und zwei Strömungsmessern ausgebracht werden konnte.

#### WS-1 und WS-2 (Tab. 5, Abb. 29)

Bei leicht bewegter See konnte die rund 4400 m lange WS-1 Verankerung aufgenommen werden. Die obere Falle und der darunter angebrachte Strömungsmesser hatten sich bei der Auslegung vertört. Die Falle hing über Kopf, zwei von drei der unteren Befestigungen waren gebrochen. Der Probenwechsler hatte einwandfrei gearbeitet, jedoch waren alle Probenbecher leer. Am Strömungsmesser fehlte der Rotor, es konnten keine Daten gewonnen werden. Die Verankerung war bei der Auslegung nicht mit dem Schlauchboot vom Schiff weggezogen, sondern über die Heckslippe ausgebracht worden. Diese Form der Auslegung hat sich bei langen Verankerungen schon häufiger als problematisch erwiesen. Wenn die Wetterverhältnisse es zulassen, sollten Verankerungen mit Sedimentfallen in jedem Falle über die Seite des Schiffes und mit Schlauchbootunterstützung ausgelegt werden.

Der Probenwechsler der unteren Falle stand bei der Aufnahme nicht in der Endstellung. Alle Behälter enthielten Probenmaterial, jedoch zeigten sich bei Abfrage des Steuercomputers Unregelmäßigkeiten. Einige Probenbecher waren zweifach angesteuert worden, und es ist in diesen zu einer Vermischung der Sinkstoffe gekommen. Die beiden unteren Strömungsmesser haben zuverlässig aufgezeichnet. Alle Geräte der Verankerung, bis auf den Markierungssender, der stark angegriffen war, zeigten nur geringe Korrosionserscheinungen.

Anschließend wurde an der gleichen Position als neue Jahresverankerung WS-2 mit je zwei Sinkstoffallen und Strömungsmessern ausgebracht.

#### AWI-201 und AWI-202 (Tab. 5, Abb. 29)

Diese zwei kurzen Verankerungen mit Strömungs- und Pegelmessern, die unmittelbar vor der Schelfeiskante während ANT-V ausgebracht worden waren, konnten problemlos aufgenommen werden. Alle Geräte haben einwandfrei gearbeitet und wiesen bis auf einen Markierungssender, der völlig zerstört war, keine Korrosionsspuren auf.

Tabelle 5: Technische Daten der während ANT-VI/3 bearbeiteten Verankerungen

Table 5: Technical data of moorings deployed during ANT-VI/3

	Standort	Auslegung	Aufnahme	
KN-1	Kapp Norvegia	04.01.88	27.02.88	
AWI-201-2	Vestkapp	21.02.87	08.01.88	
WS-2	Maud-Rise	05.01.87	14.01.88	
WS-3	Maud-Rise	14.01.88	Anf. 89	
AWI-202-1	Atka-Bucht	26.02.87	17.01.88	
KN-2	Kapp Norvegia	29.02.88	Anf. 89	
B-Bouvet	Bouvet-Insel	01.01.87	09.03.88	
PF-1	Atl. Ind. Ozean	31.12.86	12.03.88	
PF-2	Atl. Ind. Ozean	12.03.88	Anf. 89	

	Breite	Länge	Tiefe (m)	Pegel in (m) T.
KN-1	71°07,8'S	12°10,8'W	642	-
AWI-201-2	72°52,8'S	19°37,5'W	449	449
WS-2	64°55,0'S	02°32,6'W	5053	-
WS-3	64°53,1'S	02°33,7'W	5053	-
AWI-202-1	70°25,7'S	08°17,5'W	475	475
KN-2	71°07,7'S	12°11,9'W	682	-
B-Bouvet	54°32,1'S	03°20,0'E	625	621
PF-1	50°09,5'S	05°46,4'E	3779	-
PF-2	50°09,0'S	05°43,8'E	3757	-

	Sedimentfalle in (m) Tiefe		Strömungsmesser in (m) Tiefe	Auslöser (Anz.)
KN-1	242,	572	255, 631	1
AWI-201-2	-		379, 279	1
WS-2	648,	4462	654, 4467, 4973	2
WS-3	358,	4706	380, 4728	2
AWI-202-1	-		405 305	1
Kn-2	612		395, 671	1
B-Bouvet	-		371	1
PF-1	560		585, 3751	2
PF-2	367,	3405	387, 3425	2



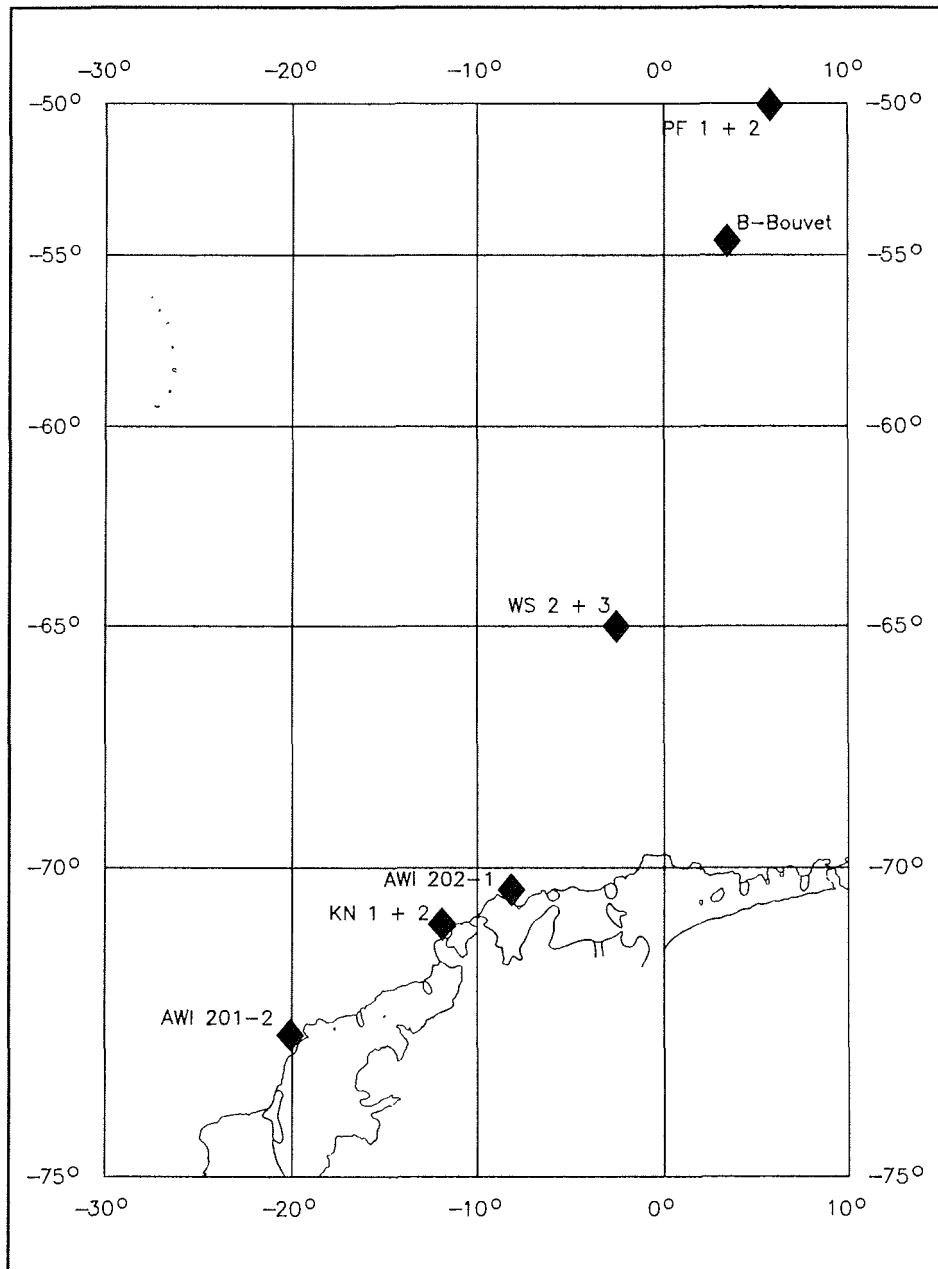


Abb. 29: Lage der während ANT-VI/3 ausgebrachten und geborgenen Verankerungen

Fig. 29: Position of moorings deployed during ANT-VI/3.

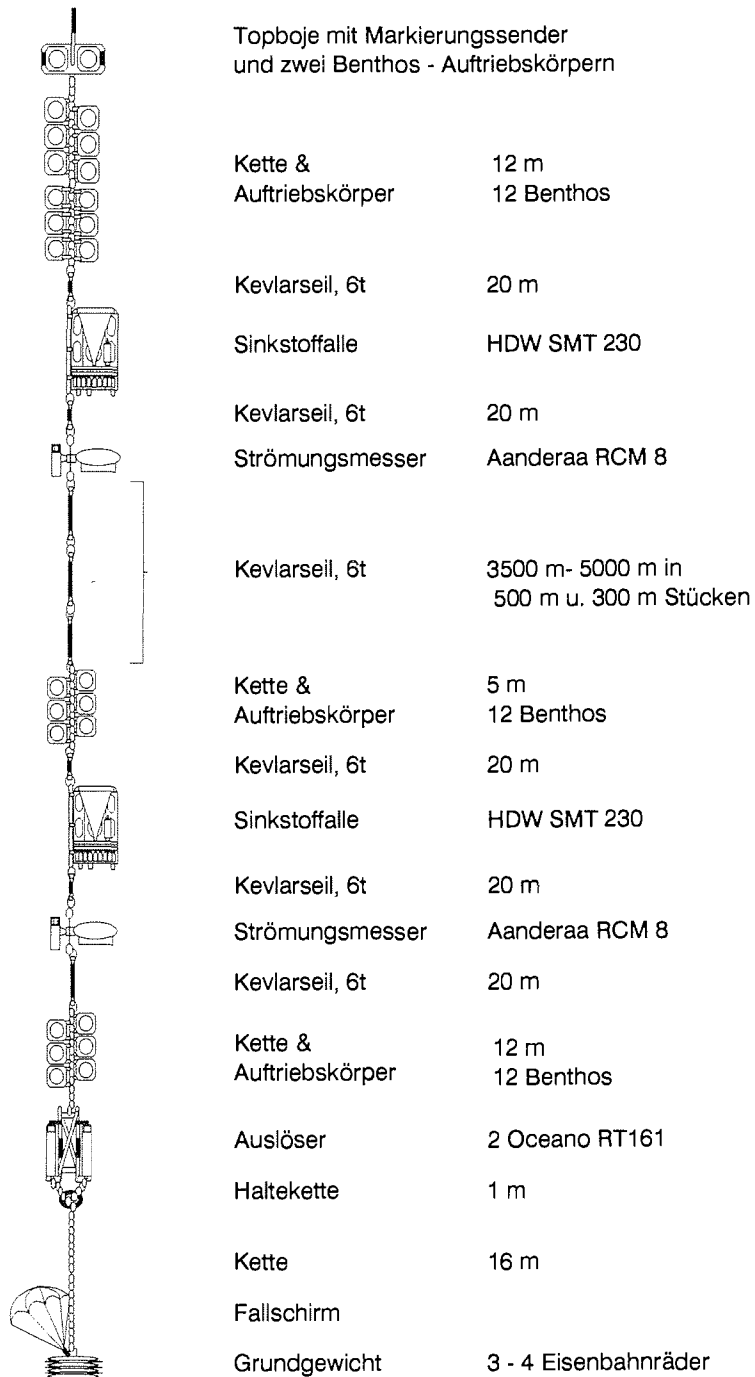


Abb. 30: Aufbau einer Verankerung mit Sedimentfallen und Strommessern.

Fig. 30: Mooring array with sediment traps and current meters.

B-Bouvet (Tab. 5, Abb. 29)

Diese Verankerung wurde bei Nebel mit Sichtweiten von ca. 1 km sicher geborgen, obwohl die Sichtbarkeit des Auftriebskörpers mangelhaft war. Es handelte sich um eine einzelne schwarze Kugel in einem grünen Netz ohne weitere Ortungshilfsmittel wie Fahne, Leuchte oder Peilsender. Das Drahtseil hatte starken, schleimigen Bewuchs. Alle Geräte haben registriert und zeigten so gut wie keine Korrosion, nur zwischen Pegel und Auslöser hatte sich eine dicke Eisen-Mangankruste niedergeschlagen. Aufwuchs auf der Verankerung und Egel, die sich auf dem Pegel angesiedelt hatten, wurden zur biologischen Bestimmung abgesammelt.

PF-1 und PF-2 (Tab. 5, Abb. 29)

Auf der letzten Station des Fahrtabschnittes wurde die Verankerung PF-1 aufgenommen. 20 Minuten nach dem Auslösesignal war das Signal des Markierungssenders zu hören. Die Verankerung war mit 0,5 m/sec aufgestiegen. 3 Sammelintervalle erbrachten gute Proben, während des vierten ist ein Defekt in der Steuerung aufgetreten, der zum Stillstand des Probenwechslers führte. Die übrigen Instrumente haben gut funktioniert.

Die Auslegung der PF-2 Verankerung mußte über das Heck des Schiffes erfolgen, da die Windgeschwindigkeit 40 kn und die Wellenhöhe 5-6 m erreicht hatten. Die Arbeiten konnten trotzdem in nur 2 Stunden problemlos abgewickelt werden.

Probenkonservierung, Sammel- und Meßintervalle

Für je 100 ml Volumen wurde dem Wasser in den Probenflaschen vor der Ausbringung 1 ml gesättigte Quecksilberchlorid-Lösung zugesetzt, nach der Aufnahme wurde mit 0,5 ml für 100 ml Probenvolumen nachvergiftet. Die Strömungsmesser zeichneten stündlich Strömungsgeschwindigkeit und Richtung auf. Die Probenbecher der Sedimentfallen wurden in unterschiedlichen Abständen gewechselt. Bis in den Juni hinein wurden Abstände von 14 bis 16 Tagen programmiert, während der sedimentationsarmen Zeit von Juli bis Oktober die Sammelzeiten verdoppelt und danach wieder kurze Intervalle gewählt. Die Aufnahmen der Verankerungen sind für Anfang 1989, während der ANT-VII/4/EPOS-3 Expedition, geplant.

### 3.5 Das Sommerprogramm auf der Georg-von-Neumayer-Station

#### 3.5.1 Reflexionsseismische Untersuchungen auf dem Ekström Schelfeis (M. Degutsch, G. Boldt, H. Kreutzer, St. Lintker)

Die im Rahmen von ANT-VI/3 durchgeführten reflexionsseismischen Messungen sollen Ergebnisse zu folgenden Aufgabenstellungen liefern:

- Einsatz eines weiterentwickelten "Ice Streamers" zur Erzielung eines hohen Überdeckungsgrades und großen Meßfortschrittes;
- Bestimmung der Tiefenlage des Meeresbodens;
- Untersuchung der Gliederung der oberen Erdkruste einschließlich der Sedimentbedeckung;
- Erfassung von Strukturen in der unteren Erdkruste und Tiefenlage der Kruste-Mantel-Grenze.

Als reflexionsseismische Meßapparaturen waren eine 96-kanalige DFS V (Fa. Texas Instruments) der Universität Münster und eine 24-kanalige ES 2420 (Fa. Geometrics) des Alfred-Wegener-Instituts eingesetzt.

Der im geophysikalischen Institut in Münster entwickelte "Ice Streamer" wurde mit einer Gesamtlänge von 5,7 km aufgebaut. Er besteht aus Standard-Seismikkabeln, die mit Seilklemmen an einem Stahlzugseil (Einzellängen 355 m) befestigt sind. Jedes 204-adrige Seismikkabel hat eine Länge von 120 m mit 2 Abgriffen für Geophonanschlüsse im Abstand von 60 m. Als Geophone wurden in einer Achse selbstausrichtende Systeme vom Typ G 21 (Fa. Mark Products) mit einer Eigenresonanzfrequenz von 10 Hz genutzt. Das Gesamtgewicht des "Ice Streamers" beträgt bei einer Länge von 5,7 km ca. 5 t. Schon während der Aufbauphase wurden Zugkraftmessungen durchgeführt.

Ein wesentliches Ergebnis ist, daß es bei einer Streamerlänge bis 2,82 km (48 Kanäle mit je 60 m Abstand) keine Probleme beim Ziehen mit einem Pistenbulli gab. Die im Mittel erforderliche Zugkraft betrug etwa 10.000 N. Bei der gesamten Länge des Streamers war es häufig (abhängig von Temperatur, Schneebeschaffenheit und Tiefenlage des Streamers) erforderlich, ihn abschnittsweise zu ziehen. Hauptursache für erhöhte Zugkräfte waren die großen Steckverbindungen der Seismikkabel und ein nicht geradliniger Streamerverlauf. Durchgeführte Testregistrierungen mit dem "Ice Streamer" und handgesetzten Einzelgeophonen bzw. Geophonketten zeigten gleiche Datenqualität. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß der "Ice Streamer" sich gut bewährt hat und einen größeren Meßfortschritt gegenüber handgesetzten Geophonen gestattet.

Das Abteufen der Schußbohrungen erfolgte mit einer Heißwasserbohranlage. Für eine 20 m Bohrung wurden etwa 10 min benötigt. Die erforderliche Wassermenge betrug ca. 100 l. Insgesamt wurde eine Bohrleistung von 6390 m erbracht, für die ca. 32.000 l Wasser erforderlich waren, d.h. es mußten etwa 100 cbm Schnee geschmolzen werden. Das Verdämmen der niedergebrachten Ladungen erfolgte mit Schnee und Wasser. Eine besonders gute

Energieabstrahlung ergab sich, wenn die geladenen Schußbohrungen frühestens nach einem Tag abgetan wurden.

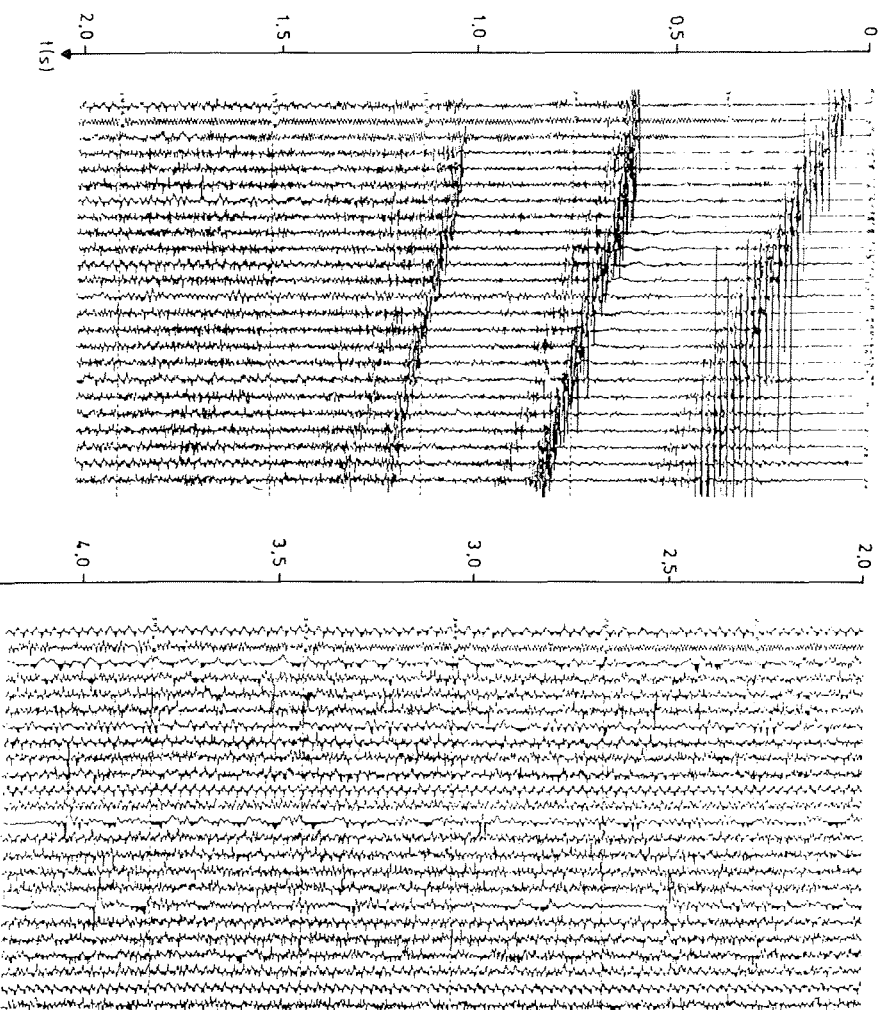
Das Konzept der reflexionsseismischen Profilmfahrten mußte aufgrund der nicht behebbaren Fehler in der Datenübertragung der 96-kanaligen digitalen Meßapparatur DFS V geändert werden. Es stand jetzt nur das 24-kanalige Meßsystem ES 2420 zur Verfügung, das ursprünglich nur zur höheren Auflösung der Reflexionssignale von Eisunterkante und Meeresboden mit einem Geophonabstand von 10 m eingesetzt werden sollte. Nachstehende Änderungen am Meßkonzept waren die Folge:

- Reduktion des Überdeckungsgrades von 24-fach auf 12-fach, d.h. bei der nun vorhandenen Kanalzahl Schußpunktabstände von 60 m gegenüber ursprünglich 120 m.
- Auslagenlänge von nur 1380 m im Vergleich zu 5700 m bei 96-kanaliger Registrierung. Größere Auslagen wurden durch Nutzung des "Roll-Along Switch" der DFS V und mehrerer Schüsse an derselben Position erzielt.

Dies bedeutete erhöhten Bohraufwand und damit geringeren Meßfortschritt.

Das 12-fach überdeckte Reflexionsprofil entlang der Südtrasse beginnend bei km 8 hat eine Länge von 16,08 km. Es wurden 244 Schußbohrungen mit einer Tiefe von 20 m abgeteuft. Die Ladung betrug jeweils 2 kg. Alle Registrierungen wurden bis 8 s Laufzeit mit einer Digitalisierungsrate von 0,5 ms aufgezeichnet. Abb. 31 zeigt einen Ausschnitt einer 24-kanaligen Originalregistrierung bis 4,2 s Laufzeit. Die Abspiegelung erfolgte mit AGC (automatic gain control, Zeitfenster 50 ms). Aus den Ersteinsatzzeiten der Tauchwellen in Firn und Eis kann die P-Wellengeschwindigkeit als Funktion der Tiefe im Schelfeis berechnet werden. Entlang des Profiles werden durch Auswertung der einzelnen Registrierungen auch laterale Geschwindigkeitsvariationen erfaßt. Indirekt können aus den Geschwindigkeitsdaten die Dichten in Abhängigkeit von Teufe und Profilentfernung bestimmt werden. In der Registrierung sind bei einer Laufzeit von ca. 0,15 s die Reflexion von der Eisunterkante auf den schußnächsten Spuren und im Laufzeitbereich von 0,6 s - 0,8 s die Reflexion vom Meeresboden zu erkennen. Einige der weiteren korrelierbaren Signalphasen sind Mehrfachreflexionen zuzuordnen. Schwach angedeutete Reflexionssignale aus den Sedimenten bzw. der oberen Erdkruste sind durch die nachträgliche digitale Datenbearbeitung herauszuarbeiten und zu interpretieren.

Zur besseren Datenbeurteilung wurde im Gelände die Profilgeometrie aufgesetzt und ein "Common Offset Gather" berechnet. Dieses ist für einen Abstand zwischen Schußpunkt und Geophon von 180 m in Abb. 32 dargestellt. Aus reproduktionstechnischen Gründen wurde der Zeitmaßstab auf 1,5 s beschränkt. Primär- und Mehrfachreflexionen von Eisunterkante und Meeresboden sind gekennzeichnet und die zugehörigen Wellenstrahlen skizziert. Mit den zu berechnenden Geschwindigkeitswerten für das Schelfeis und unter Annahme einer Ausbreitungsgeschwindigkeit für P-Wellen im Meerwasser



RECORDING PARAMETERS	
geophon interval:	60 m
geophon frequency:	10 Hz
no. of channels:	24
rec. instrument:	EG&G ES2420
format:	SEGD 1600 bpi
highcut:	360 Hz
lowcut:	out
sample rate:	0.5 ms
data length:	8 s
shot point no.:	27
energy source:	Seismoplast
charge:	2 Kg
depth:	20 m
offset:	120 m

PROCESSING SEQUENCE	
demultiplexing	
avg, 50 ms window	

Forschungsstelle  
für physik. Glazilogie  
der WWU-Münster

Abb. 31: Feldseismogramm mit automatischer Amplitudenregelung. Deutlich erkennbar die Reflexion vom Meeresboden im Laufzeitbereich 0,6-0,8 s.

Fig. 31: Seismic field record with automatic gain control. The record shows in the traveltine interval 0.6-0.8 s the primary reflection of the sea bottom.

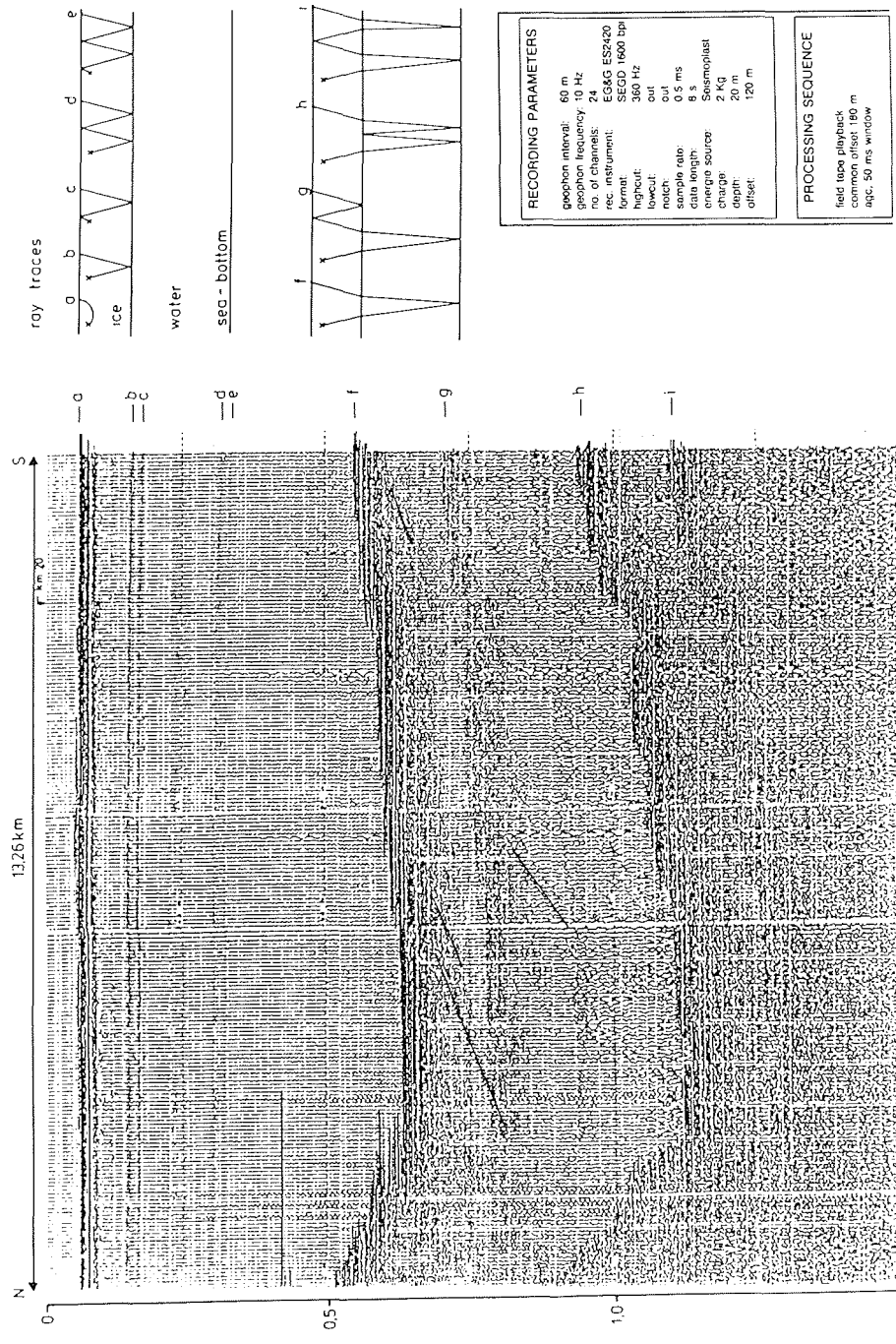


Abb. 32: Einzelkanalabspielung mit Schlußpunkt-Geophonabstand von 180 m. Primäre und multiple Reflexionen sind gekennzeichnet (b-i) und die zugehörigen Wellenlaufwege schematisch skizziert.

Fig. 32: Common Offset Gather for an offset of 180 m. Primary reflections and multiples are marked (b-i) and the raypaths shown.

lassen sich die Tiefenlage der Eisunterkante und des Meeresbodens angeben. Einige deutlich korrelierbare Signalphasen innerhalb der Sedimente bzw. der oberen Erdkruste wurden markiert.

Eine Bearbeitung der Feldseismogramme mit einem Standard-Softwarepaket, wie es in der Prospektionsgeophysik üblich ist, dürfte Informationen über die Struktur der oberen Erdkruste einschließlich der Sedimentbedeckung entlang des Profils liefern.

Als Folge der zeitlichen Verschiebungen im Ablauf der Feldarbeiten aufgrund der erwähnten technischen Probleme und sehr schlechter Wetterbedingungen am Ende der Expedition konnte die Pilotstudie in Form von Registrierungen im Weitwinkelbereich zur Erfassung der Lithosphärenstruktur nicht mehr durchgeführt werden. Ein einfach überdecktes Profil mußte bei einer Schußpunktentfernung von 8760 m abgebrochen werden. Für diesen Entfernungsbereich wurden die Ladungen bis auf 30 kg pro Schuß erhöht und das Abrißsignal per Funk übertragen. Die Registrierzeit betrug 16 s bei einem Digitalisierungsabstand von 1 ms. Eine Beurteilung der Datenqualität, insbesondere bei langen Laufzeiten, ist ohne weitere Bearbeitungsschritte nicht möglich.

Für die Durchführung der Arbeiten wurden die von der Logistik zur Verfügung gestellten Fahrzeuge und Schlitten wie folgt genutzt:

- 1 Pistenbulli mit installierter Meßapparatur ES 2420, dahinter auf einem 2 t Schlitten die Meßkabine mit eingebauter DFS V und einem Generator zum Laden der Akkus sowie Geophone und Seismikkabel; am Schlitten angekoppelt der "Ice Streamer";
- 1 Flexmobil mit einem 900 kg Schlitten, auf dem die Heißwasserbohranlage aufgebaut war;
- 2 Skidoos mit Nansen-Schlitten für Arbeiten am "Ice Streamer", Sprengmitteltransport und Ladearbeiten der Schußbohrungen;
- je ein 2 t Schlitten mit Betriebsstoffen, Material- und Wohncontainer.

Die Durchführung des Meßprogramms wurde wesentlich durch die Mithilfe von E. King und A. Smith (BAS) sowie zeitweise durch die Überwinterer O. Andresen, U. Nixdorf, S. Reiprich und A. Steffen (AWI) unterstützt. Ihnen gilt großer Dank, ebenso wie S. El Naggar für seine Hilfestellungen bei Reparaturarbeiten an der Meßelektronik.

### 3.5.2 Glazialgeodätische Arbeiten auf dem Ekström-Schelfeis (H. Ehrhardt, G. Merkel, M. Schmitz, R. Stengele)

Die Sommerkampagne 1987/88 auf dem Ekström-Schelfeis stellte die direkte Fortsetzung der Arbeiten vom Vorjahr dar. Aus einem Vergleich der Messungen beider Kampagnen läßt sich ein weitgehend flächendeckendes Deformations- und Geschwindigkeitsmodell aus geodätischen Messungen auf rein geometrischer Grundlage erstellen.



Die absolute Positionierung (geogr. Breite, geogr. Länge, ellipsoidische Höhe) von 27 Punkten, die flächenhaft über das ganze Schelfeis angeordnet wurden, erfolgte durch Messungen zu Navigationssatelliten (GPS und Doppler). Auf 23 Positionspunkten erfolgten außerdem umfangreiche terrestrische Messungen zur Bestimmung des lokalen Strains, also des Verformungsverhaltens der Schelfeisoberfläche im Bereich dieser Punkte.

Die logistischen Gegebenheiten ermöglichten den Einsatz von zwei getrennt operierenden 2-Mann-Gruppen im Rahmen leichter Traversen mit je 2 Skidoos und 4 Nansenschlitten.

#### A. Messungen zur Strainermittlung

Strainparameter lassen sich bestimmen durch Ausmessen einer sogenannten Deformationsfigur zu zwei zeitlich möglichst deutlich getrennten Meßepochen. Für die numerische Berechnung der Strainparameter aus den zwischenzeitlichen Winkel- und Streckenänderungen mittels Affintransformation bietet sich ein gleichseitiges Dreieck mit Zentralpunkt als Minimalkonfiguration für eine Deformationsfigur an.

Auf dem Zentralpunkt P1 werden Richtungen und Strecken zu den fünf anderen Punkten der Figur gemessen. Die Wiederholung der Messungen auf dem zweiten Zentralpunkt P5 führt zu einer Überbestimmung; die dadurch erhaltende Redundanz erhöht die Zuverlässigkeit und die Genauigkeit aller Beobachtungen. Absolute Positionierung auf P0 und eine Richtungsorientierung der Figur dienen der Transformation in ein übergeordnetes Koordinatensystem und der Ermittlung von Rotationsraten. Das Dreieck sollte so groß angelegt werden, daß einerseits Homogenität des Strains innerhalb der Fläche angenommen werden kann, andererseits aber die Ergebnisse nur unwesentlich durch Strukturen verfälscht werden, die sich - wie z.B. Spalten - nur in den obersten Eisschichten ausbilden.

Zur Bestimmung der Strainparameter wurden Sekundentheodolite zur Winkelmessung (WILD T2, WILD TC2000) und moderne elektrooptische Entfernungsmesser (WILD TC2000, WILD DI4L) eingesetzt. Zenitwinkel werden benötigt, um die gemessenen Schrägstrecken auf die Horizontale reduzieren zu können. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der verwendeten Lichtwelle wird berücksichtigt durch Messen von Luftdruck und Lufttemperatur.

Die Ermittlung der geographischen Azimute der Deformationsfiguren erfolgte in der Regel durch Beobachtung von Zeitazimuten zur Sonne. Nur bei sechs Deformationsfiguren mußte witterungsbedingt auf den Aufsatzkreisel WILD GAK-1 zurückgegriffen werden.

Normalerweise können die zur Punktvermarkung benutzten Aluminiumrohre (Balisen, 33 mm Durchmesser) nicht streng lotrecht in das Eis eingebracht werden. Windeinflüsse, tiefenabhängige Geschwindigkeitsdifferenzen des Eises und die notwendige Verlängerung der Balisen infolge des Schneezutrag führen zu Änderungen der Balisenneigung und mithin zu Exzentrizitäten von Stand- und Zielpunkten. Die Balisenneigungen werden deshalb mit einem

Klinometer gemessen. Von folgenden Beobachtungsgenauigkeiten kann ausgegangen werden: Richtungen und Zenitwinkel 0,5 mgon, Strecken 5 mm, Zentrierung 1 mm, Sonnenazimut 3 mgon, Kreiselazimut 30 mgon, Baliseneigung 1 mm/m. Da alle Messungen einer Figur innerhalb eines Tages durchgeführt werden konnten, ist die Reduktion der Beobachtungen auf einen Bezugszeitpunkt bei den erwarteten Straingrößen im allgemeinen nicht notwendig.

#### Vorläufige Ergebnisse

Als Vergleichmaß für den Strain gelten die auf ein Zeitintervall von einem Jahr normierten Kenngrößen der Strainellipse. Große und kleine Halbachse sowie Richtungen der Hauptverzerrungsachsen. Die Ergebnisse einer vorläufigen Auswertung sind in Abb. 33 dargestellt.

Eine eingehende glaziologische Interpretation erfordert jedoch eine anschaulichere Darstellungsart. Die an diskreten Stellen ermittelten Werte müssen interpoliert werden; dies geschieht zweckmäßigerweise unter Anwendung der Kollokationsmethode, nach der in jedem beliebigen Punkt des Modells die Strainparameter präzisiert werden können.

#### B. Satellitengestützte Positionierungen zur Eisbewegung

Aus den Differenzen der Ergebnisse der Absolutpositionierung derselben Meßpunkte im Jahresabstand lassen sich Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung berechnen. Die Kenntnis des Fließverhaltens ermöglicht Schlüsse zur Massenbilanz und zur Dynamik des Schelfeises. Für eine glaziologische Interpretation werden zusätzlich die Ergebnisse der Strainmessungen benötigt. Weltweit - und damit auch in der Antarktis - stehen derzeit zwei satellitengestützte Positionierungssysteme zur Verfügung. Beide Systeme wurden von uns mit Erfolg genutzt.

Das seit 1970 genutzte Transit oder Navy Navigation Satellite System (NNSS) macht sich den Dopplereffekt zu Nutze. Die von einem Satelliten ausgesandten frequenzstabilen Signale werden aufgrund der Relativbewegung vom Beobachter frequenzverschoben empfangen. Diese meßbare Dopplerverschiebung ist ein Maß für die Entfernungsänderung zwischen Empfangsstation und Satellit. Zum Einsatz kamen die von nordamerikanischen Herstellern entwickelten Empfangsanlagen Magnavox MX 1502 und Canadian Marconi Company CMA751.

Beim modernen NAVSTAR-GPS (Navigation System with Time And Ranging-Global Positioning System) ermittelt sich die Empfängerposition aus einem räumlichen Bogenschnitt durch simultane Signallaufzeitmessung zu mindestens 3 Satelliten. Während ANT-VI/3 kamen erstmals zwei Empfänger des Typs WM101 der Wild-Magnavox Satellite Survey Company in der Antarktis zum Einsatz. Die Genauigkeit der an den Empfängern on-line abzulesenden Koordinaten beträgt 30 m.

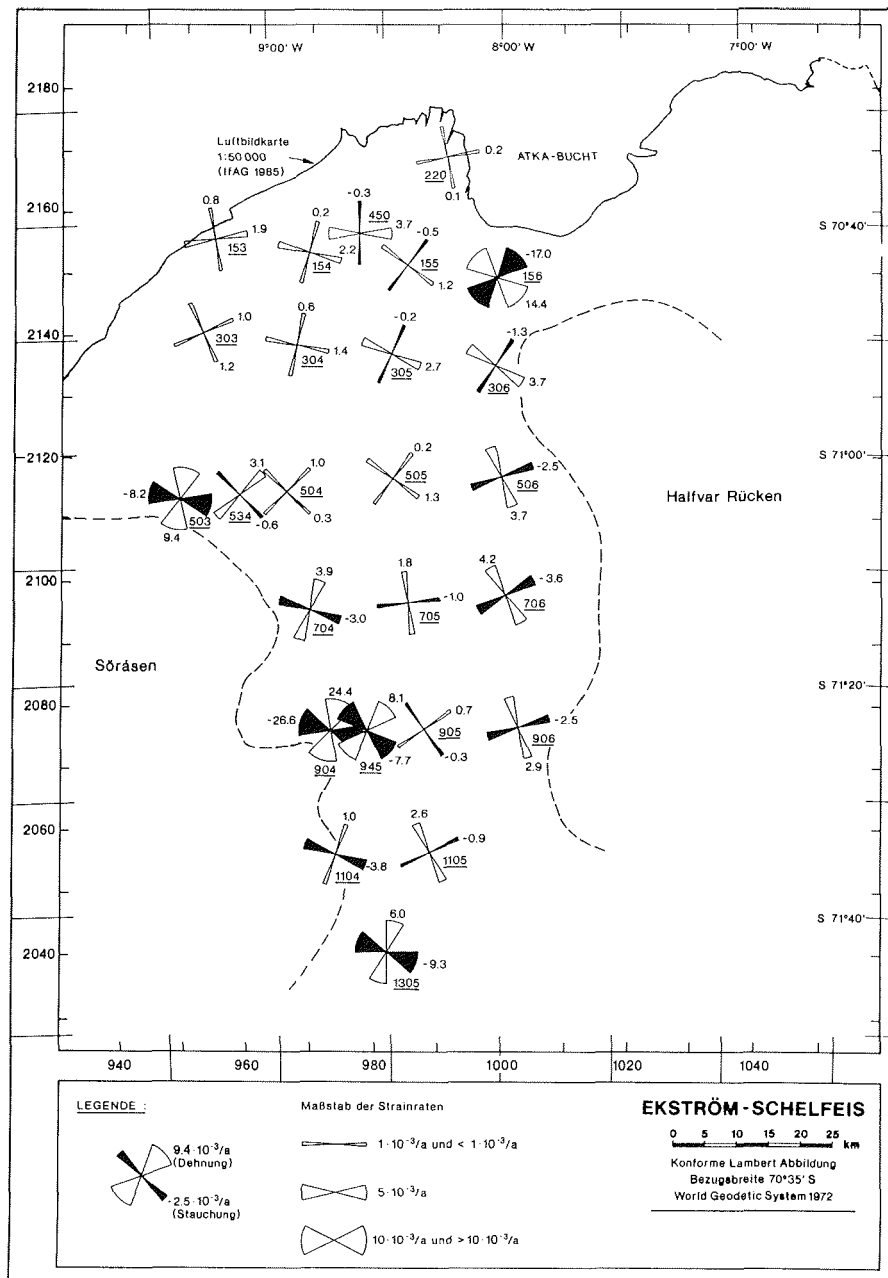


Abb. 33: Haupt-Strainwerte mit den zugehörigen azimuthalen Orientierungen, abgeleitet aus zwei geodätischen Meßepochen mit einer zeitlichen Distanz von etwa einem Jahr.

Fig. 33: Principle strainrates and their azimuths, derived from two sets of geodetic measurements in a time interval of about one year.

Die zufälligen Anteile der wirksamen Fehlereinflüsse (Unregelmäßigkeiten in den Satellitenbahnen und in der Signalausbreitungsgeschwindigkeit, Oscillatorinstabilitäten) lassen sich durch eine große Anzahl von Satellitendurchgängen weitgehend herausmitteln. Bei ein- bis zweitägiger Beobachtungsdauer mit Doppler-Empfangsanlagen kann der mittlere Fehler mit  $\pm 5$  m je Koordinate angegeben werden. Diese Genauigkeit erreicht man mit GPS-Empfängern bereits nach ca. 30 minütiger Registrierung.

Weiter verfeinerte Modellansätze bei der Auswertung ermöglichen eine zusätzliche Genauigkeitssteigerung, insbesondere, wenn sich bei gleichzeitigem Einsatz von mindestens zwei Empfängern eine relative Punktbestimmung durchführen läßt. Mit GPS lassen sich bei wenigen Stunden Beobachtungsdauer voraussichtlich Koordinatendifferenzen mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5 \dots 1$  cm  $+10^{-6}$  bestimmen.

Die gegenwärtig vorhandene Satellitenkonstellation des GPS bot für die Arbeiten an dem Ekström-Schelfeis nur in der Zeit von 12 bis 17 Uhr eine ausreichende Überdeckung ("GPS-Fenster"). Insgesamt wurden 27 - über das gesamte Ekström-Schelfeis verteilte - Punkte dreidimensional positioniert. Für 9 Punkte liegen ausschließlich Dopplerkoordinaten vor, alle anderen Punkte wurden durch gleichzeitigen Einsatz beider GPS-Empfänger relativ positioniert.

Abb. 34 zeigt die Eisbewegung aus einer vorläufigen Auswertung durch Differenzbildung der diesjährigen on-line-Koordinaten und den Ergebnissen der letztjährigen Kampagne. Auf den erst in diesem Jahr angelegten Punkten und mit kurzem Zeitabstand wiederholten Messungen ist die Eisbewegung erst nach einem Post Processing der Daten signifikant nachweisbar.

Durch das in der Saison 1986/87 bestens bewährte Verfahren des motorisierten trigonometrischen Nivellements wurden die Höhenprofile der Quertrassen bei km 50 und km 70 erfaßt. Die Höhenübertragung erfolgte durch gleichzeitig-gegenseitige Zenitwinkelmessung bei einem Punktabstand von 1 km. Die Höhengengenauigkeit zweier benachbarter Profilpunkte kann mit 3-5 cm angegeben werden.

Bei der neu eingerichteten geophysikalischen Meßstation auf dem Sörasen konnten die Eckpunkte eines Dreiecks der Seitenlänge von ca. 10 km mit GPS positioniert werden. Die aktuellen Koordinaten der vier geophysikalischen Stationen in der Umgebung der Georg-von-Neumayer-Station wurden ebenfalls durch GPS ermittelt.

Im Deformationspentagon am Inlet - ca. 9 km nördlich von GvN erfolgte die Abschlußmessung der Strecken und Winkel in allen Kombinationen sowie eine Neubestimmung des Azimuts mit GPS.

Der 45 m-Mast bei GvN wurde zur Bestimmung von Verbiegungen und Neigungen in verschiedenen Abspannhöhen abgelotet. Ferner wurde die geographische Nord-Süd-Richtung vom Mast aus festgelegt.

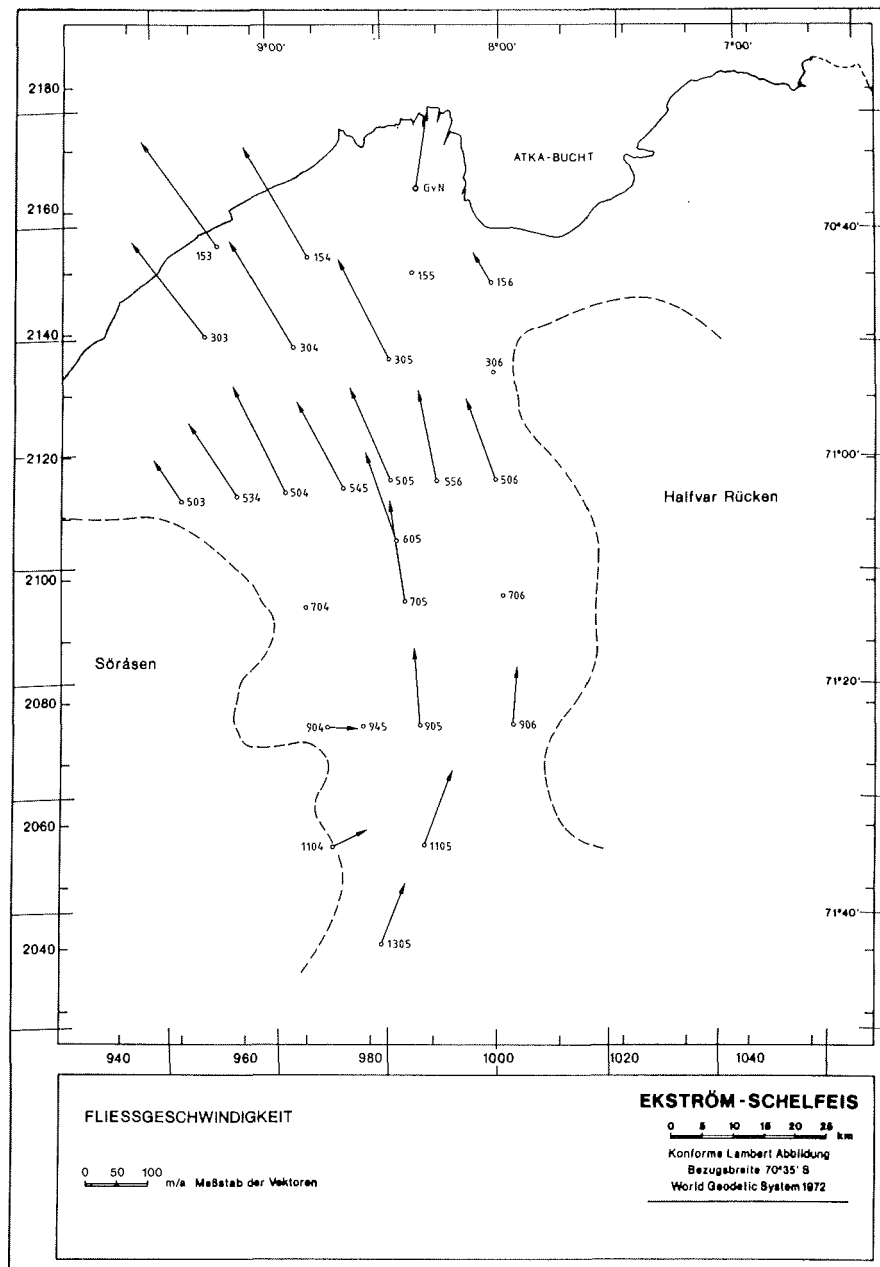


Abb. 34: Fließgeschwindigkeit des Ekström-Schelfeises an diskreten geodätischen Meßpunkten, berechnet aus Messungen zu künstlichen Erdsatelliten (TRANSIT und GPS).

Fig. 34: Velocities of discrete geodetic control points on the Ekström Ice Shelf, determined from measurements to artificial earth satellites (TRANSIT and GPS).

Das zusätzlich erfolgte Ausmessen einer Deformationsfigur mit GPS ermöglicht den quantitativen Ergebnisvergleich mit den konventionellen terrestrischen Beobachtungsverfahren im Hinblick auf zukünftige Meßkampagnen.

### 3.5.3 Anorganische Spurenstoffe in Luft- und Schneeproben (J. Neubauer)

Das spurenstoffchemische Programm im Rahmen des Expeditionsabschnittes ANT-VI/3 an der Georg-von-Neumayer-Station diene der Untersuchungen verschiedener umweltrelevanter anorganischer Spezies, wie der Analyse von Nichtmetallspuren ( $\text{NO}_3$ , Cl, Br, I,  $\text{IO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ ) sowie der Analyse verschiedener metallischer Spezies (Pb, Cd, Tl, Cr, Cu, Ni, Zn), welche teilweise als stark toxisch einzustufen sind.

Die naßchemischen Arbeiten wurden in einem Laborcontainer durchgeführt, der sich in ca. 1,5 km Entfernung südlich vom Stationsgebäude im Reinraumsektor der GvN befindet. Während des Aufenthaltszeitraumes wurden in unterschiedlichen Zeitabständen Schneeproben (Neuschnee, Driftschnee, älterer Oberflächenschnee) genommen und für die am Institut für anorganische Chemie der Universität Regensburg erfolgende massenspektrometrische Isotopenverdünnungsanalyse (MS-IVA) aufbereitet. Dieses Analysenverfahren hat sich für Spurenstoffanalysen bis in den ppt-Bereich als besonders zuverlässig erwiesen.

Für die Analysen der Nichtmetallspuren von Cl,  $\text{NO}_3$  und  $\text{SO}_4$  wurde zusätzlich ein Ionenchromatograph (IC) installiert, nachdem wir während der Expedition ANT-V/4 diese Analysenmethode erstmals und mit großem Erfolg an der GvN einsetzen konnten; der IC verfügt über einen Leitfähigkeits- und UV-Detektor als Nachweissysteme. Zur Überprüfung der hiermit erhaltenen Ergebnisse werden Eichmessungen mit der MS-IVA durchgeführt. Nach unseren bisherigen Erfahrungen weichen die mittels IC erhaltenen Ergebnisse im Mittel um ca. 10% von den MS-IVA-Werten ab. Vorläufige IC-Analysen ergeben Nitratgehalte in verschiedenen Schneeproben von ca. 10 ppb bis 250 ppb und stimmen mit Analysenwerten aus früheren Messungen an Proben aus diesem Gebiet gut überein; Chlorid- und Sulfatgehalte reichen dagegen bis in den ppm-Bereich (deutlich ausgeprägter maritimer Einfluß). Neben den Oberflächenschneeproben aus dem Bereich der GvN sollen auch Proben aus küstenferneren Regionen (Shackleton Range, Kottasberge) auf ihre Gehalte an nichtmetallischen und metallischen Spezies hin analysiert werden; Probenaufbereitung und Messungen werden am Institut durchgeführt werden. Hieraus ergeben sich interessante Vergleichspunkte zu den Proben von der GvN (maritimer Einfluß, Vorkommen und Verteilung von verschiedenen Iodspezies, Schwermetallspuren sowie Aussagen über Depositionsverhalten).

Aus Aerosolanalysen, die während dieser Zeit weitgehend kontinuierlich durchgeführt wurden (Besaugung von Filtern, Absorptionslösungen), sollen neue Kenntnisse über die in der bodennahen Atmosphäre vorkommenden Iodspezies (I,  $\text{IO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{I}$ ) und deren Gehalte erzielt werden. Von den hieraus erhaltenen Ergebnissen erwarten wir uns Hinweise, die zur Erklärung der von uns in antarktischen Meteoriten- und Gesteinsproben festgestellten Anreiche-

rung von Iod (keine vergleichbare Iodanreicherung in nicht-antarktischen Meteoriten) beitragen sollen. Zur Analyse dieser Proben wird ebenfalls die MS-IVA herangezogen.

#### 3.5.4 Das Geophysikalische Observatorium (A. Brodscholl, U. Nixdorf, S. Weiprich)

Das Geophysikalische Observatorium auf der Georg-von-Neumayer-Station besteht in seiner Grundkonzeption bezüglich der Erfassung geophysikalischer Parameter seit Februar 1982. Gegenstand dieses Berichtes ist das während der Sommerkampagne 1987/88 erweiterte seismologische Meßsystem sowie das in diesem Zeitraum modifizierte Datenerfassungspogramm zur digitalen Registrierung erdmagnetischer Variationen.

##### Seismologie

Zu dem Geophysikalischen Observatorium gehörten bisher neben der eigentlichen seismologischen Zentralstation noch vier weitere Außenstationen. Eine davon mißt die seismischen Wellen mit drei Komponenten. Diese befindet sich im Nordwesten der GvN (s. Abb. 35). Da die seismischen Außenstationen alle auf dem Schelfeis stehen, und somit der Signalgehalt der teleseismischen Ereignisse durch schelfeisspezifische Phänomene beeinschränkt ist, erschien es ratsam, eine Station im Hinterland der GvN einzurichten. Zu den schelfeisspezifischen Gründen zählt die seismische Unruhe. Swell- und Eisbebenaktivität können Nutzsignale insbesondere während der australen Sommermonate stark kontaminieren. Ein weiterer Grund ist, daß seismische Scherwellen (S-Wellen) als solche auf der schwimmenden Schelfeisplatte nicht direkt meßbar sind. Um solche Effekte auszuschließen, wurde Anfang Dezember 1987 eine seismologische Station mit drei Komponenten auf dem ca. 81 km weiter südwestlich gelegenen Sørasen installiert (Abb. 35). Der Sørasen ist ein "Icerise", d.h. das Eis liegt fest auf dem Untergrund und hat somit eine seismisch günstigere Ankopplung.

Diese Station sowie auch die anderen Außenstationen sind im australen Sommer 1987/88 mit GPS eingemessen worden (3.5.2).

Erste Analysen von Analogaufzeichnungen der seismischen Aktivität auf dem Sørasen zeigen eine geringe Bodenunruhe. Starke Temperaturschwankungen können sporadisch auf Firneisfeldern insbesondere während der Nacht Schneebeben verursachen. Auch seismische Aufzeichnungen vom Sørasen beinhalten solche Ereignisse (Abb. 36a). Eisbeben wurden bisher mit dieser Station nicht gemessen.

##### Erfassung des kurzperiodischen Anteils erdmagnetischer Variationen auf der GvN-Station

Die Standarddatenerfassung des Geophysikalischen Observatoriums auf der GvN-Station ist für die digitale einminütige Abtastung der Variationen des Erdmagnetfeldes konzipiert worden. Das dabei verwendete Datenerfassungsprogramm ermöglicht aber auch zusätzlich mit einer Abtastrate von 10 Hz Erd-

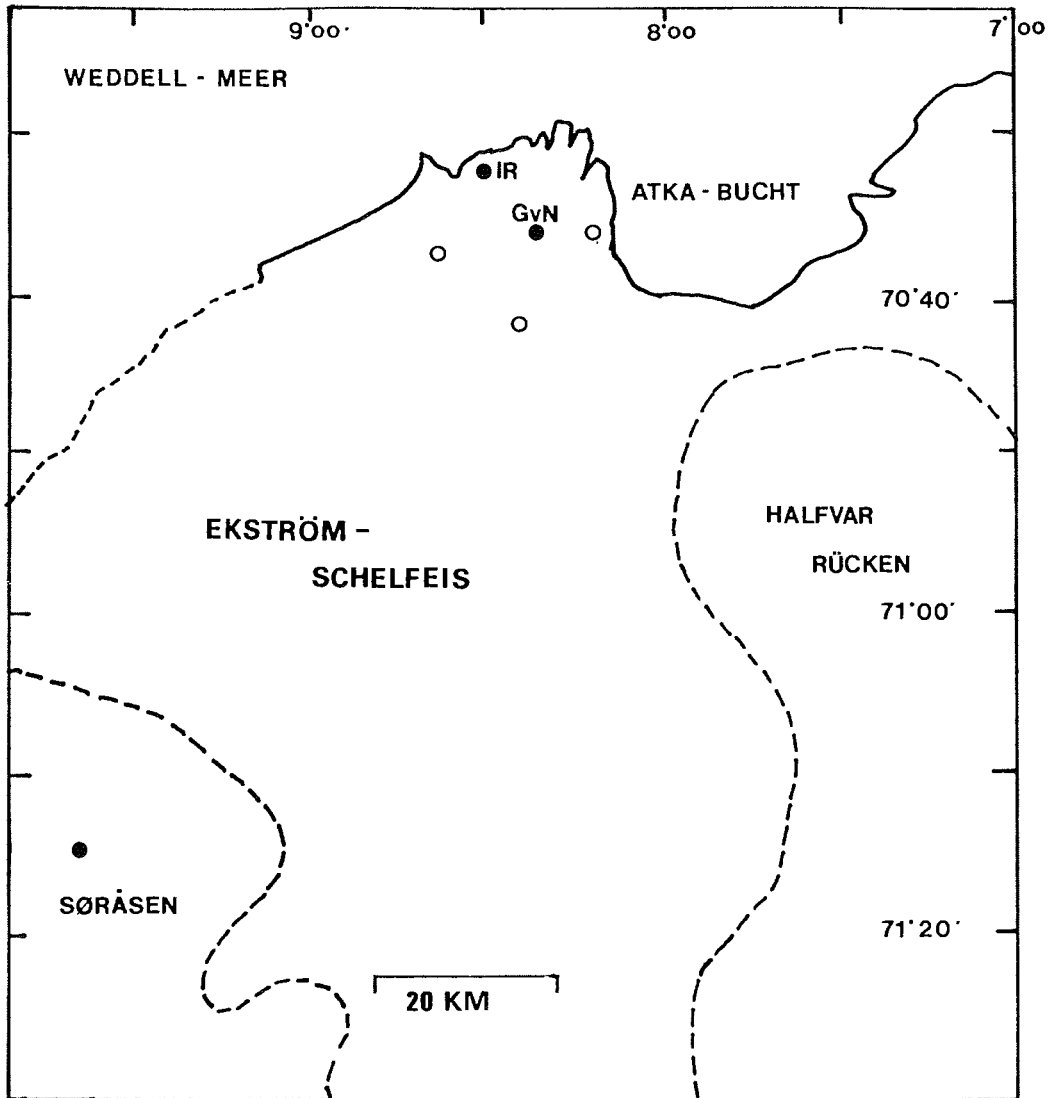


Abb. 35: Verteilung der seismologischen Stationen auf dem Ekström-Schelfeis (Stand: März 1988).

- : Seismologische Ein-Komponenten-Station (vertikal)
- : Seismologische Drei-Komponenten-Station

Fig. 35: Distribution of the seismological stations on the Ekström Ice Shelf (situation as of March 1988).

- : Seismological one-component-station (vertical)
- : Seismological three-component-station



magnetfeldschwankungen zu erfassen. Bisher wurde gelegentlich diese Option wahrgenommen, um Informationen über den höherfrequenten Anteil des Erdmagnetfeldes zu bekommen. Zeitreihenanalysen der mit diesem Programm erfaßten Variationen brachten Aufschlüsse über einige ionosphärische und magnetosphärische Phänomene.

Um mit weiteren Untersuchungen hinsichtlich der Morphologie des Erdmagnetfeldes fortfahren zu können, ist geplant, in Zeiten hoher Symmetrie des äußeren Erdmagnetfeldes in bezug zur Rotationsachse der Erde (Äquinoktien) und auch zu den Zeiten mit maximaler Asymmetrie (Solstitien) erdmagnetische Pulsationen im Periodenbereich von 10 bis 45 Sekunden zu registrieren. Dafür wurde das Datenerfassungsprogramm auf die optionale Tastfrequenz von einer Sekunde umgeschrieben. Die Analysen dieser Daten sollen Informationen über die Feinstruktur des Schalenbaus des Erdmagnetfeldes sowie über die Variation der Magnetfeldschalen in Abhängigkeit von planetaren Kennziffern liefern.

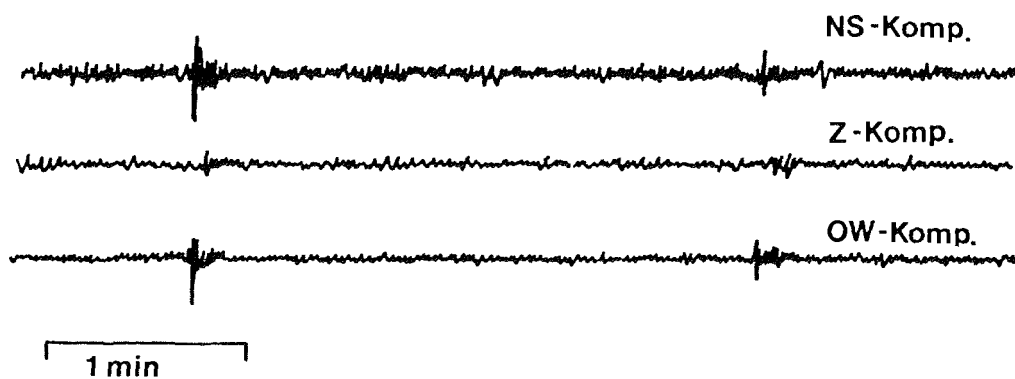


Abb.36a: Lokale Seismizität an der seismischen Drei-Komponenten-Station am Søråsen. Im Gegensatz zu der IR-Station (Abb. 35), die durch gezeiteninduzierte lokale Seismizität je nach Wasserstand sehr stark verrauscht sein kann, konnte während der Sommerkampagne 1987/88 an der Søråsenstation keine glaziale (Mikro)Seismizität festgestellt werden. Schneebeben wurden in den frühen Morgenstunden (zwischen 2 und 6 Uhr GMT) gelegentlich registriert.

Fig. 36a: Local seismicity at the seismic three-component-station near Søråsen. In opposition to signals of the IR-station (Fig. 35), which are contaminated through tidal induced local seismicity, no glacial seismicity at the Søråsen-station during the summer campaign 1987/88 could be detected. Snowquakes in the early hours (between 2 and 6 a.m. GMT) occur occasionally.

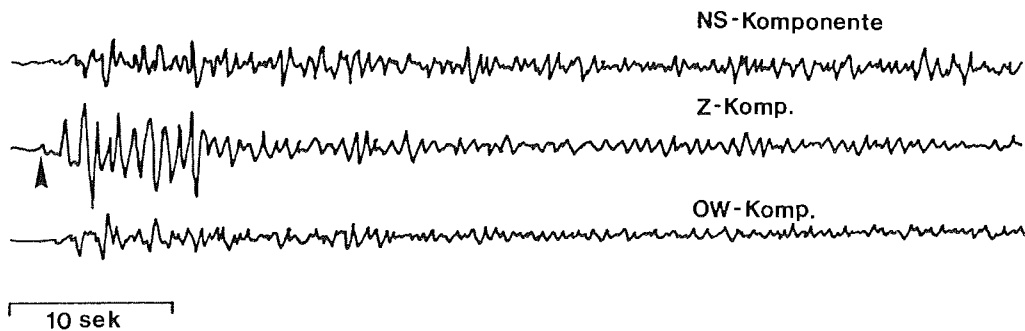


Abb. 36b: Ein mit der seismischen Station am Sørasen registriertes Fernbeben (Ersteinsatz: 6. Februar 1988 um 18:13:52.0 GMT).

Fig. 36b: A teleseismic earthquake measured at the Sørasen-station (first arrival time: February 6, 1988 at 18:13:52.0 GMT).

### 3.5.5 Untersuchungen atmosphärischer Aitkenpartikel an der Georg-von-Neumayer-Station (A. Löbe)

Im Rahmen der Spurenstoffuntersuchungen an der Georg-von-Neumayer-Station wurden neben den zur normalen Routine gehörenden High- und Low-Volume Filterbesaugungen zusätzlich Filter mit einem 5-stufigen Impaktor besaugt. Mit einem Impaktor ist es möglich, eine Größenverteilung atmosphärischer Aerosole vorzunehmen. Bei Kenntnis der Impaktorgeometrie und des Strömungsverhaltens können den Filtern der einzelnen Stufen die Aerosolgrößen unmittelbar zugeordnet werden.

Untersucht werden sollte der wasserlösliche Anteil der atmosphärischen Aitkenpartikeln auf seinen pH-Wert. Die Untersuchung ist eine Fortsetzung der in den Jahren 1983/84 begonnenen Arbeiten. Die in diesem Rahmen interessierende Frage lautet: Sind in dieser Region ebenfalls bei dem wasserlöslichen Anteil der atmosphärischen Aitkenpartikeln die höchsten Wasserstoffionenkonzentrationen anzutreffen? Um hier endgültige Aussagen machen zu können, müssen die meteorologischen Parameter und die Transportphänomene (klein und großräumig) während des Besaugungszeitraumes berücksichtigt werden.

Zusätzlich zu den Impaktorbesaugungen wurden sogenannte "mobile Seesalzfilterbesaugungen" an unterschiedlichen Stationen (auf dem Meereis an einer Polynya, in der Nähe einer Kaiserpinguinkolonie, 15-67-120 km südlich der GvN) vorgenommen.

Die derart besaugten Filter sind nicht auf ihre chemischen Bestandteile analysiert worden. Es fand eine physikalisch-chemische Untersuchung des in destilliertem Wasser gelösten Filterkonzentrates statt, d.h., es sind Leitfähigkeiten, pH-Wert und die Sauerstoffkonzentration der wässrigen "Aerosollösung" ermittelt worden. Zusätzlich bestand während der Monate Dezember - Februar 1988 die Möglichkeit, den Chloridgehalt dieser wässrigen Lösung mit einem Ionenchromatographen zu bestimmen. Während des gesamten Besaugungszeitraumes wurde die Partikelanzahl kontinuierlich durch einen Kondensationskernzähler und die Teilchenverteilung stündlich mit einer Diffusionsbatterie ermittelt, so daß es möglich ist, auch diese Daten der atmosphärischen Aerosole nach erfolgter Auswertung zur Interpretation der Ergebnisse zu nutzen. Die benutzten Meßgeräte, ein Lf91, ein pH91 und ein Oxi91 stammen von der Fa. WTW.

#### 3.5.6 Hydrophonaufnahmen vom Lautton der Weddellrobben in der Atka-Bucht (A. Löbe)

Im Rahmen der Überwinterung 1986/87 und 1987/88 wurden mit einem Unterwassermikrophon Laute der Weddellrobben (*Leptonychotes weddelli*) auf einem Tonträger aufgezeichnet. Ziel dieser Untersuchung war die Tierlautbestimmung während unterschiedlicher Verhaltensphasen, beispielsweise bei der Orientierung unter dem Meereis, der Nahrungssuche, während der Säugephase der Robbenbabies, dem Harems-, Paarungs- und Revierverhalten.

Die im Oktober 1986 begonnenen Untersuchungen konnten im folgenden Jahr fortgesetzt und intensiviert werden. Die Untersuchungen wurden in der Nähe des in der Atka-Bucht liegenden "Robbeneisberges" vorgenommen. Der Eisberg liegt etwa 2 km südöstlich vom Anleger. In unmittelbarer Nachbarschaft verläuft ein Riß in SE-Richtung. Hier wurde ein Robbenloch ausfindig gemacht, das regelmäßig von den Tieren zum Ein- bzw. Ausstieg benutzt wurde und daher nur mit einer relativ dünnen Eisschicht bedeckt war. Außerdem hielten sich hier die meisten Tiere während der Ruhe- und Säugephase auf. Das Hydrophon wurde nur in diesem Robbenloch zu Wasser gelassen, so daß man von einem definierten Revier ausgehen konnte.

Die Aufzeichnungen sind zu unterschiedlichen Tageszeiten vorgenommen worden, um die o.a. Verhaltensphasen ausreichend abzudecken. Eine Langzeituntersuchung konnte während eines 4-tägigen Meereis-Zeltaufenthaltes in der ersten Dezemberwoche 1987 vorgenommen werden. Hier wurde die Möglichkeit genutzt, rund um die Uhr festzustellen, wie viele Tiere sich unter bzw. über Wasser befanden. Für die während dieser Beobachtungen durchgeführten Hydrophonaufnahmen steht daher die Anzahl der sich unter Wasser befindlichen Weddellrobben fest. Zu diesem Zeitpunkt war die überwiegende Anzahl der Jungrobben schon im schwimmfähigen Alter, so daß hier die meisten Tierlaute aufgenommen werden konnten. Während des mehrtägigen Aufenthaltes konnte auch festgestellt werden, daß ab 22 Uhr (UTC) fast die gesamte Kolonie ihre Aktivitäten unter Wasser entfaltet, so daß folgende Hydrophonaufnahmen nach Möglichkeit auf diesen Zeitraum verlegt wurden.

Das Frequenzspektrum der Weddellrobben liegt überwiegend im Hörbereich (16-18 kHz); genauere Ergebnisse wird die Frequenzanalyse ergeben. Es ist mit etwas Übung möglich zu bestimmen, wie viele Tiere sich in dem Unterwasserrevier befinden sowie Lock- und Orientierungsläufe zu erkennen. Es stehen insgesamt 52 Stunden auf Tonträger aufgezeichnet für die Frequenzanalyse zur Verfügung. Zusätzlich sind die meteorologischen Parameter, wie Lufttemperatur, Windrichtung und Windgeschwindigkeit während des Beobachtungszeitraumes verfügbar.

#### Technische Ausrüstung

Als Aufzeichnungsgerät kam ein tragbares (modifiziertes) 4-Spur 4000 Report L der Fa. Uher zum Einsatz sowie ein Hydrophon Typ 8104 und ein Vorverstärker Typ 2635 der Fa. Brühl & Kjaer. Die Energieversorgung wurde durch eine 12V-Batterie und ein Solarpannell sichergestellt. Tonbandgerät, Vorverstärker und Batterie wurden in einer mit Styropor ausgekleideten Holzkiste vor den niedrigen Außentemperaturen geschützt.

Die Aufnahmen funktionierten bis etwa -20°C einwandfrei. Bei tieferen Temperaturen kam es zu Schwierigkeiten mit dem Bandtransport des Tonbandgerätes, so daß unterhalb von -20°C keine Aufzeichnungen vorgenommen werden konnten.

Zusätzlich zu den Hydrophonaufnahmen wurden die Laute der Weddellrobben und Kaiserpinguine über Wasser unter Zuhilfenahme eines Parabolspiegels aufgezeichnet.

#### 3.5.7 Bestandszählungen an den Kaiserpinguinkolonien in der Atka-Bucht (A. Löbe)

Die während der Überwinterung 1986/87 begonnene Zählung der Kaiserpinguinküken und Alttiere wurde in der Saison 1987/88 fortgesetzt.

Die im Nordwesten und im Osten der Atkabucht gelegenen Kolonien sind aus diesem Grunde photographisch dokumentiert. Zum Einsatz kam ein Weitwinkelobjektiv mit 28 mm Brennweite und ein S/W-Film (FP4) der Fa. Ilford. Die Auswertung steht noch aus, da die Filme zuerst entwickelt und anschließend Vergrößerungen angefertigt werden müssen.

Vorab vorgenommene Stichproben ergaben in der östlichen Kolonie einen größeren Bestand an Alttieren und Küken, während in der NW-Kolonie der Bestand in etwa dem der Saison 1986/87 entspricht.

### 3.6 Die geowissenschaftliche Expedition in die Kottasberge/Heimefrontfjella und in die Kraulberge/Vestfjella

#### 3.6.1 Anliegen und Ziele der Expedition (G. Patzelt)

Im Rahmen der Antarktisexpedition ANT-IV/3 wurde im Sommer 1985/86 von der Georg-von-Neumayer-Station (GvN) aus erstmal eine Traverse in die Kottasberge/Heimefrontfjella gefahren und dort ein umfangreiches geophysikalisch-geologisches Programm verfolgt. Dabei wurde ein guter Überblick über den Bau des Gebirges und die Überzeugung gewonnen, daß weiterführende Arbeiten dort lohnend wären und die begonnenen Untersuchungen unbedingt fortgesetzt werden sollten.

Um die mit Bambusstangen markierte, gut befahrbare Trasse zu erhalten, sollte die Wiederholung der Traverse 1987/88 erfolgen, obwohl klar war, daß der Arbeitsschwerpunkt dieses Sommers in der Shackleton Range liegen würde. Die Expedition durfte daher nur geringen logistischen Aufwand erfordern.

Das Alfred-Wegener-Institut (AWI) hat zur Teilnahme an der Expedition eine Gruppe von acht Mann aus Schweden eingeladen und dafür seine logistische Infrastruktur einschließlich einer wegekundigen Führung zur Verfügung gestellt. Ferner wurde vom AWI der Treibstofftransport zur Auffüllung des Depots bei Trassenkilometer 220 übernommen.

Die schwedische Gruppe hat ein eigenes logistisches und wissenschaftliches Programm verfolgt, wobei der Schwerpunkt auf der Erprobung ihrer technischen Ausrüstung und der Vorbereitung zukünftiger Forschungsarbeiten im Rahmen des Swedish Antarctic Research Programm (SWEDARP) lag.

Von zwei Kleingruppen (Jacobs/Jäger und Patzelt/Poscher) wurden geologische Programme verfolgt, die als Fortsetzung von Untersuchungen konzipiert waren, die bereits 1985/86 begonnen worden waren.

Über die programmgemäß vorgesehenen Arbeiten wird im folgenden einzeln berichtet. Zusätzlich zu den geplanten Untersuchungen wurden noch die folgenden Arbeiten durchgeführt:

- Die Fahrtrassen GvN - Kottasberge/Milorgfjella (425 km), Kottasberge - Sivorgfjella, Svea Camp (75 km) und Svea Camp - Basen/Kraulberge (182 km) wurden im Abstand von 500 m mit Bambusstangen nachgesteckt, bzw. neu ausgeflaggt (Abb. 37). An allen Pegelstangen wurde deren freies Ende über der Schneeoberfläche gemessen, so daß bei einer Wiederholungsmessung der etwa 1370 Punkte Akkumulationsbeträge ermittelt werden können. Derartige Pegelablesungen erfolgten bereits im Vorjahr auf der Kottastrasse bis Fahrkilometer 275. Es zeigt sich eine auch großflächig sehr unregelmäßige Verteilung der Schneeakkumulation zwischen 10 und 150 cm/Jahr.

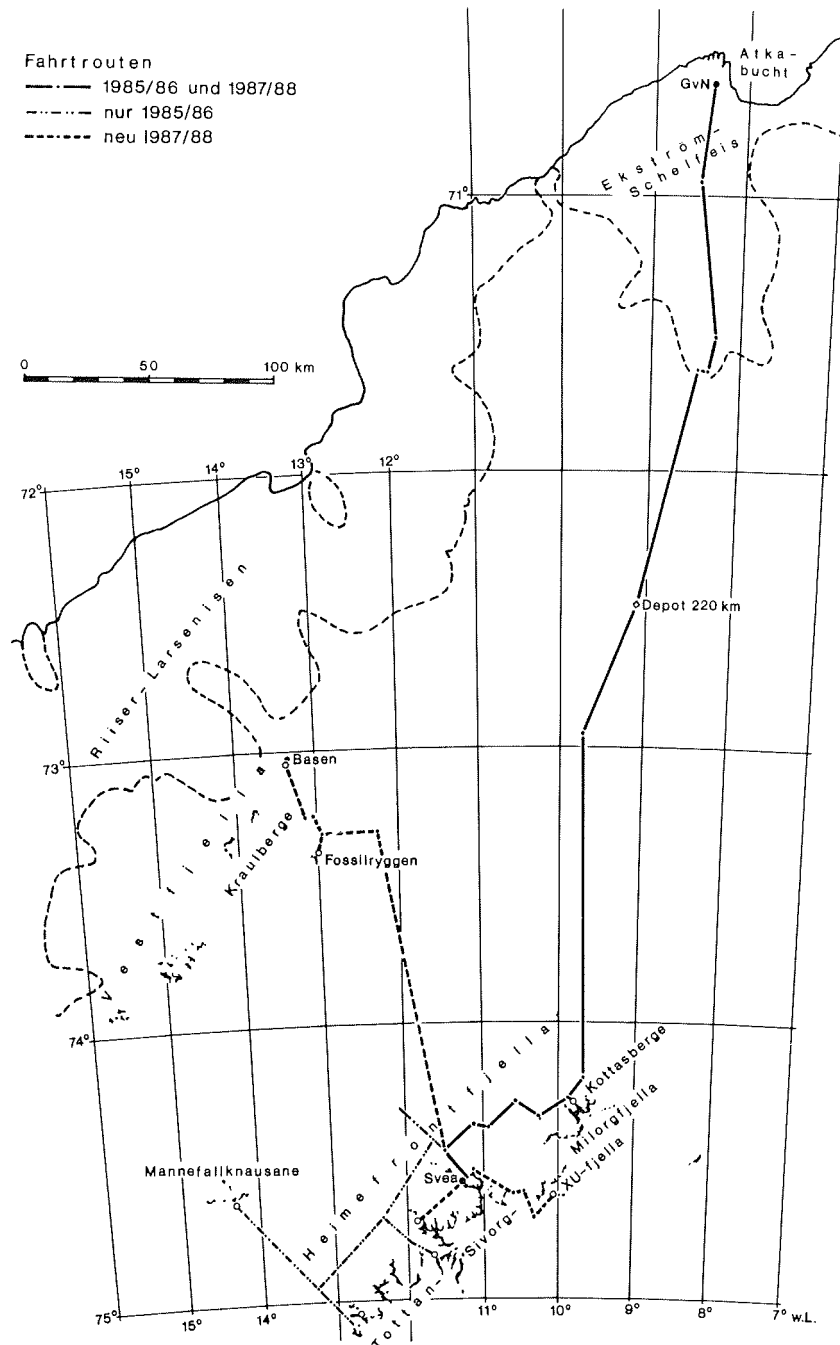


Abb. 37: Skizze des Expeditionsgebietes mit Verlauf der Expeditionstrassen.

Fig. 37: Sketchmap of the expedition area showing tracks into Heimfrontfjella.

- Auf dem Plateau von XU-Fjella wurde in 2400 m Höhe (74°37'S, 10°10'W) mit einer Flachbohrung ein 1102 cm langer Schneekern gezogen. An diesem bisher höchstgelegenen Schneeprofil des Gebietes soll an der Abteilung Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (O. Reinwarth) der Schneedeckenaufbau untersucht werden.
- Auf einem Blau eisfeld im Scharffenbergbotnen (Sivorgfjella) wurden 12 Oberflächenproben (5 bis 30 cm Tiefe) von Eis erbohrt. Die Probennahmestellen liegen in etwa auf einer Fließlinie im Abstand von jeweils 200 m. Mit dem Material soll versucht werden, über Genese und Alter des Blau eis es Aufschluß zu erhalten.
- Entlang der Kottastrasse wurden bis Fahrkilometer 420 an vereinbarten Punkten Oberflächenschneeproben für die Untersuchungen der Spurenstoffe entnommen, als Ergänzung zum Programm, welches H. Neubauer, Regensburg, verfolgt (vgl. 3.5.3).
- Im Zuge der geomorphologischen Kartierungen im Sivorgfjella wurde auf die Verbreitung und Belegung von Brutplätzen des Schneesturmvogels (*Pagodroma nivea*, snow petrel) besonders geachtet. Von mehreren hundert Brutplätzen waren ca. 30% besetzt. Sie liegen rund 400 km vom offenen Meer entfernt sowie in bis 1700 m Meereshöhe und gehören damit zu den küstenfernsten und absolut höchstgelegenen Brutplätzen dieser Vogelart, die bisher bekannt geworden sind.
- Für die Kryptogamensammlung des Botanischen Instituts der Universität Innsbruck wurden Herbarbelege von Flechten und Moosen gesammelt und für die Anlage einer Algenkultur Proben von Bodenalgen auf Basalt- und Gneissubstrat genommen.
- Die Sammlung möglichst vielfältiger Informationen für andere naturwissenschaftliche Disziplinen wurde angestrebt. Der lange Polartag gibt dazu die zeitliche Möglichkeit.

### 3.6.2 The Swedish participation in the expedition (O. Melander)

#### Background

Swedish interest in the polar regions has an obvious basis in Sweden's geographical proximity to the North Pole. Furthermore, the Swedish landscape was formed by processes which can be studied in Antarctica. The subarctic environment and the severe climatic conditions in the north of Sweden create a potential and a need for polar competence not only in science but also in technology and in the many practical aspects of everyday-life.

Sweden acceded to the Antarctic Treaty in 1984. Swedish scientists have, however, visited the Antarctic region long before that. Already 1901-03 Otto Nordenskiöld led the first Swedish expedition to Antarctica. In 1949-52 the

Norwegian-British-Swedish Antarctic Expedition to Dronning Maud Land took place. During this expedition aeroplanes of the Swedish Airforce managed to photograph Heimfrontfjella. Several Swedish scientists after that have visited Antarctica as members of research expeditions set up by other nations. The current Swedish Antarctic Research Programme (SWEDARP) was initiated 1985.

In order to use limited resources to most scientific value it was from the start clear that the Swedish research should take place in an area where they contributed to international cooperation on Antarctic research. When therefore the Alfred-Wegener-Institute in July 1986 pointed out the need for a new Kottas-traverse and also offered travel possibilities by RV "Polarstern" the offer was gratefully accepted.

As German land-logistics at that time was mainly meant for an expedition to the Shackelton Range it was agreed upon that the Swedish scientists should bring their own vehicles, field equipment and support personnel. In that way valuable experience should be gained.

### 3.6.3 Logistic experiences (O. Melander)

#### Field equipment

As a number of Swedish scientists have been working in polar areas there was a lot of experience available on personal clothing and field equipment. These items were compiled from current Swedish equipment. They were, as were the field party boxes and the survival bags, of about the same type as the German. The equipment worked very well and does not need any more comments.

#### Snow scooters

Swedish snow scooters with double tracks (type Grizzly made by the Swedish company Aktiv Maskin AB) were used. They were fitted with "cat claws" in the tracks which made them drive much better on blue-ice. The towing capacity was very good, but there were some problems with the metal sledges brought. The sledges with two runners did not stand the hard snow; the tow bar broke. The sledges with four runners were loaded too heavy in the start and also had failures in the tow bar, but later when they were loaded with normal loads (some hundred kilos), they worked well. Also traditional Nansens sledges were used and worked well.

#### Heavy vehicles

As main vehicle for the heavy loads, the Hägglund All Terrain Carrier was chosen (Fig. 38). This is originally a military transport vehicle now also available in a civilian version with a 6-cylinder diesel engine, Hägglund Bv 206D. The driving is mechanical and works on all four tracks. Steering takes place by articulating the two parts of the vehicle by hydraulic ram that joins the two halves of the 6.9 m long truck.





Fig. 38: A train of Hägglund vehicle with a container on its flat-back and two loaded sledges during the traverse to the Heimefrontfjella.

Abb. 38: Hägglund-Schlittenzug mit einem Wohncontainer auf der Ladefläche und zwei Lastschlitten während der Traverse in die Heimefrontfjella.

The front part of the vehicle is a four-door cab which accommodates 3-5 passengers. The rear part is a flat-bed on which different loads can be loaded.

A number of options were included into the Bv 206D to make it work better under Antarctic conditions. The track width was increased to 2.2 m. The tracks themselves are standard tracks 620 mm wide, although they were fitted with spikes for travel on blue-ice. A 100 Amp generator was installed including 220 V chopper and welding output. Heated mirrors and front shield were installed as well as a radio rack with its own set of batteries. Hydraulic operated shovel blade and crane were included. A diesel engine heater made cold starts easier. It could also be used to heat the living containers.

Special equipment as a Magnavox positioner, a radar and an intercommunication system also helped driving in Antarctica.

### Sledges

With the lack of time for testing the equipment before the expedition, sledges with two runners were preferred to those with four, which would have been better. Anyhow the sledges used served their purpose to carry the containers or a load of 15 fuel drums (Fig. 38).

#### Living containers

For housing the expedition special 10 ft containers were constructed that could be carried either on the rear part of Bv 206D or on the sledges (Fig. 38). The containers are constructed of polyuretan with a glassfiber coating. They contain four beds which can be folded and creating 6 seates instead. The containers have an electric system of its own, for feeding radio communication sets or similar.

Two heating systems were tried: a diesel heater and a gas stove. Although the diesel system could run a considerable time with the help of solar panels it was too vulnerable; the gas-operated heater was much easier to handle. Heating could also be obtained from the towing vehicle.

The container can be jacked up on legs and secured with wires, which makes it a self containing field station. The containers worked very well as living quarters. Although they were shaken so much under the traverses that an annoying disorder arose in the interior. Nothing was damaged but the problem must be solved to the next expedition.



Fig. 39: The summer station SVEA in Scharffenbergbotnen. The station is constructed from two of the living containers carried on the Hägglunds. They were jacked up on their own legs and then welded together and after that anchored to the rocks.

Abb. 39: Die Sommerstation SVEA im Scharffenbergbotnen. Die Station besteht aus zwei Wohncontainern, die auf den Hägglund-Fahrzeugen transportiert wurden, auf dem Fels aufgestellt, zusammengeschweißt und verankert wurden.

#### Summerstation SVEA

From two containers a summer station was built, which served as living quarters for the glaciologists. The small hut is built on a nunatak (1250 m.a.s.l.) at the southern rim of Scharffenbergbotnen S 73.35° and W 11.13° (Fig. 39). It contains a sleeping room with four berths and cooking facilities and an outer room of the same size with working space.

In the hut a snow scooter, an electrical generator and all sorts of field equipment were left for next years research activities. Outside the hut we left 3 snow scooter sledges with provisions and fuel for future field work.

The hut will be of great value for the Swedish expedition 1988/89. Then scientific work can start immediately with a helicopter flight to the station without time consuming overland travel.

#### 3.6.4 Strukturgeologische Untersuchungen an mylonitischen Gesteinen in den Kottasbergen und Sivorgfjella (J. Jacobs)

Die Heimefrontfjella befindet sich am Rand der ostantarktischen Plattform. Hier steht überwiegend polyphas deformiertes Basementgestein an, das zunächst amphibolitfaziell, später grünschieferfaziell geprägt wurde. Dem südwestlichen Teil der Heimefrontfjella (Tottanfjella) ist ein granulitfazielles Basement vorge-lagert, welches durch eine breite mylonitische Scherzone vom niedriger meta-morphen Bereich getrennt ist. Der amphibolitfaziell geprägte Teil der nördlichen Heimefrontfjella (Kottasberge und Sivorgfjella) setzt sich aus Metasedimenten und Metavulkaniten mit einer Vielzahl meist vergneister granitoider Intrusionen zusammen. Diese werden von einer grünschieferfaziellen Tektogenese mit NE Generalstreichen und vermutlich pan-afrikanischem Alter überprägt. Das Basement wird von einer geringmächtigen Abfolge permo-karbonischer Sedi-mente überlagert.

Während der 2. Neuschwabenlandexpedition 1985/86 (ANT-IV/3) wurden in den Kottasbergen, Sivorgfjella, Tottanfjella und Mannefallknausane struktur-geologische und petrographische Untersuchungen an Basementgesteinen durchgeführt. Erste radiometrische Ergebnisse dieser Expedition liegen in einer Publikation von ARNDT et al. (1986) vor. Danach liegt das Hauptmetamorpho-sealter der amphibolitfaziell geprägten Teile bei 1100 Ma. Strukturgeologische Zusammenhänge wurden von SPAETH & FIELITZ (1987) publiziert. Die während dieser Expedition durchgeführten Geländearbeiten sind als Fortführung der strukturgeologischen Untersuchungen der Expedition von 1985/86 zu verste-hen.

Während der diesjährigen Expedition wurde speziell mylonitisch geprägtes Basementgestein in den Kottasbergen und in Sivorgfjella, das sich durch eine retrograde Metamorphose auszeichnet, nach strukturgeologischen Gesichtspunkten bearbeitet und für Datierungszwecke intensiv beprobt.

Im amphibolitfaziell geprägten Teil der Kottasberge und Sivorgfjella läßt sich ein zweiphasiger Bewegungsablauf ablesen. Während des ersten orogenen

Abschnitts entstanden als älteste Strukturen eine Parallelschieferung sowie interne Falten in den Metasedimenten und Metavulkaniten (D1). Diese Parallelschieferung wird von NW-SE streichenden Falten verformt (D2). In den Metavulkaniten, die sich durch eine kontrastreiche leukokrat-melanokrate Bänderung auszeichnen, wird ein kongruenter Faltenbau durch eine Kombination von Klasse Ic-Falten (leukokrate Metavulkanite) bis Klasse III-Falten (melanokrate Metavulkanite) erzielt. Diese Falten sind häufig nicht zylindrisch. Die L2-Lineare fallen nach SE ein. D1-D2 werden einer mittelproterozoischen orogenen Phase zugeschrieben, die von ARNDT et al. (1986) mit etwa 1100 Ma datiert wurde. Diese Strukturen werden in weiten Bereichen von Sivorgfjella durch die Ausbildung einer bis zu 3 km breiten mylonitischen Scherzone überprägt. Die Mylonitisierung hat Paragneise, Orthogneise, Amphibolite und Migmatite betroffen, welche manchmal noch als linsenförmige Körper innerhalb dieser Mylonitzone erhalten sind. Die Mylonitisierung hat unter retrograden P-T-Bedingungen stattgefunden. Dabei wurde besonders Hellglimmer neugebildet. Im NW des Sirinuten hat die Scherbewegung innerhalb von Ga-Plag-Bio Gneisen bis zur Ausbildung von Pseudotachyliten geführt. Im SE fallen die mylonitischen S-Flächen steil nach NW ein, während sie im NW zunehmend flacher nach SE einfallen. Die mylonitischen Gesteine sind während eines zweiten orogenen Ereignisses um SW-NE streichende Achsen verfaltet worden (D3). Diese Falten sind als Mikrofältelung oder als Großfalten mit Wellenlängen von einigen Metern ausgebildet. Durch die Faltung haben die Mylonite eine ausgeprägte Lineation erhalten, die nach NE einfällt und parallel zu b3 orientiert ist. In einigen Bereichen sind diese Lineare wiederum von leicht von b3 abweichenden Faltenachsen verfaltet (D3'). b3-Falten treten besonders in einem etwa 20 m mächtigen Bereich etwa 50-100 m NW der SE-Begrenzung der Mylonitzone auf. Die b3-Faltung ist vermutlich auch für die Ausbildung von Stengelgneisen verantwortlich, deren Lineare eine ähnliche Orientierung aufweisen wie die b3-Faltenachsen. Am Sanengenrusta steht ein basischer Gang mit gelängten Vesicles an, der nicht mylonitisiert ist, jedoch durch D3 zusammen mit den Myloniten verfaltet ist. Da dieser Gang zwischen Mylonitisierung und D3 intrudiert sein muß, könnte eine Datierung dieses Ganges einen Hinweis für das Maximalalter der D3-Deformation liefern.

Besonders in den Kottasbergen treten retrograde mylonitische Scherzonen in Form flach nach S oder SE einfallender Überschiebungen auf. Anhand von S-C-Gefügen, rotierten Klasten und Mikrofältelungen läßt sich zeigen, daß die Bewegungsrichtung aufschiebend nach NW ist. Diese Mylonitzonen sind meistens weniger als 1 m mächtig und schneiden alle anderen Strukturen. Der Versetzungsbetrag beträgt meistens nur wenige Meter. Mächtigere kataklatisch ausgebildete Scherzonen weisen die gleiche Orientierung auf. Sie werden als in einem höheren Stockwerk gebildete Äquivalente der duktilen Mylonite gedeutet.

Das Alter der mylonitischen Scherzone in Sivorgfjella, der b3-Falten sowie der jungen Überschiebungen ist bisher unbekannt. Die Arbeitshypothese beruht jedoch auf der Vermutung, daß aufgrund des ausgeprägten NE-SW-Streichens dieser Strukturen eine Korrelation mit dem Ross-Orogen möglich ist. Um dies zu belegen, soll das Alter der Mylonite bestimmt werden. Zu diesem Zweck wurden in den Kottasbergen und Sivorgfjella etwa 1,5 to Probenmaterial

gesammelt, das für strukturgeologische Untersuchungen und radiometrische Datierungen geeignet ist. Die Datierung der mylonitischen Gesteine wird an geeigneten Mineralen (separierte Hellglimmer) mit der K/Ar-Methode erfolgen. Sollten die Datierungen ein panafrikanisches Alter ergeben, wo wäre dies ein Beweis für eine jungproterozoische bzw. altpalaeozoische Basementrejuvenation in der Heimfrontfjella. Dies würde einen Hinweis auf den in diesem Bereich der Antarktis unklaren Verlauf des Ross-Orogens geben und könnte damit einen wichtigen Baustein für die Rekonstruktion von Gondwana liefern.

### 3.6.5 Erzpetrographische Untersuchungen (B. Jäger)

Bereits während der Voruntersuchungen konnten zwei Arbeitsschwerpunkte festgelegt werden. Es sind einerseits überwiegend syngenetische Erzmineralführungen in basischen Gesteinen (hauptsächlich Eisen-Titan-Oxide in Basalten und Amphiboliten) sowie andererseits epigenetische Erzmineralisationen in sauren Gesteinen (Eisen-, Kupfer- und Zinksulfide in Gneisen und Kalksilikaten) zu untersuchen. Während der Geländearbeit konnten zusätzlich die permo-karbonischen Sedimente (überwiegend Sandstein mit lokalen Eisenoxid- bzw. Eisensulfidführungen) beprobt werden.

Die Probennahme erfolgte aus logistischen Gründen in den Regionen Milorgfjella und Sivorgfjella, wobei neben dem anstehenden Gestein untergeordnet Moränenmaterial beprobt worden ist.

Die Untersuchungsziele lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- möglichst vollständige Erfassung der Erzmineralführungen der unterschiedlichen Gesteinstypen,
- zugehörige Klassifizierung der Paragenesen,
- Entwicklung entsprechender Genesemodelle,
- geothermometrische Bearbeitung der geeigneten basischen Gesteine (Magnetit-Ilmenit-Thermometer).

Eine generelle Aussage über die oxidische Erzmineralführung der basischen Gesteine ist aufgrund der extremen Feinkörnigkeit dieser Mineralphasen nach makroskopischer Ansprache nicht möglich. Als Ausnahme sei ein Basalt mit tröpfchenförmigen Eisen-Titan-Oxiden bis zu 4 mm Durchmesser erwähnt. Die Gruppe der basischen Gesteine zeigt oft deutliche Merkmale zusätzlicher epigenetischer Mineralisationen. So finden sich im Basalt auf Rissen und Klüften feine Beläge von Sulfiden, welche von deren Verwitterungsprodukten Limonit und Malachit begleitet werden. Diese beiden Sekundärminerale, insbesondere Malachit, konnten überraschend oft in Amphiboliten in Form krustiger Überzüge angetroffen werden. In diesem Gestein setzen sich die Kluftbeläge und -füllungen überwiegend aus Quarz und Kupferkies zusammen. Ein eher seltener Klufttyp besteht hier neben Kalifeldspat und Quarz aus bis zu 1 cm großen Eisenoxidlinsen, welche feinkörnige Sulfideinschlüsse führen. Auch finden sich in Amphiboliten grobkörnige Linsen bis zu wenigen dm Durchmesser, welche aus Silikaten, Karbonaten und Eisenoxiden bis zu cm-Größe bestehen.

Die sauren Gesteine - überwiegend Gneise - führen an Verwitterungsneubildungen neben Limonit die kupferindizierenden Krusten. Das in Zersetzung befindliche primäre Erz, z.B. Kupferkiesnester in korrodiertem Quarz, ist stets sehr feinkörnig und auffallend oft an epidotisierte Bereiche gebunden. Exakt diese Mineralvergesellschaftung findet sich auch gelegentlich in Pegmatiten und Myloniten, wobei in letzterem Gestein neben Kupferkies Zinkblendekristalle identifiziert werden konnten. In den Gneisen finden sich an Sulfiden weiterhin sehr flache quadratische Pyritkristalle auf Querklüften, feinkörnige schichtgebundene Sulfidführungen sowie als Besonderheit eine mafische Silikatlinse von etwa 3 cm Durchmesser, welche zu einem Drittel aus Sulfiderz, unter anderem Kupferkies, besteht.

Mit Abstand häufigstes Oxidmineral in Gneisen ist Hämatit, der in meist feindisperser Verteilung auftritt und teilweise während der Verwitterung von Biotit freigesetzt wird. Weiterhin tritt dieses Eisenoxid lokal angereichert in wenigen mm-messenden Lagen, rundlichen Kristallen sowie rosettenartig in Hohlräumen auf.

Neben der eigentlichen Vererzung des Gneises sind selbständige, schwach erzführende Quarzgänge zu erwähnen. Als Mineralinhalt findet sich neben Silikat, Limonit, Malachit und weiteren Karbonaten feinkörniger Pyrit und Kupferkies, in einem Fall stark ausgewalzte blättchenförmige Bleiglanzpartikel. Zusätzlich konnten gelegentlich kataklastische Gesteine mit energetischer Erzmineralisation beprobt werden.

Der permo-karbonische Sandstein führt lokale Eisenmineralanreicherungen als oxidisches Bindemittel sowie als Sulfid in Form bis zu mehreren cm großen Markasitknollen.

Die bisherigen Geländebefunde lassen eine weiträumige Verbreitung hydrothermal gebildeter, stets gering konzentrierter Sulfidmineralisationen erkennen. Zusätzlich konnte an der Lokalität Monsrudnabben eine schwache Hämatitanreicherung geringer Mächtigkeit festgestellt werden. Es existieren keinerlei Anzeichen für Erzvorkommen von Eisen-, Kupfer-, Zink- und Bleimineralen, welche auch nur in der Nähe ökonomischer Interessen anzusiedeln wären.

### 3.6.6 Sedimentology, stratigraphy and paleomagnetism in the Heimfrontfjella Range (K. Larsson, G. Bylund)

The aim of the present work in the Heimfrontfjella Range has been to obtain material and data from which a litho- and biostratigraphical division of the Late Paleozoic sequence could be performed. This division would permit a more detailed correlation with other sedimentary areas in western Queen Maud Land.

The field-work has been considerably simplified by the excellent mapping performed by British geologists in the late 1960ies, and summarized by JUCKES (1972). The principal working area is shown in Fig. 40.

### Milorgfjella

Sedimentary strata are known from three principal outcrop areas, i.e. loc. A and B east of Leabotnen, Schivestolen and a small nunatak, loc. C, on the southern slope of SL-ryggen, (Fig. 40). All localities, except for loc. C, were studied.

Loc. A and B.- These two localities were studied by JUCKES (1972). The exposures are preserved in wide depressions in the crystalline basement, and they cover about the same stratigraphical levels. Loc. B, however, also exposes somewhat higher strata of some few metres.

The main part of the biostratigraphical work included the search for fossil-bearing horizons and the sampling of a continuous series through the sequence for palynological analysis. Megascopic plant remains were found in the sandstone beds, in which impressions of leaves and stems can be seen, either isolated, or twisted together. Thus, the allochthonous character of these remains is obvious, as also pointed out by JUCKES (1972) and PLUMSTEAD (1974). Commonly, the remains show a preferred orientation, and a measurement made on the upper surface of Sandstone A at loc. A, shows a NNE-SSW direction. This direction is also supported by other directional data from the measurements of ripples and current troughs. The latter structures suggest a flow towards the SSW.

At loc. A, a comparatively well-preserved macro-flora could be collected from the basal 50 cm of Sandstone A. This plant material requires a considerable amount of preparational work, however, as the remains commonly cut the bedding planes. The preliminary impression of this material is positive as to the possibilities to determine and classify the various plant taxa.

The lowest shale unit, Shale A, shows an abundance of trace fossils. At some horizons these sinuous and 2 to 3 mm wide tracks completely cover the rock surface.

A special interest was devoted to the numerous concretions exposed on the top surface of Sandstone A at loc. A. These concretions, probably stained by some iron compound, generally have a size of 10 to 15 cm, but larger, up to 25 cm wide structures may also be observed. The top surface of Sandstone B at loc. B shows other types of concretions, which are smaller, 3 to 5 cm, and are composed by ore aggregates.

Dropstones could be observed from the first post-tillite beds up to Shale B.

### Schivestolen

The sedimentary sequence at this locality shows a much more complete development compared to the previously discussed locality. The total thickness has been estimated to 160 m by JUCKES (1972). The biostratigraphical work was entirely concentrated to the sequence above the conspicuous sill which intrudes the sequence. A schematic profile is demonstrated in Fig. 41.

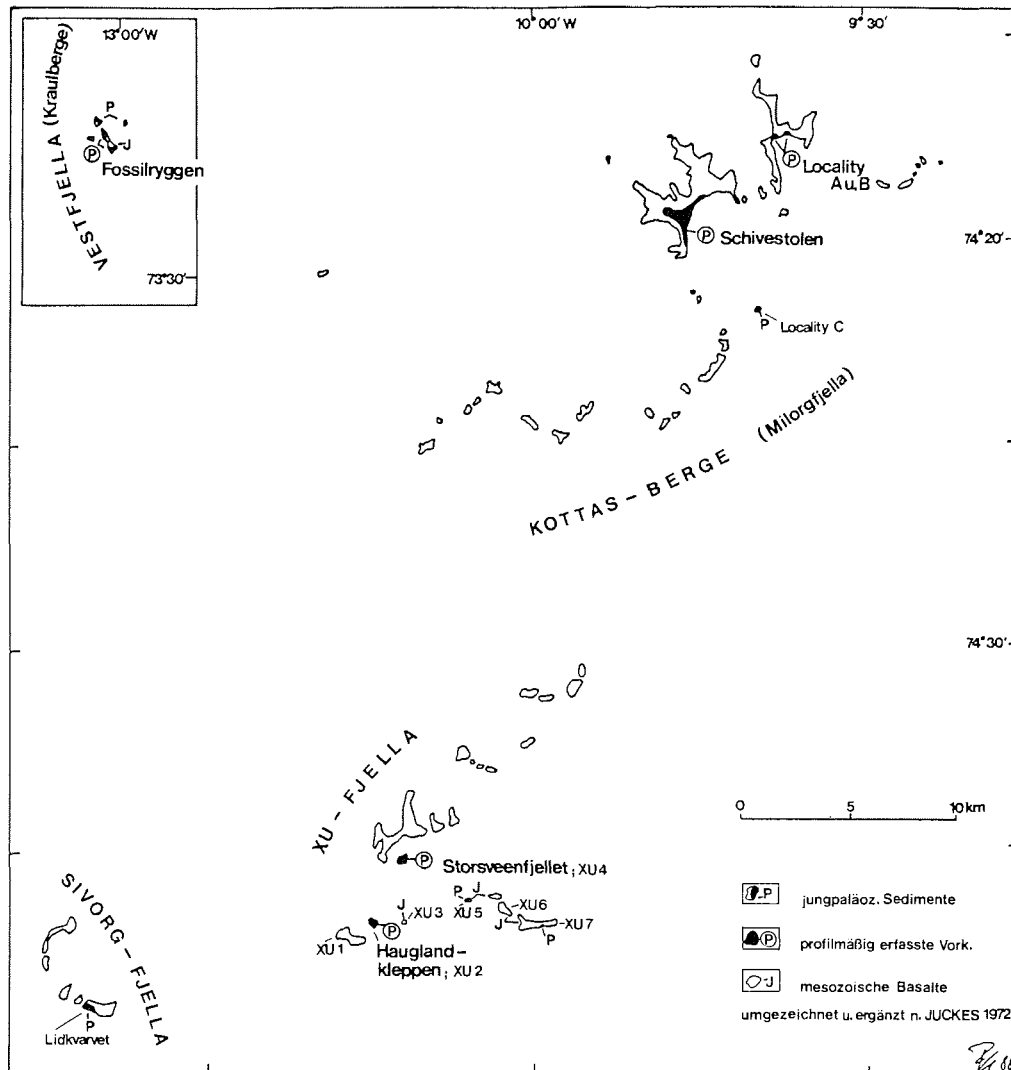


Fig. 40: Sketch map showing sampling localities in the Milorgfjella and XU-Fjella.

Abb. 40: Lageskizze der Probennahmestellen in Milorgfjella und XU-Fjella.



The main lithology comprises coarse feldspathic sandstones with some intercalated beds of shale/mudstone and thin coal seams. The thickest coal seam observed was 40 cm, but there are considerable lateral fluctuations in thickness and some coal seams may wedge out completely. Thus, one gets the impression that these coaly horizons have formed from plant remains accumulated in small depressions which have subsequently been covered by silt and sand by a migrating river stream. Below the coal seams there are normally rather well developed plant remains and distinct root horizons. The latter would imply, that some plant remains occur more or less in growth position. The preliminary studies of the plant remains indicate that there is no principal difference in the plant communities found at the lowest coal seam and the highest, i.e. over a vertical distance of ca. 50 m. Thus, the sandstone sequence is deposited during one short sedimentary cycle. This assumption is also supported by the petrographical characteristics of the sandstone, which show coarse, angular quartz and feldspar fragments. A pronounced flow regime is demonstrated by the frequent and well developed cross-bedding structures.

#### XU-Fjella

The sedimentary sequence of XU-fjella may be studied at several outcrops as shown in Fig. 40. The main lithological development comprises coarse, feldspathic quartz sandstones with pronounced cross-bedding structures. Pelitic horizons, as seen in the Milorgfjella area, are more rare, but it cannot be excluded that some shale/mudstone strata are covered by snow.

The lowest part of the sedimentary sequence is exposed at loc. XU 2, immediately north of Hauglandkleppen, XU 1. The crystalline rocks of the latter locality occur at a higher altitude than the basement rocks below the sandstones at loc. XU 2. The sandstone strata rest either directly on the gneissic basement, or on thin slices of tillites. Cross-bedding structures and ripples are common. A conspicuous feature at this locality are the long, parallel grooves in the sandstone, running approx. N-S. These grooves occur at different levels within the sandstone.

Loc. XU 4 exposes only coarse, cross-bedded sandstones with some thin intercalated beds of shale. Some poorly preserved plant remains could be observed, but despite a comprehensive search, no macro-flora could be collected. The more pelitic, dark beds were collected for palynological analysis.

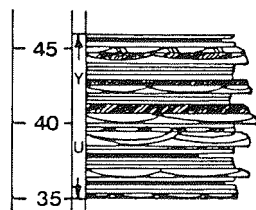
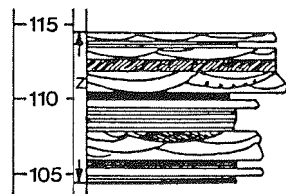
The stratigraphically highest strata can be studied at a small nunatak, loc. XU 5, where a strongly weathered basalt covers approx. 2 m of a yellowish, coarse sandstone. This sandstone is partly strongly reddish due to the thermal influence of the basalt. No dropstones have been observed in this sandstone.

At the easternmost nunatak of Bjoernnutane, XU 7, only a rudimentary sandstone sequence, 2 m thick, is developed. It rests directly on the crystalline basement and it is covered by approx. 150 m of basalt.

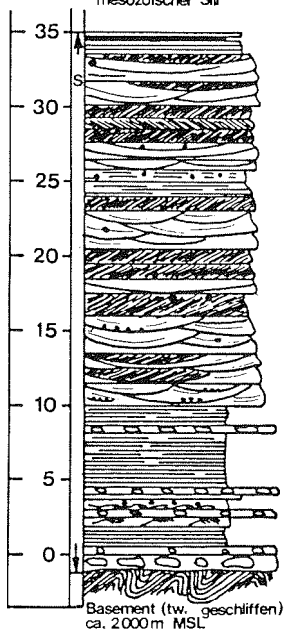
Despite the scattered outcrops, it may be supposed that they collectively expose a comparatively complete sequence (Fig. 42). The preliminary impression of this sequence is, that it lithostratigraphically shows a fairly good

PROFIL SCHIVESTOLEN

150 Mächtigkeit ca. 150-160m,  
Top 2158m MSL

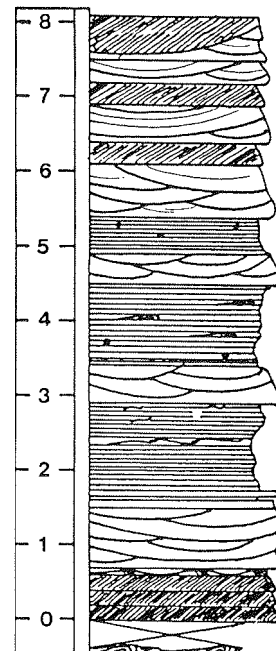


10-15m mächtiger  
mesozoischer Sill



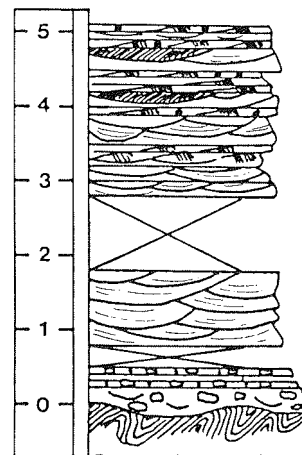
Basement (tw. geschliffen)  
ca. 2000m MSL

PROFIL STORSVEENFJELLET  
XU4



Basement (schneebedeckt)  
ca. 2300m MSL

PROFIL HAUGLANDKLEPPEN  
XU 2



Basement (geschliffen)  
ca. 2220m MSL

Fig. 41: Sections from sedimentary sequences of the Beacon Super-Group in the Kottas Mountains and XU-Fjella.

Abb. 41: Säulenprofile von Sedimentabfolgen der Beacon-Super-Group in den Kottasbergen und XU-Fjella.

agreement with the sedimentary sequence at Milorgfjella, despite the lack of some more fine-grained lithologies. The biostratigraphical sampling will hopefully give some further data to support this assumed correlation.

#### Sivorgfjella

Only two localities with sedimentary strata are known from the northern side of Sivorgfjella, i.e. Lidkvarvet and Berggravrista (Fig. 40). Only the first mentioned locality has been visited by geologists as the latter one is inaccessible. Bad crevasses around Lidkvarvet did not permit any visit during the present field-work. However, from the short description by JUCKES (1972) it seems as if this locality shows a more or less identical lithological development as seen at XU-fjella. This assumption is to some extent also corroborated by the finding of a large sandstone boulder at Engenhovet, a peak at the northern side of Scharffenbergbotnen. This boulder exhibits a yellowish, coarse, cross-bedded sandstone and it is likely that it has been transported either from the Lidkvarvet-Berggravrista exposure or from some outcrop in its vicinity, now being covered by ice.

#### Palaeomagnetism

The aim of this work is to measure the magnetic properties of the rocks in parts of the Heimefrontfjella Range. The palaeomagnetic part, i.e. the measurement of the direction of the remanent magnetization of the rocks, will give information on the relative orientation of the Heimefrontfjella Range to other units of the Transantarctic Mountains and help in establishing the position of Antarctica relative to other Gondwanaland continents during geological time. Other magnetic properties to be measured are the intensity of the remanent magnetization, the magnetic susceptibility and its anisotropy, the Curie temperature and the magnetic coercivity. Further, a microscopic study will be done on the magnetic minerals.

All samples were taken as handsamples and in situ orientation was made with a sun compass, when weather permitted, combined with magnetic compass readings.

The sampling was concentrated to three lithologies and their country rocks: (1) A set of metadolerites, probably of Proterozoic age, (2) a sequence of Permian sedimentary rocks and (3) Mesozoic basaltic rocks. At all sites, country rocks were collected in order to make baked contact tests.

Further samples were obtained from mylonites in the Scharffenbergbotnen area, in order to compare the magnetic directions in these rocks and their magnetic susceptibility anisotropy with the general tectonic structure in the area.

The apparent susceptibility was measured on all rock units sampled. A magnetic susceptibility meter type Kappameter model KT-5 was used. These measurements give information on the approximate amount of magnetic minerals, mainly magnetite, in the rocks.

The metadolerites were sampled at Leabotnen in the northern part of Milorgfjella and at Scharffenbergbotnen in the northern part of Sivorgfjella. At Leabotnen a set of six dykes 0.5 to 3 m wide were sampled and at Scharffenbergbotnen 12 dykes were sampled. In the latter area the dykes vary in width from a few cm to more than 50 m. At both sites, the dykes trend N-S and stand vertical to subvertical.

The Permian sediments were sampled at two sites, localities A and B of JUCKES (1972), east of Leabotnen, northern Milorgfjella (Fig. 40). Samples were taken in a basal tillite, and in red and grey sandstones and siltstones.

The Mesozoic samples were collected from a ca. 10 m thick sill at Schivestolen in Milorgfjella, from four nunataks in XU-fjella, and from a dyke in the southern part of Sivorgfjella, at Bieringmulen.

Mylonites were sampled in the Scharffenbergbotnen area.

In total 195 orientated samples were collected and they will give ca. 600 specimens to be used for measurements.

The apparent susceptibility of the metadolerites ranges between  $0.5-1.0 \times 10^{-3}$  SI-units. The Permian sediments have a low apparent susceptibility,  $0.1-0.2 \times 10^{-3}$  SI-units. The Mesozoic rocks have an apparent susceptibility of  $5-10 \times 10^{-3}$  SI-units, and the mylonites have an apparent susceptibility of  $0.4-0.6 \times 10^{-3}$  SI-units.

At the Scharffenbergbotnen metadolerite sites, it was observed that the gneissic country rocks have an apparent magnetic susceptibility one magnitude or more larger than that of the metadolerites ( $5-20 \times 10^{-3}$  SI-units), but that the gneisses adjacent to the dykes have a low apparent magnetic susceptibility ( $0.1 - 0.2 \times 10^{-3}$  SI-units). To study this matter more closely, samples were taken across the dykes and well into the country rocks covering the whole spectra of apparent magnetic susceptibility. The same feature was not observed at the Milorgfjella site, there the country rocks have apparent magnetic susceptibility values ranging from  $0.1-0.5 \times 10^{-3}$  SI-units.

### 3.6.7 Fazielle Untersuchungen in den jungpaläozoischen Sedimenten der Heimefrontfjella und der Kraulberge (P. Poscher)

Während der Kottasexpedition 1987/88 konnten mit zwei Ausnahmen sämtliche bislang im Expeditionsgebiet bekannten Vorkommen jungpaläozoischer Sedimente erreicht und bearbeitet werden (Abb. 40). Fünf ausgewählte Profile wurden lithofaziell aufgenommen und für unten beschriebene Zielsetzungen systematisch beprobt. Die Feldarbeiten erfolgten gemeinsam mit G. Patzelt.

Die jungpaläozoischen Sedimentvorkommen in den Kottasbergen, XU-Fjella und Sivorgfjella sind seit der regionalgeologischen Übersichtsarbeit von JUCKES der Jahre 1964-1966 (Juckes 1972) bekannt und werden von ELLIOT, 1975 zur Victoria Group der Beacon Super-Group gezählt. Mit Ausnahme des

Vorkommens am Schivestolen in den Kottasbergen handelt es sich dabei um geringmächtige (<15 m) Erosionsreste, die größtenteils den basalen Abschnitt der Sedimentfolge repräsentieren. Faziale und paläontologische Informationen liegen in geringem Umfang aus den Kottasbergen vor (JUCKES 1972; PLUMSTEAD 1974).

Einzige weitere Vorkommen in Neuschwabenland sind von Kirwanveggen und vom Fossilryggen in den Kraulbergen bekannt. Die faziale Zuordnung der klastischen Sedimente am Fossilryggen seitens norwegischer Bearbeiter (HJELLE & WINSNES 1972; OLAUSSEN 1985) ist widersprüchlich, weshalb für Vergleichszwecke eine Neuaufnahme dieses Profils erfolgte.

Expeditionsziele waren:

- Profilmäßige Erfassung ausgewählter Vorkommen in der Heimefrontfjella, um deren litho- und biostratigraphische Korrelation durchzuführen;
- Faziale Interpretation, insbesondere Art und Ausmaß der im Liegendabschnitt glazial beeinflussten Sedimentationsverhältnisse;
- Systematische Beprobung dieser Profile für sedimentpetrographische, geochemische und palynologische Fragestellungen.

Sämtliche Zielsetzungen konnten erfüllt werden.

Profile wurden detailliert am Schivestolen (Abb. 41a) und in Loc. A (Abb. 42) und B in den Kottasbergen nördlich Hauglandkleppen (XU2) und östlich Storsveenfjellet (XU4, Abb. 41b) in XU-Fjella sowie am Fossilryggen in den Kraulbergen metriert, aufgenommen und beprobt.

An drei Lokalitäten (Loc. B, Schivestolen, Hauglandkleppen) konnten Gletscherschliffe an der Basis der Sedimente nachgewiesen werden, wobei eindeutige Kriterien zur Unterscheidung paläozoischer bzw. "junger" Schliff-Flächen vorliegen. Schliffrichtungen und Hauptschüttungsrichtungen der hangenden arkosischen bis lithischen Arenite zeigen allgemein gute Übereinstimmung.

In JUCKES (1972) und in einigen Übersichtsarbeiten wird diskutiert, ob es sich bei dem Basalkonglomerat an Loc. A um einen Tillit handeln könnte. Probenmaterial, das im Zuge der Kottas-Traversal 1985/86 von G. Patzelt der Sedimentbasis am Schivestolen entnommen wurde, zeigt eindeutige Charakteristika eines Tillits (POSCHER 1987). Diese Befunde konnten vor Ort und vor allem in ihrem fazialen Zusammenhang erhärtet werden.

Fluvioglaziale und untergeordnet glazial-lakustrine Sedimentationsverhältnisse lassen sich in sämtlichen aufgenommenen Profilen Heimefrontfjellas belegen. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Dropstones, Dropstonehorizonte, aber auch um Erosionsmarken, die auf driftende Eismassen zurückgeführt werden.

Die am Schivestolen aufgeschlossenen Hangendabschnitte sind durch mehrere Meter mächtige "fining upward-Sequenzen" charakterisiert, welche abschnittsweise detailliert untersucht wurden. Der lithofaziale Aufbau spricht



für Sequenzen eines verflochtenen Flußsystems, das mit zunehmender stratigraphischer Höhe relativ distalere Ablagerungsbedingungen mit kohleführenden "Overbanksedimenten" zeigt. Sedimentologische Details sind den Beispielen in Abb. 42 zu entnehmen.

Zusammenfassend - ohne auf Einzelheiten einzugehen - zeigen die Geländebefunde ein paläozoisch glazial überprägtes Basement, über dem sich lokal Reste glazialer Ablagerungen erhalten haben. Das Relief wurde in der Folge durch fluviale Sedimentation ausgeglichen, wobei zentrale und laterale Beckenabschnitte unterschieden werden können.

Die Auswertung des umfangreichen Probenmaterials erfolgt an den geowissenschaftlichen Instituten der Universität Innsbruck. Sämtliches Probenmaterial wurde orientiert entnommen. Sedimentstruktur- und Texturuntersuchungen werden an orientierten An- und Dünnschliffen durchgeführt.

Den einzelnen Fragestellungen folgend werden u.a. mikroskopische Analysen des Mineralbestands, Schwermineralanalytik und weiterführende Untersuchungen (Mikrosonde, RFA, Kathodenlumineszenz) durchgeführt. Dies mit dem Ziel, kompositionelle Reife des Sediments, Petrographie der Abtragsgebiete, Diagenese und Art und Genese teilweise horizontgebundener Konkretionsbildungen darzulegen.

Als besonders bedeutsam wird die sedimentpetrographische Untersuchung der Gerölle und Gesteinsbruchstücke angesehen, da schüttungsrichtungsbedingt Kenntnis über jenen Teil des kristallinen Basements erlangt wird, der heute größtenteils unter Eis liegt.

Die Bedeutung dieser Untersuchungen ist darin zu sehen, einen weiteren Beitrag zur Kenntnis und der Korrelation der jungpaläozoischen Entwicklung am Ostantarktischen Schild zu liefern sowie fazielle und sedimentpetrographische Parameter für "Gondwanarekonstruktionsmodelle" im Zuge des Vergleichs der jungpaläozoischen Entwicklung im ostantarktischen und südostafrikanischen Raum zu erarbeiten.

### 3.6.8 Glazialmorphologische Untersuchungen (G. Patzelt)

#### Jungpleistozäne Vereisungsspuren

Die 1986 mit unzulänglichem Kartenmaterial in Sivorgfjella vorgenommene Kartierung der Erratikaverbreitung konnte diesmal auf dem neuen Schichtlinienplan im Maßstab 1 : 25000 mit 25 m Äquidistanzen vervollständigt werden, der inzwischen am Institut für Angewandte Geodäsie in Frankfurt hergestellt und von J. Sievers zur Verfügung gestellt worden war. Damit war eine flächenhafte Aufnahme der Vereisungsspuren mit wesentlich verbesserter Höherfassung möglich.

An den Nunatakkern der westlichen Talbegrenzung des Scharffenbergbotnens läßt sich anhand dichter Erratikablockstreu und der Verbreitung von Grundmoränen ein Gletscherstand rekonstruieren, dessen Oberfläche 100 bis

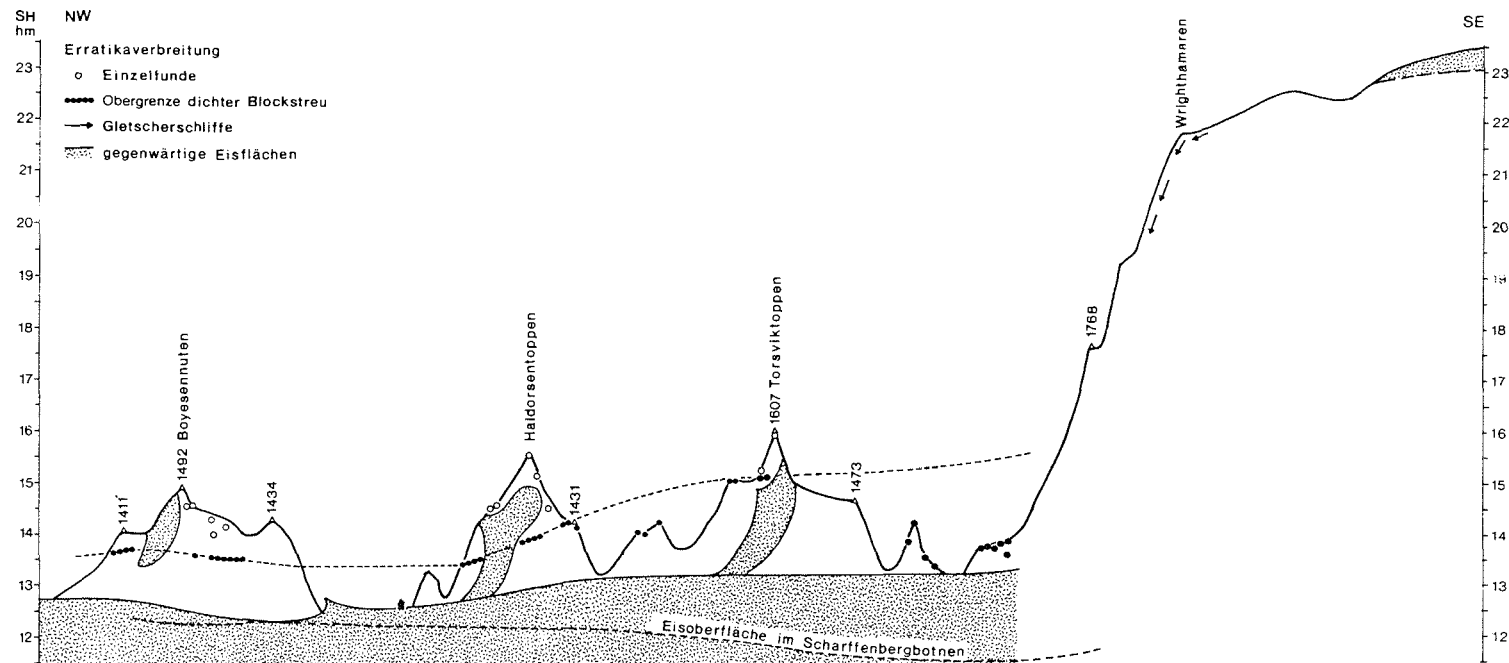


Abb. 43: Verbreitung der Erratika an den Nunatakkern der südwestlichen Seite des Scharffenbergbotnen.

Fig. 43: Distribution of erratics on nunataks, southwest of Scharffenbergbotnen.



150 m höher lag als die heutige Eisoberfläche im Tal (Abb. 43). Das Alter dieses Gletscherstandes ist nicht bestimmbar. Aus der Tatsache, daß Blöcke und Felsflächen innerhalb dieses Standes deutlich weniger verwittert sind als das Gelände außerhalb davon, aber doch vielfach Ansätze zur Lochverwitterung und starker Frostsprengung zeigen, wird angenommen, daß sich dieser Gletscherstand vor mehreren Jahrtausenden ereignete. Zeitgleichheit mit der Ross Drift vor ca. 20000 Jahren erscheint möglich, ist aber nach wie vor nicht belegbar.

Im Gegensatz zur Feststellung von 1986 wurden jetzt, bei besserer Kenntnis der petrographischen Verhältnisse dieses Gebietes, vereinzelte Erratika bis in den Gipfelbereich der höchsten Nunataks gefunden. Das bedeutet, daß während eines noch älteren Gletscherstandes alle Nunataks vom Eis überflossen waren und die Eisoberfläche mindestens 430 m höher gelegen haben mußte als heute. Der deutlich stärkere Verwitterungsgrad der Felsflächen und die geringe Erratikaerhaltung lassen die Annahme eines wesentlich höheren Alters gegenüber dem jüngeren Gletscherstand zu. Für weitergehende Altersabschätzungen fehlen Anhaltspunkte.

#### Rezente Gletscherveränderung

Die Beobachtungen von 1986 mit den Hinweisen auf eine rezente Abnahme der Eismassen, insbesondere bei den Lokalgletschern, konnte im ganzen Expeditionsgebiet bestätigt und durch zusätzliche Belege ergänzt werden.

In Sivorgfjella sind im Zungenbereich der Lokalgletscher die schuttfreien Eis- und Schneeflächen jeweils mehrere Meter gegenüber randglazialen Ablagerungen und schuttbedecktem Eis eingesunken. Größere Schutt- und Felsflächen scheinen, nach dem unverwitterten frischen Zustand zu schließen, noch nicht lange eisfrei zu sein.

Im orographisch rechts vorgelagerten Moränengelände des Burasbotnen in den Kottasbergen läßt sich aus dem Verlauf der Moränenbögen erschließen, daß eine Reihe von fünf kleinen Nunataks erst vor kurzem eisfrei geworden sein dürfte. Dort ist demnach auch das vom Inlandeisplateau abfließende Eis in der Größenordnung von Dekametern eingesunken.

Im Scharffenbergbotnen wurden zwischen den großen Blöcken eines rezenten Seitenmoränenwalles alte aufgelassene Brutplätze von Schneesturmvögeln gefunden und ausgegraben. Es wird versucht, mittels <sup>14</sup>C-Datierungen das Alter des organischen Materials dieser Nistplätze zu bestimmen und damit ein Mindestalter für die rezente Moränenablagerung zu erhalten. Altersabschätzungen aus dem spärlichen Flechtenbewuchs in- und außerhalb des Moränengeländes sind nicht möglich.

3.6.9 Glaciological and geomorphological studies of Scharffenbergbotnen  
(S. Jonsson, P. Holmlund, H. Grudd)

Scharffenbergbotnen is a basin of interior ice drainage. One of our two objectives has been to study the mass exchange of such a basin, that is the total inflow of ice to the basin as well as the ablation inside it should be measured. The other objective has been to study the supraglacial as well as the subglacial geomorphology of the basin in order to make conclusions of its origin.

The fieldwork for this project is meant to take at least two consecutive summer seasons of which 1987/88 is the first one.

Fixed points and stake net

A net of 28 plastic stakes has been established in Scharffenbergbotnen (Fig. 44). The stakes, which are all 3.0 m long, were drilled down approximately 1.5 m with the help of a motor-powered stake drill. A numbered metal band attached 10 cm below the top gives each stake an identification. The stakes are used both for ablation and ice movement studies.

Besides having stakes evenly spread over the basin it was most important at the selection of their sites to have some placed at all ice flow entrances to the Scharffenbergbotnen basin. Therefore, 4 stakes were located on a line between Steinnabben (A in Fig. 44) and Gerhardsennuten. Single stakes were located between Steinnabben and Boyesennuten as well as between Boyesennuten and the Svea station.

Ice is also entering the basin at two points along the arête forming the northeastern side of the basin, but only one of these was considered important. The latter is a major inflow taking place through a 400 m high ice-fall SE of Engenhovet. Due to the inaccessibility of the ice-fall the entrance stake had to be put in the lowest part of the ice-fall instead of higher up.

For comparison with normal ice sheet conditions 3 stakes were placed approximately 10 km NW of Steinnabben. They form a 9.6 km long profile to the NE from one to the two small, unnamed nunataks that constitute the north-western border of northern Sivorgfjella. Three more stakes were for similar reasons placed between 2 and 7 km W of Steinnabben (Fig. 44). All stakes west of Steinnabben will be referred to as outer stakes, while the 28 stakes in Scharffenbergbotnen will be called inner stakes.

Seven fixed points were established for the movement studies. Four of these (named B, C, F and H) are located in the interior of Scharffenbergbotnen (Fig. 44) while the other three are to be found on Steinnabben (A), Furubotnnabben (E) and the unnamed nunatak mentioned above (P). E is an earlier British fixed point, while the others are new.

The fixed points have been bound together in a local orthogonal coordinate net, in which the Y-axis is a line parallel to the line between the summits of Furubotnnabben and Steinnabben. The Z coordinates are based on the altitude of point E, as it has been given on the new West German topographical map

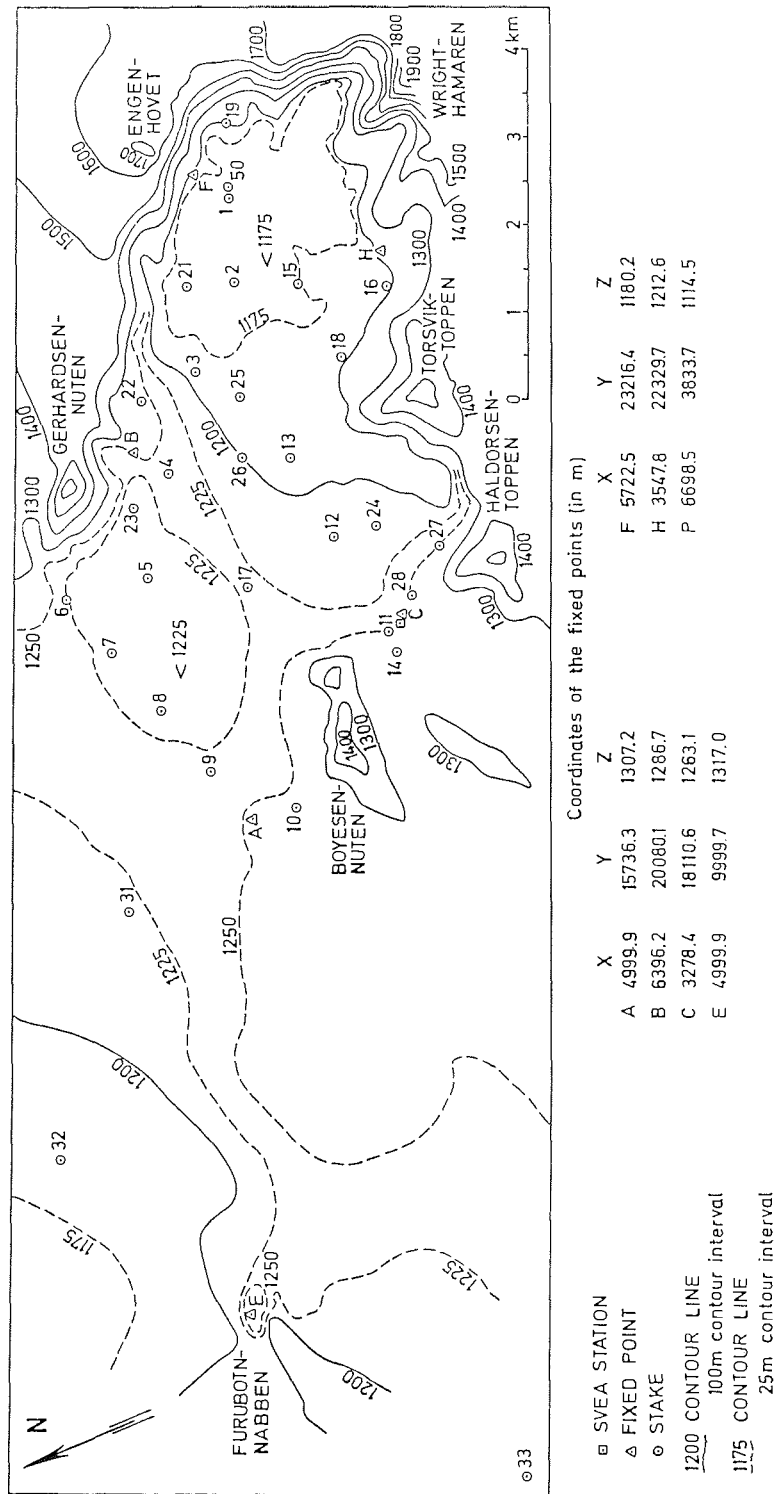


Fig. 44: Sketch map of the Scharffenbergbotnen area.

Abb. 44: Kartenskizze des Gebietes um den Scharffenbergbotnen.

(1:25000) of the area. The coordinates have been corrected for earth curvature and refraction.

#### Radio-echo mapping of the subglacial morphology

As part of the geomorphological subproject the bottom topography of Scharffenbergbotnen was mapped by the use of radio-echo technique. The equipment was based on a low frequency sounder, constructed and produced by Marteinn Sverrisson and Helgi Bjornsson at the University of Reykjavik, Iceland. The transmitter produces a pulsed signal at 8.1 MHz with a wavelength of about 26 metres. The equipment was operated in both a continuous profiling (Z) mode and in a spot (A) mode. The signal was received on an oscilloscope and recorded by a 35 mm camera attached to the screen of the oscilloscope. This equipment has earlier been successfully used on temperate glaciers in northern Scandinavia.

The equipment mentioned above was chosen because of its suitability to field-use and its reliability, though a higher frequency would have been favourable in the cold ice as it gives a higher resolution. However, a second system was used for smaller depths. This sounder was constructed and produced by Michael Walford at the University of Bristol, U.K. . The sounder produces a pulsed signal and was used for the frequencies 20 and 35 MHz. The pulse was received on a Gould oscilloscope and noted by hand. It was not possible to use this second equipment for continuous profiling records.

The transmitter and receiver were drawn on sledges by a snowmobile and the aerials were kept about one wavelength apart. The total length of the 33 profiles is 58 km.

One problem that we had predicted was the hard mechanical wear by having uneven snow and ice under the sledges. All equipment was therefore well protected against shaking but it became nevertheless a problem. One sledge, one receiver and a couple of aerials were damaged by shaking. Another problem that we had not predicted was the fact that the radio traffic in Antarctica often uses frequencies around 8 MHz. We were thus limited to work when the radio traffic was low or none to avoid interference. This did not only delay our work, but it also had a bad influence on the resolution of the recordings. Only strong and clear echos came through the noise.

The result of the radio-echo soundings (Fig. 45) shows that Scharffenbergbotnen is a deep U-shaped, slightly overdeepened valley. The valley bottom is orientated along the east-west-going tectonic lineament in the area.

The ice-depth decreases from the main entrance of the basin, where the maximum depth is about 1050 m, to the innermost part close to the headwall where the depth is about 400 m. A bedrock riegel in the middle has its lowest point about 650 m below the ice surface.

The map of the ice thickness (Fig. 45) was calculated using the universal kriging method by the software developed by U. Herzfeld for the SEABEAM post processing, on board the FS "Polarstern" (3.4.11.1).

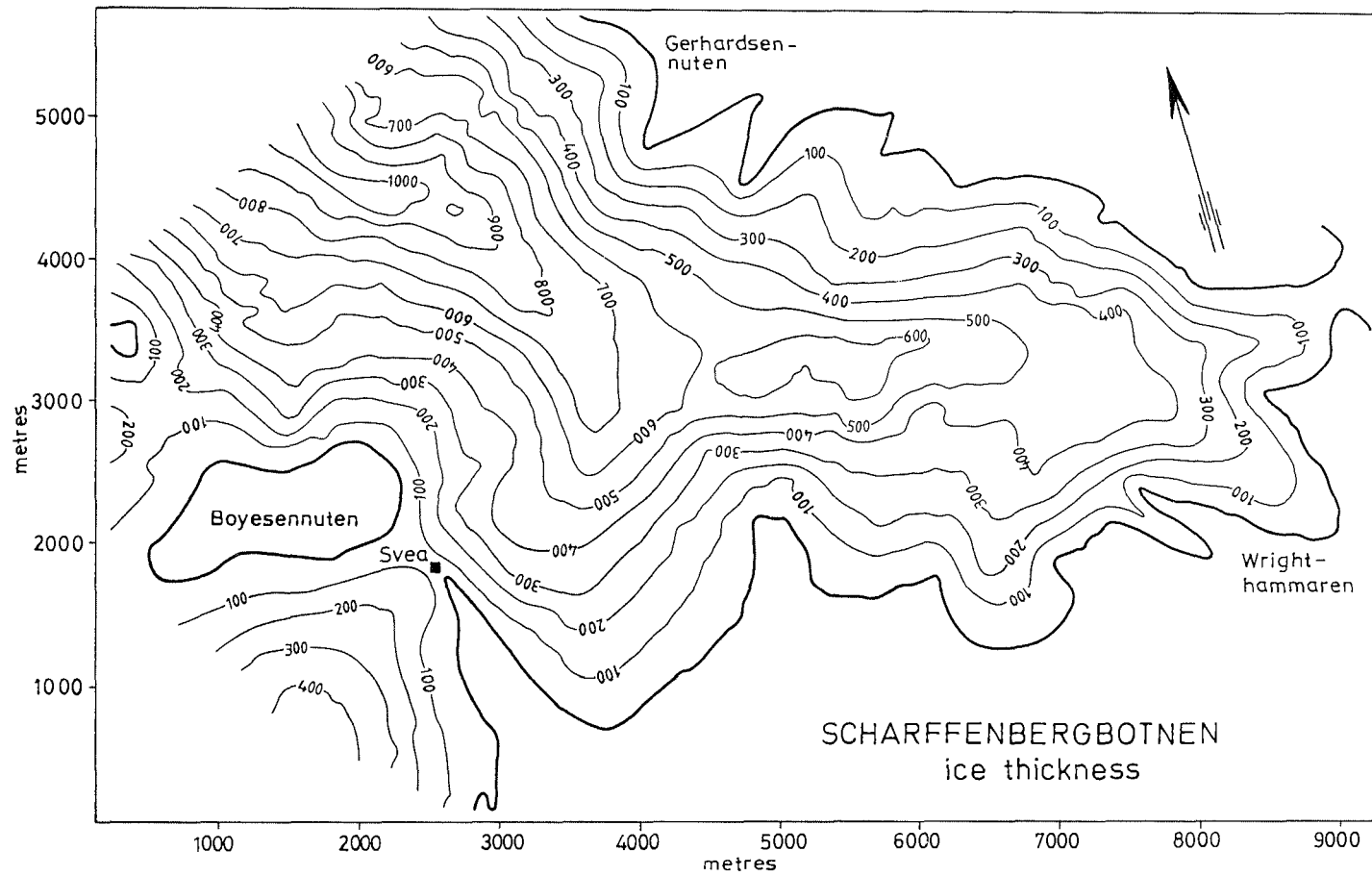


Fig. 45: Map of the ice thickness in Scharffenbergbotnen from radio-echo sounding. Contour interval is 50 m

Abb. 45: Karte der Eismächtigkeit in Scharffenbergbotnen. Isolinienabstand 50 m

#### Ice movement

The survey of the stakes was done with two different sets of instruments. AGA Geodimeter System 400, which is a combined theodolite (0.1 mgon in readability) and geodimeter, was used for shorter distances and a Wild T2 in combination with an AGA Geodimeter 114 for longer distances.

The former system had a range of 3500 m with one prism, while the latter at least had a range of 9600 m. With repeated measurements the distance accuracy for the former system is  $\pm(3 \text{ mm} + 3 \text{ ppm})$ , while that of the latter is  $\pm(5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm})$ . System 400 is a much quicker and more comfortable system to use; it also has the advantage of giving an automatic calculation of the XYZ-coordinates for the stakes. Unfortunately it turned out to be less reliable too. After February 5 it ceased to work, something which probably was due to rough treatment during the transports across the bumpy blue-ice areas.

The outer stakes were all measured at 2 or 3 separate occasions. Preliminary results show that stake 34, located 3.5 km NE of P, moved 98 cm to the NW in 27 days, that is 36 mm per day. Stakes 35 and 36, 6.6 and 9.6 km NE of P respectively, had daily speeds of 54 and 64 mm towards NW. The velocity increase towards north is explained by the increasing influence of Aubertisen bringing down ice from Amundsenisen. On the southern side of Furubotnnabben the influence of ice transport from the interior plateau must be less for topographical reasons. Stake 33, located 3.3 km SW of Furubotnnabben, moved 93 cm in 23 days, that is 40 mm per day. This velocity is of the same order as that of stake 34. The direction of the movement of stake 33 was parallel to the line of nunataks between E and P.

Most of the stakes in Scharffenbergbotnen have been measured at much smaller distances than those of the outer stakes. Thirteen of the inner stakes had been surveyed two or three times. The remaining 15 inner stakes were only surveyed once, which at least means that their 1988 positions are known.

Between Steinnabben and Boysennuten no ice movement could be detected, a statement that is also valid for the stake immediately NE of Steinnabben. The remaining three stakes in the profile towards Gerhardsennuten (Fig. 44) show an ice flow that increases towards that nunatak and that has a southerly direction. Although the data are rather uncertain because of long measurement distances, it seems likely that the easternmost is moving approximately 7 mm a day. Stake 19 below the ice-fall entrance to the basin (Fig. 44) is moving about 6 mm a day. A definite but small ice flow is passing in through the entrance close to the Svea station. Stake 11 (Fig. 44) has a daily velocity of 2.8 mm, while upstream, stake 14 is moving only 1.5 mm a day. Between these two stakes is a blue-ice area with many transverse crevasses.

Four stakes in the interior of the basin have been surveyed more than once. Only stake 22, located in a local accumulation area SE of Gerhardsennuten, showed any measurable velocity. It moved approximately 4 mm a day towards SW.

### Snow studies

Snow pits were dug at stake 32 on January 29 and at stake 28 (Fig. 44) on January 30 and February 16. Continuous vertical density profiles were measured in all three pits. No obvious grain size variation was seen, neither were any signs of melting (ice crusts) seen.

The average density in the uppermost metre was  $0.41 \pm 0.02 \text{ Mg/m}^3$  in Scharffenbergbotnen (stake 28; 1224 m a.s.l.) at the end of January, while it was  $0.37 \pm 0.03 \text{ Mg/m}^3$  near Furubotnnabben (stake 32; 1181 m a.s.l.). In the next metre downwards the average densities were  $0.44 \pm 0.01 \text{ Mg/m}^3$  and  $0.43 \pm 0.03 \text{ Mg/m}^3$  respectively, that is approximately the same. The average density did not change during February, as the density in the uppermost metre at stake 28 was  $0.41 \pm 0.05 \text{ Mg/m}^3$  on February 16.

From the same two sites firn cores with 7,5 cm diameter were taken on February 7 (6.22 m long core at stake 28) and 8 (9.41 m long core at stake 32). The cores are being transported on the "Polarstern" under freezing conditions to Bremerhaven. In a first phase they will be analysed for  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  content to make possible a determination of the net balance in the area B.

The firn samples were taken with a PICO light weight hand coring auger. To speed up the drilling process a light weight, two-stroke gasoline engine (Tanaka TIA-305) had been adapted to drive the drill. The same engine was also used for the stake drill. The motor-powered core drilling operation was a very fast and easy process. Unfortunately we failed to raise the auger to the surface when we had reached the depth of 10.2 m. Too many cuttings seemed to have come on top of the barrel and so the auger got stuck.

Temperature measurements were made every 5 cm in the first two pits. For instance, these measurements showed that the firn temperature at a depth of 2 m was  $-16.8^\circ\text{C}$  at stake 28 and two degrees colder at Furubotnnabben. Seven thermistors put down in the 6.22 m deep borehole at stake 28 (after which it was filled with snow) were connected to a data logger (Squirrel 16). The temperature at 6.22 m was  $-22.0^\circ\text{C}$  and daily variations were only noticed at depths less than 1 m.

### Ablation

Mass balance parameters were studied by measuring the length of the 35 stakes in the area. The length was measured as the median value of 3 or 4 measurements on different sides of the stake. Small snow drifts on the leeside of the stakes were avoided at these measurements. Besides the median value in mm the range between the measurements was noted.

24 inner stakes have measurement periods between 27 and 34 days. The stakes have all been measured between 4 and 8 times. 10 stakes have been standing in blue-ice all the time, 2 stakes were surrounded by snow during the first half of the field period and thereafter by blue-ice. 12 stakes have been standing in snow all the time. All stakes but one have been recording ablation for the period. All noted changes of stake lengths have been recorded in mm water equivalents per day. A density of  $0.40 \text{ Mg/m}^3$  has been used for all snow

calculations in Scharffen-bergbotnen, while 0.34 has been used with the outer stakes. The average ablation value for the Scharffenbergbotnen basin is 0.70 mm w.eq. per day with a standard deviation of 0.29 mm. Stakes in blue-ice show a somewhat higher average and smaller standard deviation, while stakes in snow register the opposite. The latter is easy to understand as in fact stake 9 had a net accumulation of 3 mm snow between January 15 and February 18.

Of the six outer stakes 4 are showing net ablation for the whole field period. The average is 0.18 mm w.eq. per day but the standard deviation is large (0.35), as stakes 32 and 35 had net accumulation.

Looking at the distribution of ablation values in the Scharffenbergbotnen basin it is very clear that all stakes close to the northeastern nunataks from Gerhardsennuten to Engenhovet (Fig. 44) have very high values. The highest values are recorded by stakes 22 (1.24 mm/day) and 1 (1.15 mm/day). The former is standing in snow and the latter in blue-ice. A gradual decrease of all ablation values from NE to SW is also noticeable.

While the average ablation in Scharffenbergbotnen was 1.18 mm/day during the second half of January it was only 0.33 mm/day during the first half of February.

#### Meteorological observations

Ablation in Scharffenbergbotnen is due to evaporation and wind erosion. Superimposed ice (refrozen melt water) could be seen close to nunataks and moraines and in some blue-ice areas, but never on the open snow-fields. Melting certainly gives no net ablation. In order to quantify the reasons for the ablation in Scharffenbergbotnen, two automatic weather stations were put up. Both stations are of the same type (Aanderaa 2700) and have had the sensors mounted 2.70 m above the ground. The sensor arm has been orientated N28 E on both stations. A solar cell power module provides a voltage of 8.4 V for powering each station.

One station was installed where we expected the evaporation to be at a maximum, that is at the very bottom of the basin next to stake 50 (Fig. 44). The actual site is in a blue-ice area. These areas normally have a very irregular micro-topography due to the evaporation, but around stake 50 the surface is very flat due to refrozen melt water. Sensors registering wind speed, wind gust, wind direction, incoming solar radiation (pyranometer), reflected solar radiation (pyranometer), total radiation (pyrradiometer), air temperature and relative humidity were mounted on the sensor arm while a sensor for barometric pressure was mounted inside the weather station housing together with the sensor reading board.

The second station was put up on the snow surface next to stake 32, where we expected to register weather conditions more normal for an ice sheet. On the sensor arm were mounted sensors to read the following parameters: wind speed, wind gust, wind direction, incoming solar radiation, air temperature and relative humidity.



Both stations were triggered every 10 minutes to scan all input channels and to store the data in a RAM memory. The station at stake 50 was operating between January 16 and February 11, when 37582 10-bit words had been stored. The station at stake 32 was operating between January 18 and February 18, when 35593 words (sensor readings) had been registered. The data will be read back in Scandinavia.

On February 11 the weather station at stake 50 was converted into a system for satellite (Argos) transmission of the weather data to Europe. The same sensors mentioned above plus 4 ground thermistors mounted at different ice depths were connected with an Argos sampler instead of the Aanderaa sensor reading board. Sampling is done 10 minutes before each synoptic hour (GMT), that is every third hour. The sampler is connected to an Argos transmitter (identity number 1759) that is transmitting the sampled data every minute and a half (a short HF pulse lasting about 1 second). The power supply for the sampler and transmitter is a Ni-Cd battery giving 12 V. This battery and 3 spare sets are all charged by a solar panel (45 W) and a wind generator (50 W). On February 16 a telex message from Stockholm gave the first decoded data in return. Hopefully this Argos station will operate until the summer season 1988/89.

Besides the automatic recording of weather data we made daily weather observations at 7.30 and 19.30 (GMT). These data show that there was a distinct change in weather around February 1. The average pressure dropped from  $637 \pm 2$  mm Hg during the second part of January to  $630 \pm 2$  during the first half of February. Similarly the temperature dropped from  $-6.5 \pm 1.6$  to  $-13.2 \pm 3.0^\circ\text{C}$ . The wind, which was blowing from NE to E during 82% of the observations during January, had this direction for only 35% of the time in February. The winds were very often strong during January, while there was very little wind during February.

#### 3.6.10 Radio-Echo soundings between Basen and Fossilryggen (P.Holmlund)

One of the aims during the Vestfjella traverse was to collect information about the bed topography beneath the ice, both along the profile between Basen and Fossilryggen, and at some cirque locations at the nunatak Basen.

The radio-echo sounder used was the 8.1 MHz, Icelandic transmitter described in section 3.6.9, and the pulse was received and interpreted on an Aaron field oscilloscope. In practise the equipment had a limited range corresponding to an ice thickness of approximately 1000 m, due to a rather wide frequency-banded transmitter in combination with atmospheric noise. Sometimes echoes from larger depth did penetrate the noise but these values are, of course, of a lower accuracy. In Fig. 46 the solid lines show the result of short-spaced spot measurements of high quality and the dashed line represents lower level accuracy. The leveling of the surface was done with a barometer between fixed points on Basen and Fossilryggen, respectively.

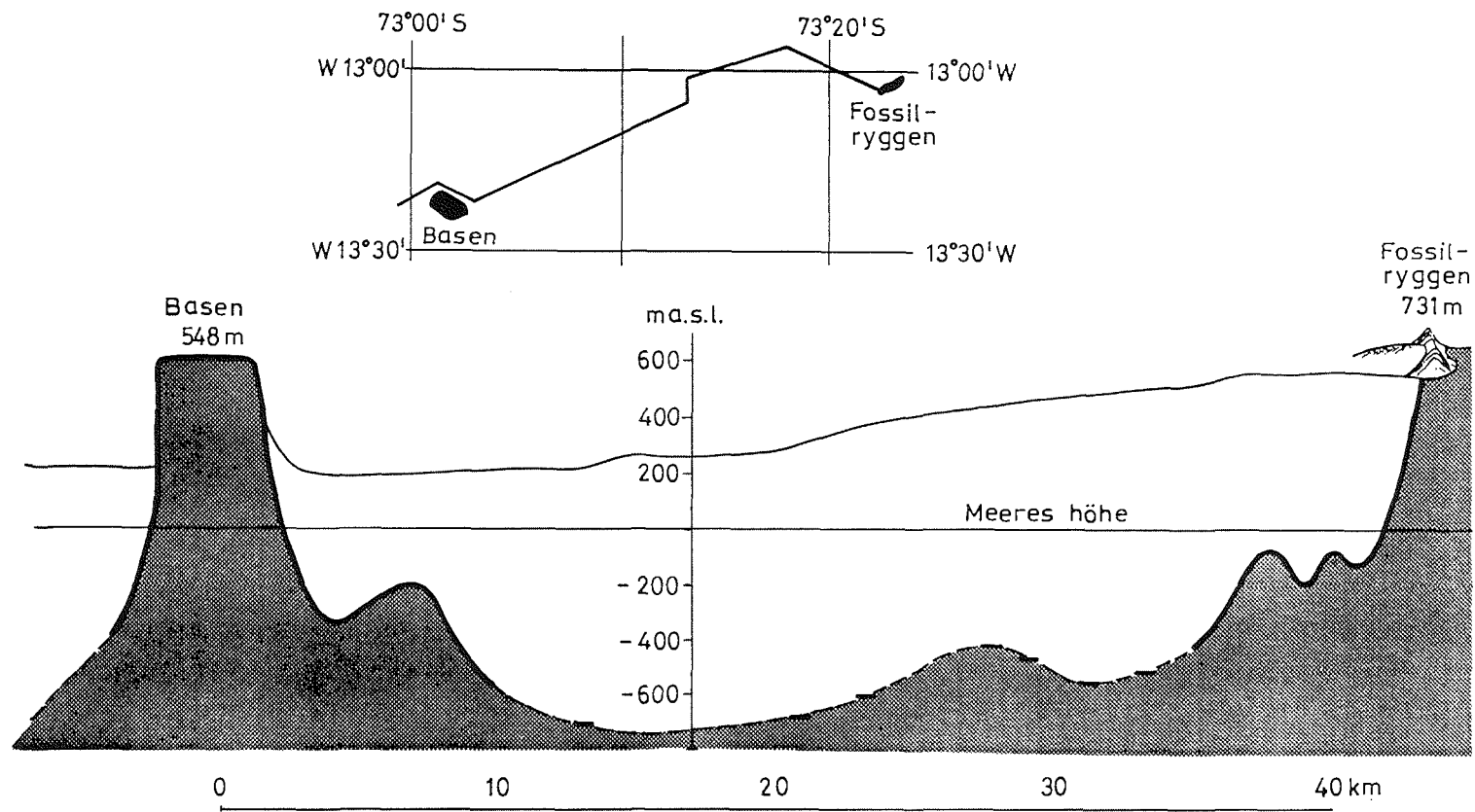


Fig. 46: Bed-rock surface from radio-echo sounding between Basen and Fossilryggen/Vestfjella.

Abb. 46: Eisdicke und Subeis-Topographie zwischen Basen und Fossilryggen in den Kraulbergen.

The result of the radio-echo soundings show that there are two well-developed but not over-deepened glacier cirques on Basen. The bed beneath the ice along the traverse is well below sea level except for some hundreds of meters close to the both nunataks.

### 3.6.11 Literatur

- ARNDT, T.N., TAPPER, M. und WEBER, K. (1986): Die Kottasberge Neuschwabenlands (Antarktis) - Teil eines polyphas geformten Orogens? Nachr. Dt. Geol. Ges., 35: 9-10.
- ELLIOT, D.H. (1975): Gondwana Basins of Antarctica. In: Campbell, K.S.W. (ed.): Gondwana Geology. Australia National University Press, Canberra: 493-536.
- HJELLE, A. & WINSNES, T.S. (1972): The sedimentary and volcanic sequence of Vestfjella, Dronning Maud Land. In: Adie, R.J. (ed.): Antarctic Geology and Geophysics. Universitetsforlaget, Oslo: 539-546.
- JUCKES, L.M. (1972): The Geology of North-Eastern Heimefrontfjella, Dronning Maud Land. B.A.S. Scient. Rep., 65.
- OLAUSSEN, S. (1985): Sedimentological research in northwestern part of Dronning Maud Land. Norsk Polarinstitutt Rapportserie, 22: 75-82.
- PLUMSTEAD, E.P. (1974): A new assemblage of plant fossils from Milorgfjella, Dronning Maud Land. B.A.S. Scient. Rep., 83.
- POSCHER, G. (1987): Sedimentpetrographische Charakterisierung von Tilliten der Beacon-Supergroup, Neuschwabenland (Antarktis). Zeitschrift f. Glazialgeologie u. Gletscherkunde, 1987/H.2: in Druck.
- SPAETH, G. and FIELITZ, W. (1987): Structural Investigations in the Precambrian of Western Neuschwabenland, Antarctica. Polarforsch. 57 (1/2): 71-92.

### 3.7 Geologische Expedition in die Shackleton Range (GEISHA)

#### 3.7.1 Einführung in die Geologie der Shackleton Range und Zielsetzung von GEISHA (G. Kleinschmidt, N.W. Roland)

Die Shackleton Range liegt am südöstlichen Rand des Filchner-Schelfeises zwischen 30°30'W und 19°W und zwischen 80°07'S und 80°50'S. Sie bedeckt eine Fläche von 15000 km<sup>2</sup>, bei einer maximalen N-S-Erstreckung von 75 km und einer E-W-Erstreckung von 200 km. Die natürlichen Begrenzungen sind im Norden der Slessor Glacier, im Süden der Recovery Glacier, im Westen das Filchner-Schelfeis; im Osten verliert sich das Gebirge unter dem Eis des Polarplateaus. Die Shackleton Range setzt sich aus mehreren Teilgebirgen zusammen (Abb. 47): Otter Highlands (im Westen), Haskard Highlands (östlich anschließend), Fuchs Dome (Zentrum), Lagrange Nunataks (NW Fuchs Dome), Herbert Mts. (NE Fuchs Dome), Stephenson Bastion (südlich Fuchs Dome), Read Mts. (im Süden und Südosten), Pioneers Escarpment (im Osten), östlich anschließend weitere einzelne Nunatakker.

Die Shackleton Range kann als das atlantische Ende des Transantarktischen Gebirges angesehen werden. Sie liegt im Grenzbereich des ostantarktischen Schildes und der jüngeren Orogenzonen, die sich hier nach bisherigen Auffassungen scharen (Ellsworth- (=Weddell-), Ross-, Beardmore-Orogen), (Abb. 48). Die Shackleton Range mit ihrem kristallinen Basement, präkambrischen und paläozoischen Hüllserien dürfte gegenüber den Theron Mts. im Norden (Beacon-Sedimente und Dolerit-Sills) und den Whichaway Nunataks im Süden (Beacon-Sedimenten) horstartig am Slessor Glacier bzw. Recovery Glacier herausgehoben sein.

Das Projekt einer geowissenschaftlichen Expedition in die Shackleton Range wird seit 1984 diskutiert, die Planung während des 4. Arbeitstreffens des Arbeitskreises "Geologie der Polargebiete" der DGP im Frühjahr 1985 in Hannover beschlossen und bis Ende 1985 von einem Komitee erarbeitet. Ein Grundgedanke dabei war, die bisherigen deutschen Antarktisaktivitäten - Ellsworth-Mts/Ellsworth-Orogen, Victoria-Land/Ross-Orogen, Neuschwabenland/Schild - in der Shackleton Range zu bündeln. Die wissenschaftlichen Hauptziele decken sich daher mit wissenschaftlichen Hauptproblemen der Antarktisgeologie im allgemeinen:

- a) exakte Gondwana-Rekonstruktion und Festlegung der Grenze ostantarktischer Schild/westantarktische Mobilzonen,
- b) Akkretionsmechanismen am antarktischen Schild (Bildung Gondwanas) mit der Frage nach der Fortsetzung des Ross-Orogens im atlantischen Sektor,
- c) Gondwanazerfall im Jura.

GEISHA = Geologische Expedition in die Shackleton Range - wurde gemeinsam vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (Bremerhaven) und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hannover) ausgerichtet, unter Beteiligung von Wissenschaftlern aus fünf

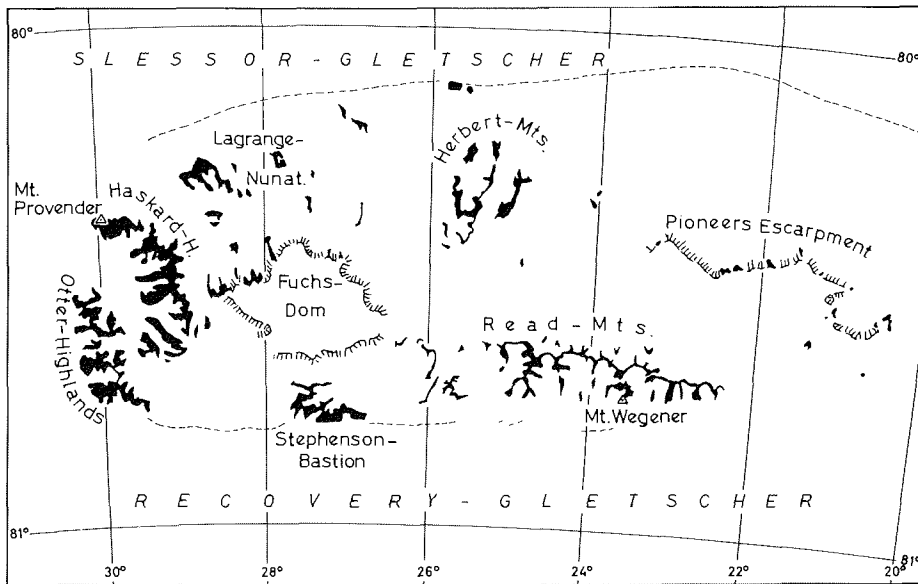


Abb. 47: Die Shackleton Range und ihre Teilgebirge.

Fig. 47: General setting of the Shackleton Range and its mountain chains.

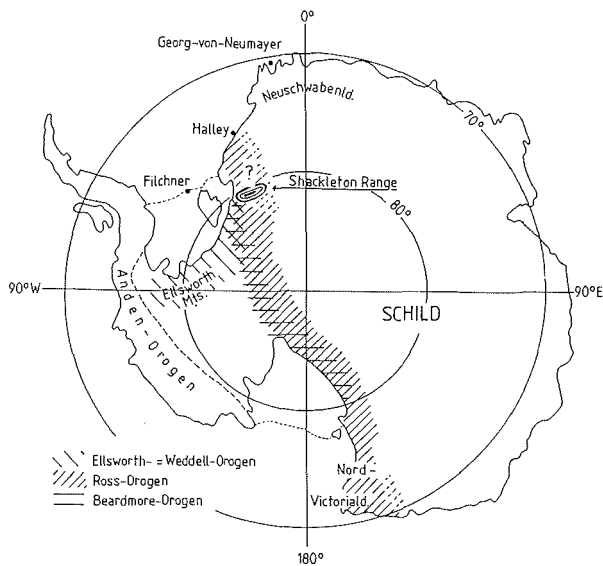


Abb. 48: Die geologische Lage der Shackleton Range in der Antarktis.

Fig. 48: General setting of the Shackleton Range as a part of Antarctica.

Hochschulinstitutionen (Aachen, Erlangen, Frankfurt, Göttingen, Würzburg), deren Expeditionsteilnahme durch den "Schwerpunkt Antarktisforschung" der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht wurde.

Die geologische Erforschung der Shackleton Range begann im Rahmen der Commonwealth Trans-Antarctic Expedition 1957/58 (STEPHENSON 1966) und wurde durch weitere britische Expeditionen 1968-71 und 1977-78 weitergeführt. Die 22. und 23. Sowjetische Antarktisexpeditionen (SAE) in den Jahren 1976/77 und 1977/78 fanden unter Beteiligung amerikanischer und ostdeutscher Geowissenschaftler statt. Hauptarbeitsgebiete waren die Herbert Mts., die nördlichen Haskard Highlands und die Read Mts.

Die Ergebnisse dieser Unternehmen waren die Grundlage für GEISHA. Die Shackleton Range wurde von einigen als Teil des ostantarktischen Schildes betrachtet, z.T. auch als eine Fortsetzung des Ross-Orogens diskutiert (im Westteil). Die größten Anteile werden von kristallinem Grundgebirge eingenommen, dem Shackleton Range Metamorphic Complex. Dieser untergliedert sich in das eigentliche Basement (Read Complex) und metamorphe Serien, die als "Metasedimente" oder "Plattformsedimente" das hangende des Basements bilden sollen. Sie wurden mit unterschiedlichen Namen belegt und unterschiedlich gegliedert (HOFMANN & PAECH 1983, MARSH 1983a). Für das Basement werden Alter von bis zu 2700 Ma angegeben. Das Kristallin wird von Intrusionen von ca. 1500 Ma durchschnitten (REX 1972).

Überlagert wird das Kristallin im Süden und Osten durch die bisher ins obere Präkambrium gestellte Turnpike-Bluff-Gruppe, einer schwach metamorphen Schiefer- und Quarzitfolge.

Im Nordwesten liegt über dem Kristallin die ca. 3000 m mächtige Blaiklock-Glacier-Gruppe, Molassebildungen aus vorwiegend Konglomeraten und Sandsteinen unsicherer Altersstellung. Teils wird sie ins Altpaläozoikum gestellt (CLARKSON 1982), teils mit der Beacon-Supergruppe verglichen. Jüngere Epochen sind ausschließlich durch Doleritgänge vertreten.

Die Beziehungen der einzelnen Einheiten zueinander und die Art ihrer gegenseitigen Grenzen war unklar und umstritten. Diskutiert wurden Diskordanzen, einfache Abschiebungen und Überschiebungen. Ein geologisches Gesamtmodell in größerem Zusammenhang der Antarktisgeologie fehlte bislang.

Stratigraphische Unsicherheiten führten zu Unsicherheiten in der Zuordnung der Deformations- und Metamorphose-Ereignisse. Nach CLARKSON (1982) liegen im Kristallin mehrere präkambrische Deformationseignisse vor, die vorwiegend E-W gerichtete Strukturen geschaffen haben. Die Deformation der Turnpike-Bluff-Gruppe mit ihren ebenfalls E-W gerichteten Achsen wurden als Regeneration älterer Bewegungen angesehen (Prä-Beardmore, CLARKSON 1982).

Aus den genannten Hauptzielen und den angedeuteten offenen Einzelproblemen ergaben sich zwanglos die folgenden einzelnen GEISHA-Programmpunkte:

- a) Altersdatierungen mit entsprechender Probenahme im gesamten Shackleton Range Metamorphic Complex, mit Hauptgewicht in den Read Mts., den Haskard-Highlands und Pioneers Escarpment.
- b) Stratigraphische Einordnung der Gesteine der Turnpike-Bluff-Gruppe und der Blaiklock-Glacier-Gruppe, verbunden mit sedimentologisch-faziellen Untersuchungen (Read Mts., Otter und Haskard Highlands).
- c) Aufnahme bisher nicht oder unzureichend erfaßter Nunatakker des Pioneers Escarpment und östlich davon.
- d) Mineralogische Bestandsaufnahme des kristallinen Grundgebirges mit dem Schwergewicht auf der Petrologie der Metamorphitserien.
- e) Die strukturelle Entwicklung des Grundgebirges und der Turnpike-Bluff-Gruppe vor allem in den Read-Mts., den Otter und Haskard-Highlands, unter besonderer Berücksichtigung von Scher- und Bewegungszonen.
- f) Möglichst vollständige Erfassung der basischen Gänge nach Raumlage, Verbands- und Altersverhältnissen. Umfangreiche Beprobung für Altersdatierung, Geochemie und Paläomagnetik in den Read Mts. und den Haskard Highlands.
- g) Dazu ergänzend glazialgeologische Untersuchungen mit geschiebepetrographischer Kartierung und Erfassung des glazialgeologischen Inventars (Kritzen, Sichelbrüche usw.). Dies einerseits zu Schließung der vom Eis bedeckten Lücken des geologischen Bildes, andererseits zur Erfassung der Variation früherer Eishochstände.
- h) Vergleich von Stratigraphie, petrologischer und struktureller Entwicklung mit den bisherigen Antarktis-Arbeitsgebieten der Teilnehmer.

Alle Programmpunkte konnten von vier Arbeitsgruppen mit leicht wechselnder Zusammensetzung planungsgemäß ohne Abstriche durchgeführt werden.

### 3.7.2 Logistischer Rahmen (K.-H. Bässler, J. Kothe)

Im Gegensatz zu einer früheren Expedition in die Shackleton Range, die auf dem Landwege mit schwerem Gerät durchgeführt wurde und deshalb einen Zeitbedarf erforderte, der innerhalb einer Sommerkampagne nicht zur Verfügung steht, ergab sich mit dem Einsatz der Flugzeuge "Polar-2" und "Polar-4" (DO 228-100) des Alfred-Wegener-Instituts zur Abwicklung des primären Transportes ein anderes Konzept.

Der Betrieb der Flugzeuge und die Versorgung der Wissenschaftler in der Shackleton Range, speziell mit Flugtreibstoff (JetA-1) für die dort im Nahbereich operierenden beiden Helikopter (BO 105) erforderte nahe der Entladestelle der "Polarstern" ein Basislager mit Landepiste und Treibstoffdepot. Die Landepiste bei der britischen Überwinterungsstation Halley (75°36'S, 26°41'W) in Kombination mit einem Basislager (GEISHA-Lager) erfüllten diese Anforderungen. Von einem zweiten Basislager in der Stephenson Bastion der Shackleton Range (SHACKLETON-Lager, 80°44'S, 27°11,5'W) starteten kleinere Gruppen (3-4 Personen) mit leichten Motorschlitten und leichter Ausrüstung, um umliegende Gebiete eingehender zu untersuchen. Die Helikopter, stationiert im Shackleton-Lager, wurden zur Versorgung und

Entsorgung der Außenlager und zur Untersuchung schwer zugänglicher Regionen eingesetzt. Ein Zwischendepot mit Treibstoff in den Theron Mountains (78°42'S, 27°00'W), diente den Flugzeugen als Notlandeplatz und den Helikoptern als Tankstop auf der 600 km langen Flugstrecke der Überführung.

Das GEISHA-Lager war für 12 Personen ausgelegt (4 Piloten, 3 Flugtechniker, 1 Flug- und Lagerkoordinator, 2 technische Ingenieure, 1 Koch, 1 Funker). Zur Unterbringung und Verpflegung des Personals standen zwei 20"-Wohncontainer mit 6 bzw. 5 Schlafplätzen sowie Scott-Zelte zur Verfügung. Die Mahlzeiten wurden in einem der Wohncontainer eingenommen, in dem gleichzeitig gekocht wurde. Drei 20"-Fracht- und ein 20"-Werkstattcontainer dienten zum Transport sowie zur Lagerung von Ersatzteilen und Ausrüstungsgegenständen. In einem temperaturkontrollierten 10"-Container wurden frostempfindliche Getränke und Speisen gelagert. In einem Schneebunker wurde die Tiefkühlkost gelagert. Ein erstmalig eingesetzter halbkugelförmiger Wohniglu, eine aus leichten Fieberglasssegmenten vor Ort einfach zusammenschraubbare Schutzhütte, bewährte sich für die Unterbringung der Wettersatelliten-Empfangsanlage. Allerdings mußte darauf geachtet werden, daß die Raumtemperatur den Gefrierpunkt nicht unterschritt, und damit die Gefahr von Kondenswasserbildung in den elektronischen Geräten verhindert wurde.

Der Fahrzeugpark bestand aus drei Kässbohrer Pistenbullies mit Kastenaufbau, Mulde und Kran bzw. Räumschild und Schneefräse. Der Kranbully diente hauptsächlich zum Umsetzen von 1000 Faß Treibstoff. Infolge der guten Beschaffenheit der Landepiste konnte auf den Einsatz der mitgeführten Schneefräse verzichtet werden.

Für die Kommunikation stand eine 400 W Rhode + Schwarz Funakanlage zur Verfügung. Da die Sendequalität aus dem unmittelbaren Lagerbereich heraus nicht zufriedenstellend war, wurde die Funkstation im Bully mit Kastenaufbau installiert und 300 m vom Lager entfernt unbeeinflußt von den Generatoren und Containern aufgestellt. So konnte eine mittlere bis gute Verbindung zum SHACKLETON-Lager, zur "Polarstern" und zur Georg-von-Neumayer-Station aufrechterhalten werden.

Nach dem ursprünglichen Plan sollten die Wissenschaftler bis zum Transport in die Berge auf RRS "Bransfield" verbleiben und nach Rückkehr möglichst rasch wieder von "Polarstern" übernommen werden. Wegen des absehbar kurzen Zeitraums von 2-3 Tagen bis zur Überführung der Wissenschaftler und der Helikopter in die Shackleton Range sowie bedingt durch die günstige Großwetterlage wurde im GEISHA-Lager ein Zeltendorf errichtet. So konnten unmittelbar vor Ort Ausrüstung und Personen von den Flugzeugen übernommen und ausgeflogen werden. Der langwierige Transfer von RRS "Bransfield" bis zur 13 km entfernten Landepiste konnte so entfallen. Allerdings mußte während dieser Tage in vier Schichten dreimal täglich gekocht, gegessen und gespült werden. Für zukünftige Unternehmen sollte hier die Bereitstellung eines separaten Koch- und Aufenthaltscontainers erwogen werden.



In der Shackleton Range war ein zentrales Lager für die ständige Versorgung und Stationierung der Hubschrauber notwendig. Die wissenschaftliche Mannschaft sowie alle Ausrüstungsgegenstände wurden durch dieses Lager in der Stephenson Bastion geschleust. Von dort waren die unterschiedlichen Arbeitsgebiete mit Motorschlitten (insgesamt 3 Lager zu je 3-4 Personen) erreichbar. Die Shackleton Range war in 3 Teilarbeitsgebiete eingeteilt, die im wesentlichen nacheinander abgearbeitet wurden:

- 1) Read Mountains
- 2) Haskard Highlands
- 3) Stephenson Bastion

In der Endphase waren somit alle Arbeitsgruppen in unmittelbarer Reichweite des Basislagers in der Stephenson Bastion tätig. Bei einer drastischen Wetterverschlechterung wäre dadurch eine Evakuierung einfacher durchführbar gewesen.

Neben der regulären Ausstattung der Geländelager war das Basislager mit einem zusätzlichen Steilwandzelt ausgestattet, das für eventuell notwendig werdende Reparaturen an Hubschraubern oder Motorschlitten geeigneten Windschutz bot. De facto wurde es als Koch- und Kommunikationszentrum benutzt und hat sich als solches bewährt.

Für die Funkkommunikation war ein separates Scott Zelt aufgestellt. Hier war ein durchstimmbares Kurzwellenfunkgerät (Telefunken) mit der PEP von 100 Watt neben einem bequarzten 20 Watt-Stoner portable und einem VHF 20 Watt-Dittel installiert. Wanddipole sind auf Dauer wegen ständiger Vibration ungeeignet, da sie an den Fixpunkten brechen.

Die Stationierung der Hubschrauber machte das Vorhandensein eines leistungsfähigen Startaggregats (GPW) und eines leistungsstarken Heizers erforderlich. Beide Geräte waren ebenfalls für die Flugzeuge einsetzbar. Selbst bei Temperaturen unter -20°C konnten Triebwerke problemlos abgeschaltet werden. Der zur Batterieladung benötigte Strom wurde durch 2 Generatoren erzeugt. Für Transporte im Shackleton-Basislager (Fässer, Gesteinsproben) stand ein Ski-Doo-Alpine und ein Leichtmetallschlitten zur Verfügung.

Die Ausstattung der geologischen Außenlager war auf die Versorgung von 4 Personen abgestellt. Als Transportmittel standen je Arbeitsgruppe 1 Motorschlitten Ski-Doo-Alpine, 1 Nansenschlitten, 12 Fuß, 1 Motorschlitten Ski-Doo-Elan und 1 Nansenschlitten, 8 Fuß, zur Verfügung.

Für die Kommunikation waren vorhanden: 1 HF-Stoner portable 20 Watt mit festen Frequenzen inclusive je 3 Batteriesets, 1 VHF-Dittel 20 Watt. Das Laden der Batterien mit Solarenergie hat sich erneut bewährt.

Die Wissenschaftler waren in Scott-Zelten untergebracht. Für den Austausch der allmorgendlichen Wetterdaten sollten künftig Anemometer zur Verfügung stehen.

Die Bergausrüstung bestand aus 1 Klettergurt (Vollgurt), je 6 Karabiner, 1 Paar Yuemar Bügel, 1 Bergseil 50 m (10 mm), 1 Eispickel, 1 Paar Steigeisen sowie diversen Reepschnüren. Die die Feldgruppen begleitenden Bergführer waren zusätzlich mit Eisspiralen, Felshaken etc. ausgestattet.

Folgende Geländelager waren in der Shackleton Range in den verschiedenen Zeitabschnitten eingerichtet:

Zeit	Länge Breite Höhe NN	Ort	Zeit	Länge Breite Höhe NN	Ort
Camp AGA			Shackleton Basis		
10.01. - 15.01.	25,46°W 80,44°S 1.200 m	Hatch Plain	08.01. - 17.02.	27,14°W 80,41°S 1.350 m	Stephenson Bastion
16.01. - 22.01.	24,50°W 80,43°S 1.000 m		10.01.- 16.01.	25,00°W 80,44°S 1.150 m	
23.01. - 30.01.	23,30°W 80,51°S 1.200 m	Mount Wegener	16.01. - 23.01.	23,30°W 80,40°S 1.300 m	Mount Wegener
31.01. - 09.02.	29,38°W 80,17°S 750 m	Haskard Highlands	23.01. - 28.01.	29,45°W 80,42°S 1.150 m	Otter Highlands
-----			29.01. - 09.02.	29,30°W 80,25°S 760 m	Mount Provender
Camp Rosi					
11.01. - 16.01.	24,48°W 80,44°S 1.000 m	Watts Needle	09.02. 11.02.	28,50°W 80,18°S 600 m	Mount Skidmore
16.01. - 24.01.	23,58°W 80,41°S	Eskola Cirque			
24.01. - 26.01.	25,46°W 80,44°S 1.200 m	Hatch Plain			
27.01. - 09.02.	29,38°W 80,17°S 750 m	Haskard Highlands			

### 3.7.2.1 Flugzeugoperationen (K.-H.Bässler)

Mit dem Start der Polarflugzeuge "Polar-2" und "Polar-4" des Alfred-Wegener-Instituts am 1.12.1987 von Hannover und deren Überführung nach Punta Arenas begann für diese Maschinen eine der bisher umfangreichsten Flugoperationen in der Antarktis. Der Einsatz der Polarflugzeuge im Shackleton Projekt hatte drei Schwerpunkte:

- 1) Die Einrichtung von Treibstoffdepots in der Shackleton Range und in den Theron Mountains.
- 2) Den Transport der wissenschaftlichen Arbeitsgruppen und ihrer Ausrüstung in die Berge sowie die Überführung der Helikopter aus dem GEISHA-Lager in die Shackleton Range und zurück.
- 3) Die zwischenzeitliche Versorgung und Entsorgung des Shackleton-Lagers in der Shackleton Range.

Nach Montage der Skier in Punta Arenas erreichten beide Flugzeuge am 27.12.1987 die Georg-von-Neumayer-Station. Der Weiterflug nach Halley fand am 4.1.1988 statt. Bereits vor Ankunft der "Polarstern" und während der Entladearbeiten in Halley (5.1. - 7.1.) wurden von "Polar-2" und "Polar-4" acht Faß Treibstoff in die Theron Mountains und sechs Faß in die Shackleton Range geflogen. Nach Errichtung des GEISHA-Lagers bei Halley wurden am 8.1. zunächst zwei Personen mit der lebensnotwendigen Ausrüstung in die Berge geflogen. Der Transport der übrigen neun Wissenschaftler einschließlich sieben leichter Motorschlitten, mehrerer Nansenschlitten, Zelten, diverser Ausrüstung und Verpflegung fand am 9.1. und 10.1. mit vier Flügen pro Tag statt.

Nach Überführung der beiden Helikopter am 11.1. in Begleitung von "Polar-2" konnte ab 12.1. die Aufstockung des Treibstoffdepots im Shackleton-Lager fortgeführt werden. Wegen der guten Pistenverhältnisse war der Transport von drei Faß je Flug möglich.

Am 13.1. abends bestand das Treibstoffdepot im Shackleton-Lager aus 25 Faß JetA-1, 5 Faß Benzin und 1 Faß Arktik Diesel für die Starteinrichtung der Helikopter. In der Zeit vom 14.1. - 17.1. fanden wegen schlechter Wetterbedingungen keine Flüge statt. Unter Einhaltung des Flugruhetages für die Piloten am 24.1. konnte der JetA-1-Bestand vom 18.1. bis zum 25.1. auf 76 Faß aufgestockt werden.

Die in den Bergen benötigten Lebensmittel wurden auf Anforderung des Shackleton-Lagers im GEISHA-Lager zusammengestellt und mit dem Treibstoff eingeflogen. Angefallenes Probenmaterial aus den Bergen wurde regelmäßig mit zurückgenommen und im GEISHA-Lager gesammelt. Mit vier weiteren Versorgungsflügen (31.1., 3.2., 11.2. zwei Flüge) wurde ein Endbestand von 88 Faß Flugtreibstoff in der Shackleton Range erreicht. Dazu kamen zwei weitere Fässer, die während ANT-V/4, 1987, eingeflogen worden waren.

Beim letzten Versorgungsflug am 11.2. kehrte schon der erste Wissenschaftler mit seiner Ausrüstung ins GEISHA-Lager zurück. Am 12.2. hatten vier weitere Geologen ihre Arbeiten in der Shackleton Range abgeschlossen und wurden

zum GEISHA-Lager geflogen. Nach der Rückführung der Helikopter am 14.2. befanden sich dann 21 Personen im GEISHA-Lager. Alle Rückkehrer wohnten in dem anfangs aufgebauten Zeltlager. Die im Shackleton-Lager verbliebenen fünf Personen beendeten am 16.2. ihre Arbeiten und kehrten am 17.2. zum GEISHA-Lager zurück, von dem sie gemeinsam mit den anderen Rückkehrern sofort an Bord der inzwischen wieder eingetroffenen "Polarstern" geflogen wurden.

Nach einem eintägigen Aufenthalt der Flugzeugbesatzung auf "Polarstern" erlaubte die Großwetterlage den Rückflug nach Teniente Marsh über Rothera (19.2.1988). Am 17.3.1988 landeten "Polar-2" und "Polar-4" wohlbehalten in Hannover.

Für das GEISHA-Projekt wurden in der Zeit vom 5.1.-17.2. insgesamt 53 Flüge von jeweils durchschnittlich vier Stunden Dauer durchgeführt. Davon entfielen 33 Flüge auf Treibstoffversorgung und 20 Flüge auf Bereitstellung von Ausrüstung und Personentransport.

Die Rückführung eines Ingenieurs zur Neumayer-Station und der gleichzeitige Wechsel des Kochs am 2.2. erfolgte durch "Polar-2" und "Polar-4" mit einem gesamten Flugzeitaufwand von ca. 14 Stunden. Einschließlich der Balisenverlängerung auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis und der Inspektion der Filchner Sommerstation (Kap. 3.8) wurden insgesamt ca. 240 Flugstunden absolviert.

Der Einsatz der Satellitenbildanlage im GEISHA-Lager bewährte sich sehr gut. Mit der Anlage können die Wolkenverhältnisse zwischen Halley und der Shackleton Range deutlich gemacht und das Flugwetter abgeschätzt werden.

Mit der Rückladung der gesamten Ausrüstung an einer für diese Gegend verhältnismäßig niedrigen Schelfeiskante von 16-17 m nahe des Inlets Windy Creek, 4 km östlich von Mobster Creek, am 19.2./20.2. konnte das Unternehmen GEISHA erfolgreich abgeschlossen werden.

#### 3.7.2.2 Helikoptereinsätze in den Bergen (J. Kothe)

Am 7.1.1988 wurden neben der technischen und wissenschaftlichen Ausrüstung auch die Hubschrauber mit Besatzungen zum Basis Camp GEISHA verbracht.

Während der Vorbereitungsphase vor der Überführung der Hubschrauber in die Berge konnte für die Überwinterer der britischen Antarktisstation ein Orientierungsflug über dem Stationsgebiet durchgeführt werden, als Dank für die freundliche Aufnahme, Hilfe und Einweisung eines geeigneten Lagerplatzes.

Bereits am 10.2.88 waren alle Wissenschaftler mit vollständiger Ausrüstung in den Bergen, so daß die beiden Hubschrauber (Bo 105) am 11.1.88 aus Sicherheitsgründen durch "Polar-2" begleitet - über die Tankbasis in den Theron Mountains das Basislager in den Bergen in der Stephenson Bastion erreichten.

Erste logistische Flüge wurden bereits am 13.1. durchgeführt. Schwer oder zu Fuß nur mit erheblichem Zeitaufwand erreichbare geologische Aufschlüsse wurden angefliegen, um geeignetes Probenmaterial zu erhalten.

Neben diesen primären Einsätzen wurden einige Lager im Gelände mit Hubschrauberunterstützung umgesetzt, um langwierige Fahrten mit den Motorschlitten zu vermeiden.

Das vorhandene Heizgerät hat sich zum Vorwärmen von Getriebe und Turbine bewährt. Der vorhandene Treibstoff ermöglichte die Nutzung der Hubschrauber für insgesamt 98 Flugstunden. Die vor Ort vorhandene Treibstoffmenge von insgesamt 90 Faß Kerosin (je ca. 215 l) wurde bis auf eine Restmenge von 8 Faß (davon wurden 6 Faß als eiserne Rückflugreserve behandelt) verbraucht. Dies entspricht einem durchschnittlichen Verbrauch von 178 l je Flugstunde. Von der vorhandenen Gesamtmenge von 900 Faß Kerosin wurden für den Einsatz ca. 545 Faß benötigt. Die Restmenge teilt sich auf in die Rückgabe von 100 Faß gemäß einer Zusage an den British Antarctic Survey und in die unbedingt notwendige Lagerung von insgesamt 256 Faß JetA-1 bei Halley für den Flugbetrieb in kommenden Südsommern.

### 3.7.3 Petrologie des kristallinen Grundgebirges der südlichen und nordwestlichen Shackleton Range (M. Olesch, W. Schubert)

Die grundlegende lithostratigraphische Gliederung der Shackleton Range (SR) wurde von CLARKSON (1972) durchgeführt. An der Basis treten mittel- bis hochgradige Metamorphite auf, die als Shackleton Range Metamorphic Complex bezeichnet werden. Über diesem kristallinen Grundgebirge lagert diskonform im südlichen Teil der SR, in den Read Mountains, eine sehr niedrig- bis niedriggradige Folge von Metasedimenten, die Turnpike Bluff Group. Im nordwestlichen Teil der SR, in den Otter und Haskard Highlands, transgredieren diskordant nichtmetamorphe Sedimentserien der Blaiklock Glacier Group über den SR Metamorphic Complex. Dieser Complex wurde in das Mittelpräkambrium mit einem Metamorphosealter von >1.500 Ma gestellt.

Die südliche und nordwestliche SR wird von uns als Schlüsselgebiet für die Petrogenese der SR Metamorphic Complex angesehen, und deshalb wurde die Geländearbeit schwerpunktmäßig auf diese Bereiche ausgerichtet. Über sie wird im folgenden nicht streng nach dem chronologischen Ablauf der Geländetätigkeit berichtet, sondern nach der stratigraphischen Abfolge, die sich aus unseren Geländebefunden ergibt.

Aufgrund des abgeleiteten Stockwerkbaus, der sich aus den beobachtbaren Metamorphosegraden folgern läßt, resultiert eine regionale Sequenz vom obersten (jüngsten?, bzw. suprakrustalen) zum tieferen Teil des SR Metamorphic Complex:

- a) Mittlere Read Mountains (Watts Needle, Murchison Cirque, Beche Blade, Arkell Cirque), 80° 38-45'S, 25-24°W; mittlerer Metamorphosegrad,

- b) Poldervaart Edge der Du Toit Nunatakker, 80°42'S, 25°50'W, und Pioneers Escarpment, 80° 20-40'S, 25-19°W; mittlerer bis hoher Metamorphosegrad,
- c) Mount Provender Massiv der Haskard Highlands, 80°23'S, 29°50'W; hoher Metamorphosegrad.

Dem Stockwerksbau (a) - (c) von oben nach unten liegt jeweils der im Gestein mit Geländehilfsmitteln beobachtete maximale Metamorphosegrad zugrunde. Abgesehen von retrograden Entwicklungen können wir insbesondere zu einer möglichen - sogar wahrscheinlichen - polymetamorphen Genese ohne Labor- und Mikroskopie-Befunde noch keine Stellung beziehen. Makroskopisch bestimmbare Relikte wurden während der Feldarbeit nicht gefunden.

#### Mittlere Read Mountains

Die vorwiegend südexponierten Steilhänge und Kliffs der mittleren Read Mountains bieten sehr gute Aufschlußverhältnisse für die Felduntersuchung und Beprobung der obersten Teile des SR Metamorphic Complex. Detaillierte Profilaufnahmen zeigen eine wenig abwechslungsreiche Abfolge von vorwiegend Biotit-Glimmerschiefern bis Biotit-Gneisen. Lagenweise Anreicherung von gemeiner Hornblende führt zu Hornblende-Biotit-Schiefern, ohne daß jedoch amphibolitische Zusammensetzung erreicht wird. Diese umfangreiche Serie von Para-Metamorphiten repräsentiert weit überwiegend semi-pelitische Edukte. Pelitische s.str., karbonatische und arenitische Protolithen sind durch das Fehlen der entsprechenden Meta-Gesteine nicht nachweisbar. Diese Beschränkung auf semi-pelitische, i.e. aluminium-untersättigte Pauschalchemismen verhindert die Bildung der meisten fazieskritischen Minerale. Aus dem durchgehenden Fehlen sowohl von Muscovit und primärem Chlorit, als auch aus dem Vorkommen von Clinopyroxen (Diopsid) in gelegentlich auftretendem Kalksilikatfels kann jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit ein mittlerer Metamorphosegrad abgeleitet werden.

In häufigen, tektonisch stärker beanspruchten Bereichen (Scherzonen) sind die biotit-dominierten Metamorphite retrograd vergrünt (chloritisiert), während die Hornblende-führenden Gesteine Neubildung von aktinolithischer anstelle gemeiner Hornblende und/oder Epidotisierung aufweisen. Blastomylonite mit bis zu 6 cm großen Quarzblasten in einer Biotit-Quarz-Plagioklas-Matrix treten in Zonen bis zu mehreren Metern Mächtigkeit auf.

In die Schiefer- bis Gneis-Serien intrudierten zahlreiche Stöcke von mittel- bis grobkörnigen Magmatiten, die nach der Feldansprache in die Granit-Granodiorit-Quarzdiorit-Reihe gehören. Tonalite s.str. sind selten. Diese kalkalkalibetonten Magmatite beweisen zwar keinen, legen aber einen intrakontinentalen Bildungsbereich nahe.

Zahlreiche sterile Aplitgänge (frei von femischen Mineralen) von bis zu 4 m Dicke durchschlagen diskordant bis subkonkordant die Schiefer, ohne daß die Beziehungen zu größeren Intrusivkörpern immer klar nachzuvollziehen sind. Pegmatoide sind selten und wenn sie auftreten, stets auf die Paragenesen Quarz, Mikroklin und antiperthitischen Clevelandit beschränkt (= simple pegmatite type). Pneumatolytische und/oder hydrothermale Mineralisationen

wurden nicht beobachtet. Einige insignifikante Kupfer-Sekundärmineral-Neubildungen treten auf Kluffflächen in hellen Gneisen auf. Stellenweise können kontaktmetamorphe Mineralneubildungen unmittelbar an den Grenzen zu größeren Stöcken gefunden werden, wie z.B. Almandin-Sprossung in Hornblende-Biotit-Schiefern auf der Ostseite von The Ark (80°42'S, 24°45'W).

#### Poldervaart Edge (Du Toit Nunataks) and Pioneers Escarpment

Der petrologische Feldbefund erlaubt uns, Poldervaart Edge und Pioneers Escarpment als Anschnitt des mittleren Stockwerks zusammenzufassen. Beide Gebiete sind morphologisch durch auffallende Gletscherbegrenzungen gekennzeichnet, die sehr wahrscheinlich größeren geologischen Strukturgrenzen folgen.

Cornwall- und Glen-Glacier trennen den Block der Du Toit Nunatakker von den mittleren Read Mountains, während die Steilstufe des Pioneers Escarpment nach Norden zum Slessor Glacier zeigt.

Weitverbreitete Gesteinsvarietäten umfassen helle, biotitarmer und dunklere Biotit- (+/-) Hornblende-reiche Gneise, teilweise als Blastomylonite, bzw. als Augengneise ausgebildet. Dabei ist die Paragenese Quarz-Plagioklas-Biotit-Granat-Staurolith-Disthen +/- Sillimanit häufig vertreten. In Disthen-Quarz-Gängen (Meade Nunatak, 80°22'S, 21°57'W) können blaue Disthenkristalle bis 15 cm Länge erreichen.

Wechsellagerungen von Metapeliten, Kalksilikatlagen und unreinen Marmoren sind ebenso vertreten wie mächtige Quarzite mit Partien von lindgrünem Fuchsitquarzit (z.B. Sauria Buttress, 80°32'S, 20°24'W; Mount Dewar, 80°32'S, 21°08'W).

Ehemalige stärker basische Anteile liegen als konkordante Schichtglieder von Hornblendegneisen, Amphiboliten, Granatamphiboliten und Pyroxengneisen vor. Die Pyroxengneise sind meist fein- bis mittelkörnig ausgebildet, aber auch gröberblastische Partien mit Kalifeldspat-Metablasten bis 4 cm Länge wurden beobachtet.

Auffallend für das mittlere Stockwerk des SR Metamorphic Complex ist das erste Auftreten migmatitischer Gefüge. Sie stehen zunächst noch in beobachtbarem Zusammenhang mit der Einwirkung fluiden Phasen aus eingeschalteten Granitoiden. Fortschreitende Migmatisierung hinterläßt neben den leukokraten Schmelzanteilen deutliche Restite, die im wesentlichen aus Granat und Cordierit bestehen. Dabei wurde Cordierit zum ersten Mal in der SR nachgewiesen. Weitverbreitete jüngere Aplitvernetzungen und wenige grobkristalline Pegmatite mit der Paragenese Quarz-Feldspat-Biotit-Spessartin (= complex pegmatite type) runden das Bild ab.

Der mittlere bis hohe Metamorphosegrad dieses Krustenanschnitts kann aus der weitverbreiteten Paragenese Staurolith-Disthen in aluminiumreichen Glimmerschiefern und Gneisen sowie aus der Ausbildung der Migmatite mit deutlichen Restitanteilen abgeleitet werden.

#### Mount Provender (Haskard Highlands)

Aufgrund der hohen Alterswerte von 2.700-1.500 Ma (PANKHURST et al. 1983) gehört das kristalline Grundgebirge der Haskard Highlands mit zu den ältesten Anteilen des SR Metamorphic Complex. Die von GREW & HALPERN (1979) erwähnte große Vielfalt an petrographischen Gesteinstypen im Gebiet des Mt. Provender kann von uns bestätigt werden. Es treten Migmatite, Orthogneise, helle biotitarmer Gneise, Quarz-Blastomylonite, Quarzite, Marmore, Disthen-Granat-Gneise, Granatamphibolite, Amphibolite und Ultramafitite auf. Innerhalb der (Calcit)-Marmore sind Kalksilikatbänder verbreitet mit Wollastonit, Diopsid, Grossular, Vesuvian und rötlichem Korund. Humit- bis Clinohumit-reiche Partien in den Marmoren weisen auf eine metasomatische Beeinflussung hin.

Zielsetzung unserer Feldarbeit war zunächst die Bearbeitung der Ultramafitite. An 11 Lokalitäten wurden anstehend Ultramafitite mit ihrem unmittelbaren Gesteinsverband detailliert beprobt. Die ehemalige Basit-Ultrabazit-Assoziation bildet im Anstehenden grünscharze Linsen und Boudins von <1 m bis 100 m Länge. Sie zeigen eine charakteristisch narbig-knollige, rotbraune Verwitterungsrinde (Hämatit bis Limonit) und liegen konkordant im hochgradig metamorphen Gneisrahmen. Ihr mineralogischer Aufbau umfaßt feinkörnige, z.T. dichte Typen mit Olivin und Pyroxen, eventuell Granat, daneben groblastisch umkristallisierte Partien mit Pyroxen/Hornblende-Prismen bis 3 cm Länge. Blackwall-Abfolgen und metasomatische Bildungen von Anthophyllit, Phlogopit, Aktinolith sind häufig.

Der umgebende Gneis- und Migmatitrahmen spiegelt relativ hohe Metamorphosebedingungen wider. Das wird angezeigt durch das Fehlen von Muscovit in Glimmerschiefern und Gneisen sowie durch das Auftreten der beobachteten kritischen Mineralparagenese Kalifeldspat + Disthen in Granatgneisen. Darüber hinaus ist das hochgradig metamorphe Geschehen gekennzeichnet durch Migmatite, granatreiche Restite, auffallende Agmatitstrukturen sowie durch eine beachtliche in-situ Anatexis. Ein jüngeres, grünschieferfazielles Ereignis dokumentiert sich in lokaler Chloritisierung, Aktinolithersatz früherer Pyroxene und Hornblenden sowie durch Epidot-Durchtrümmerung.

Die vorgestellten Geländebefunde und ihre implizierten, resp. daraus abgeleiteten Ergebnisse über Metamorphosebedingungen, Druck-Temperatur-Verhältnisse, Einfluß fluider Phasen, magmatische Platznahmen, Prozesse der Anatexis, etc. bedürfen selbstverständlich einer Absicherung durch mikroskopische und mikroanalytische Methoden. Diese werden den Schwerpunkt der sich an die Geländearbeit anschließenden petrologischen Untersuchungen im Heimatinstitut, bilden.

#### 3.7.4 Strukturgeologie der Shackleton Range (H.-M. Braun, G. Kleinschmidt, G. Spaeth)

Die Feldergebnisse der strukturgeologischen Arbeiten in der Shackleton Range werden im nachfolgenden in der Reihenfolge des Expeditionsablaufs vorgestellt. Einer Beschreibung der Tektonik der Read Mountains folgen Berichte über die Otter- und südlichen Haskard Highlands, die nördlichen



Haskard Highlands, sowie die Stephenson Bastion. Unser Ziel war es, neben Ergänzungen zu früheren Arbeiten (siehe CLARKSON 1982, MARSH 1983 a+b, HOFMANN & PAECH 1983, PAECH 1985) in erster Linie speziellen Fragestellungen und Problemen nachzugehen. Der Schwerpunkt unserer Untersuchungen lag auf den bisher widersprüchlich gedeuteten Grenzen zwischen den Gesteinseinheiten und auf den tektonischen Transportrichtungen an Überschiebungen und Störungen. Ferner sollten weitere Informationen zur Deformationsgeschichte sowie zu deren zeitlichen Beziehung zu Metamorphose und Sedimentation gewonnen werden.

Unsere Feldarbeiten erstreckten sich auf das hochmetamorphe Kristallin des Shackleton Range Metamorphic Complex (SRMC) und auf die zum Teil anchimetamorphen Hüllserien von Turnpike-Bluff-Gruppe (TBG), Watts-Needle-Formation (WNF) und Blaiklock-Glacier-Gruppe (BGG). Sie erbrachten eine große Zahl tektonischer Meßwerte, die neben der reinen Dokumentation auch Grundlage für weiterführende geostatistische Analysen sein sollen. Umfangreiches, überwiegend orientiert entnommenes Probenmaterial steht für weiterführende Studien im mikroskopischen Bereich zur Verfügung.

#### Read Mountains

Im etwa 70 km langen Gebirgszug der Read Mountains ist die Verteilung der Gesteinseinheiten durch frühere Bearbeiter genau bekannt. Für unsere Untersuchungen im Zentral- und Südtail wurden in erster Linie Ski-Doos eingesetzt, während wir die Arbeiten im Norden überwiegend vom Helikopter aus durchführten. Die hierbei gewonnenen Strukturdaten verteilen sich relativ gleichmäßig über die gesamten Read Mountains und ergeben ein annähernd repräsentatives Bild. Ferner wurden exemplarische Detailstudien in begrenzten Arealen durchgeführt.

Das kristalline Basement besteht im wesentlichen aus Paragneisen, Amphiboliten, Orthogneisen und granitischen Gesteinen (Kap. 3.7.3). Die prägenden s-Flächen bilden in den Paragesteinen einen Lagenbau ab, der weithin dem primären stofflichen Lagenbau der sedimentären Edukte entspricht. In den Orthogneisen wurde als s das Parallelgefüge von Glimmern und deformierten Feldspat-Phänokristallen gemessen. Allerdings treten auch umfangreiche saure Gesteine auf, in denen keine oder fast keine Paralleltextur entwickelt ist. Die Streichrichtung der s-Flächen verläuft im allgemeinen West-Ost. Sie fallen in den nördlichen Bereichen, vor allem im Hintergrund der Cirques, steil nach Norden ein, während sie in den südlichen Bereichen steil nach Süden geneigt sind. Somit ergibt sich für den Basement-Komplex das Bild eines W-E verlaufenden Antiklinoriums bzw. einer großen Antiform. Dieser Großform sind Falten geringerer Dimension überlagert. Sie streichen ebenfalls West-Ost, ihre Achsenflächen fallen steil in nördliche Richtungen. In der NW-Ecke des Kuno-Cirques konnte eine solche Falte im 100 m-Bereich erkannt werden, an anderen Stellen haben sie die Dimension von 10er Metern bis Metern. Zusätzlich zu diesen Falten, die zusammen mit der Bildung der Großform, offensichtlich einem Faltungsakt zuzuschreiben sind, treten Kleinfalten und Intrafoliaalfalten auf, deren B-Achsen wie die auf manchen s-Flächen zu beobachtenden Lineationen zum großen Teil steil nach NNE

abtauchen. Hierbei dürfte es sich um Hinweise auf einen oder mehrere ältere Deformationsakte handeln.

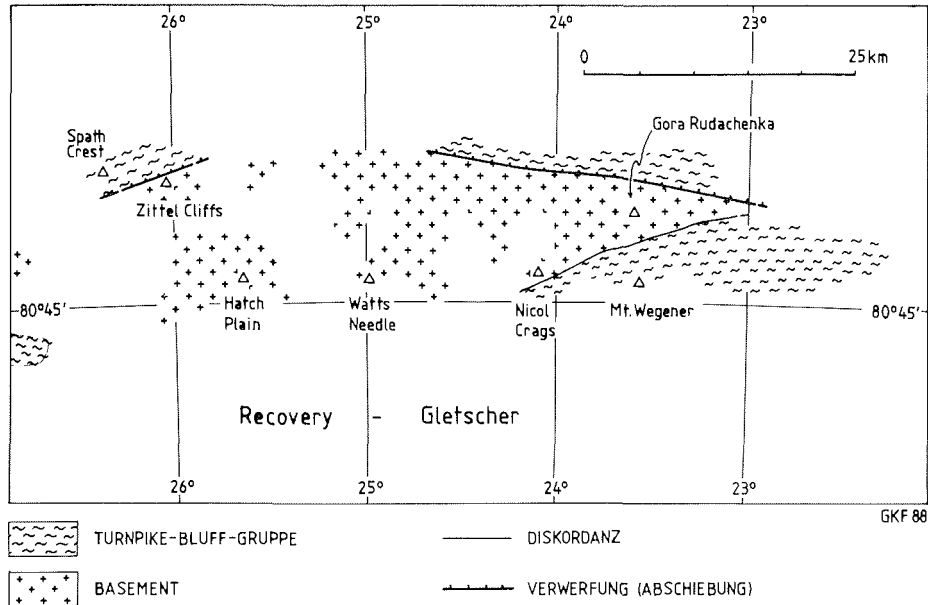


Abb. 49: Geologische Einheiten und Grenzflächen in den Read Mountains, südliche Shackleton Range, nach früheren Bearbeitungen (CLARKSON, HOFMANN, HOFMANN & PAECH).

Fig. 49: Geological units and boundaries in the Read Mountains, southern Shackleton Range, as proposed by earlier studies (CLARKSON, HOFMANN, HOFMANN & PAECH).

Die mehr oder weniger stark vergneisten sauren Intrusionen und die massigen Granitoide treten überwiegend im Südflügel des Antiklinoriums auf. Nach ihren Gefügeverhältnissen und ihrem stellenweise als diskordant erkennbaren Verband zu den Paragesteinen sind sie wohl als spät- bis posttektonisch bezüglich der Steilstellung des Lagenbaus anzusehen.

Im gesamten Bereich des Basements wurden zahlreiche breite, W-E streichende Störungs- und Scherzonen angetroffen. Sie fallen meist halbsteil, seltener flach in nördliche Richtung und liegen damit häufig parallel oder im spitzen Winkel zum Lagenbau. Dies gilt insbesondere für die nördlichen Bereiche, in denen eine relative Häufung der Scherzonen besteht. In der Mehrzahl handelt es sich um duktile Auf- und Überschiebungen, deren Mächtigkeit stellenweise mehrere 10er Meter erreicht. Chlorit und andere Minerale in den Bewegungsbahnen weisen auf eine Entstehung unter grünschiefer-faziellen Bedingungen hin. Es ist beabsichtigt, an Hellglimmer führenden Phylloniten aus einigen dieser Scherzonen radiometrische

Altersbestimmungen durchzuführen (K-Ar-Methode). Steile Bruchstörungen sind als die jüngsten tektonischen Erscheinungen im kristallinen Basement anzusehen. Sie verlaufen überwiegend als Querstörungen in nord-südlichen Richtungen und weisen, soweit erkennbar, einen nur mäßigen Versatz um Meter und 10er Meter auf.

Im folgenden soll kurz auf die Ergebnisse von Detailstudien eingegangen werden, die rund um Watts Needle, zwischen Beche Blade und dem Gebiet nördlich Mt. Wegener sowie zwischen Poldervaart Edge und Hatch Plain durchgeführt wurden:

Im Bereich Watts Needle wurde ein Paläorelief an der Oberkante des SRMC durch die WNF sedimentär überdeckt. Der Gipfel von Watts Needle wird von einer isolierten Scholle aus Gesteinen des Basement eingenommen. Die starke Mylonitisierung an ihrer Basis, die nach oben hin zunehmende Deformationsintensität im Liegenden sowie der deutliche Metamorphosesprung sprechen für eine tektonische Überfahrung der WNF durch das aufliegende hochmetamorphe Kristallin.

Die prägende Schieferung des Basements fällt mittelsteil bis steil in nordwestliche oder südöstliche Richtung. In sie sind vereinzelt kleine Intrafolialfalten als Relikte älterer Deformationen eingelagert. Bei stärkerem Kompetenzkontrast zwischen einzelnen Lagen kommt es schieferungsparallel zu Boudinage. Lineationen auf den Schieferungsflächen liegen parallel zu flach nach NE oder SW fallenden Faltenachsen. Helle, große Biotitschuppen führende Gänge sind eng verfaltet, die prägende Schieferung durchläuft sie als Transversalschieferung. Demgegenüber zeigen feinkörnige, dioritische Gänge keine Anzeichen eines Planargefüges.

Das Basement wird von einer Vielzahl von Kluftscharen durchzogen, die zumindest teilweise in genetischer Beziehung zu einer großräumigen, späten Verfaltung um Nord-Süd-Achsen stehen dürften. Stellenweise ist die Kaltdeformation zu einer zweiten Schieferung im cm-Bereich intensiviert (z.B. SW-Flanke von Watts Needle). Steilstehende, WNW-ESE verlaufende Klüfte liegen parallel zu Störungen, die bis zu 10 cm mächtige Mylonitlagen enthalten.

Die Aufschlüsse zwischen Beche Blade und dem Gebiet nördlich von Mt. Wegener liegen im nordfallenden Flügel des Read-Antiklinoriums. Lediglich an der Südspitze von Beche Blade schwenkt die Schieferung in westliche oder östliche Fallrichtungen um. Schieferige Gesteine zeigen ein straffes, nach Norden einfallendes Streckungslinear. Die B-Achsen von Boudins im nördlichen Arkell Cirque tauchen flach nach Westen ab. Die Auslängung von in die Schieferung eingeregelter Feldspatblasten in Augengneisen sowie die überwiegende Zahl anderer Scherindikatoren weist auf einen relativen Südschub des Hangenden hin.

Scherbahnen im östlichen Arkell Cirque und in der SW-Flanke der Gora Rudachenka durchschlagen Lagenbau und Schieferung zumeist im spitzen Winkel. Sie sind häufig als Duplex-Strukturen angelegt, in denen Phakoide mit

Abmessungen bis zu einigen Metern in einer stark geschieferten, retrograd überprägten Matrix schwimmen. Die Fallrichtungen der Scherzonen variieren zwischen Norden und Westen, während Lineationen und andere Bewegungsindikatoren in der Mehrzahl nach Westen weisen.

Die prägende Schieferung der Metamorphite bei Hatch Plain und Poldervaardt Edge fällt zum größeren Teil steil nach Süden ein. Die Meßwerte liegen auf einem Großkreis, dessen Achse mittelsteil nach Südosten taucht und sich mit der Lineation auf den Schieferungsflächen deckt. Mehrere subvertikale Störungen streichen W-E, ihnen parallel liegt eine Schar deutlich ausgeprägter Klüfte. In den Störungsbahnen tritt verstärkt Muskovit auf, eine Störung in Hatch Plain wurde für eine Datierung der Hellglimmer beprobt.

Das Hochkristallin der Read Mountains wird im Norden und Süden von Gesteinen der Turnpike-Bluff-Gruppe begrenzt, wobei die Watts Needle Formation in den Arbeiten vor MARSH (1983a) in die TBG einbezogen wurde (Abb. 49).

Die TBG der Read Mountains besteht aus vermutlich sehr schwach metamorphen Tonschiefern bis Phylliten, Meta-Siltsteinen, Quarziten und Meta-Konglomeratlagen. Eine Unterteilung der TBG in eine Flett-Crags- und eine Mt.-Wegener-Formation (CLARKSON 1982) ist aufgrund der Gleichheit nicht gerechtfertigt (vgl. Kap. 3.7.5). Die WNF wird von unten nach oben aus fossilen Verwitterungsbildungen, quarzitischen Sandsteinen, Karbonaten und schließlich tonigen Gesteinen aufgebaut.

Die Grenze TBG/Basement verläuft in den nördlichen Read Mountains zwischen Spath Crest und Zittel Cliffs ostwärts, südlich an den Höhen 1547 und 1500 (Mantell Screes) vorbei, durchschneidet die nördlichen Ausläufer der Nordumrandung des Arkell Cirque und weiter östlich Flett Crags und läuft schließlich südlich der Niggli Nunatak nach Osten.

An der korrespondierenden Südgrenze ist zwischen Basement und TBG die WNF eingeschaltet. Diese Verhältnisse sind an der NW-Ecke des Mt. Wegener vollständig aufgeschlossen. Teile dieses Profils, in erster Linie die Auflagerung der WNF auf das Basement, sind erhalten bei Watts Needle, auf dem Rücken 4 km östlich Watts Needle und bei Nicol Crags. Von MARSH (1983a) ist eine entsprechende Situation auch am SE-Ausläufer der Hatch Plain skizziert. Diese Lokalität konnte von uns jedoch nicht besucht werden. Ostwärts zieht sich die Grenze TBG/Basement zwischen der NW-Umgrenzung des Lapworth Cirque und Stratchey Stump hin, wenig östlich muß sie sich mit der Nordgrenze vereinen.

Die Nordgrenze des Basements wurde bisher von den britischen Autoren (CLARKSON 1982 und 1983, MARSH 1983a) stets als einfache Abschiebung interpretiert. Die ostdeutschen Kollegen (HOFMANN 1980) bezeichneten sie dagegen als Aufschiebung.

Die Südgrenze wurde von den DDR-Kollegen (HOFMANN 1980, HOFMANN & PAECH 1983) als Diskordanz beschrieben, bei der die Hangendfolge einen in-

versen Metamorphosegrad aufweisen sollte. Dieser nach oben ansteigende Metamorphosegrad wurde mit der Annahme einer später erodierten Bewegungszone im Hangenden des Mt. Wegener erklärt, deren Reibungswärme für die Metamorphose in der TBG verantwortlich gemacht wurde.

Schon aufgrund unserer strukturgeologischen und stratigraphischen Geländebefunde entlang der gesamten Nordgrenze des Read-Basements sowie aufgrund der oben genannten Profile mit der WNF und innerhalb der TBG muß man die Gesamtsituation unseres Erachtens völlig anders beurteilen. Die stratigraphischen Neubefunde werden dabei im Kapitel 3.7.5 vorgestellt.

Die TBG des Read-Nordrahmens ist intensiv verfaltet, lokal mitunter in zwei Deformationsakten ( $B1 = \text{z.B. } 100/45, 335/12$ ;  $B2 = 290/10$ ). Dementsprechend ist die prägende Schieferung  $s1$  ( $10/60$ ), gelegentlich ist auch ein  $s2$  ( $215/70$ ) entwickelt. Die TBG des Südrahmens ist an ihrem Nordrande generell zweifach deformiert, weiter südlich nur in den feinkörnigeren, d.h. inkompetenten Gesteinen.  $s2$  ist im Süden weitgehend dem generellen  $s$  im Norden ähnlich ( $0/75$ ), schwenkt aber in Richtung zum Basement (z.B. am Nordhang des Mt. Wegener, siehe Abb. 50) aus der nordfallenden Lage in eine südfallende ( $180/40$ ).  $B1$  weist in den weniger deformierten Teilen flach nach E,  $B2$  ist ebenfalls flach ostfallend. Der Metamorphosegrad der TBG wird wegen der häufigen Quarzgängbildung (oft  $s1$ -parallel) und der feinen Hellglimmer-Belegung der Schieferungsflächen vorläufig als sehr schwach angesprochen, Grünschieferfazies (schwacher Metamorphosegrad) ist jedoch stellenweise nicht ausgeschlossen.

Die WNF weist generell kaum eine interne Deformation auf.  $s0$  liegt flach (Nicol Crags) oder ist geneigt (Mt. Wegener:  $180/50$ ), eine Schieferung ist nur zum Hangenden hin entwickelt ( $150/50$ ). Die Verwitterungszone an der Basis der WNF und die teilweise erhaltene entsprechende Bodenbildung, die Schrägschichtung in den Sandsteinen und die Stromatolithen in der Karbonatfolge beweisen eine aufrechte Lagerung der WNF. Die Erhaltung von Vergrusungszone und Bodenbildung schließen eine regionalmetamorphe Überprägung der WNF aus. Im Gegensatz dazu liegt die überlagernde TBG aufgrund der Lang-Kurz-Beziehungen der Kleinfalten strukturell invers.

Aus allen diesen Befunden geht hervor, daß die Grenze WNF/TBG eine tektonische Grenze (Überschiebung) sein muß. Dies wird durch die Tatsache gestützt, daß im NW-Bereich des Mt. Wegener Schürflinge von Read-Basement in die Grenze eingeklemmt sind (Gneis- und Granit- bzw. Pegmatirkörper bis 2 m Länge und 0,7 m Höhe). Der Gipfel von Watts Needle (Granitgneis über WNF) stellt eine völlig analoge Situation größerer Dimension dar (s.o., Abb. 51).

Harnisch-Lineationen ( $155^\circ$ ) um die Schürflinge und die Streckungsfaser, besonders gut meßbar in den Meta-Konglomeraten, (Norden:  $0/55$  bis  $30/70$ , Süden:  $10/20$  bis  $30/60$ ) zeigen eine etwa Nord-Süd verlaufende Bewegungsrichtung. Eine Fülle von Scherindikatoren (Lang-Kurz-Beziehungen von Kleinfalten, Transposition von Schichtung und Quarzgängchen, asymmetrische Sigma- und Delta-Porphyro-klasten, s-c- und ecc-Gefüge bzw. Shear Bands

sowie Phakoide) zeigen einheitlich einen Südschub des Hangenden an, besonders schön aufgeschlossen nördlich des Arkell Cirque.

Die TBG der Read Mountains stellt damit eine von Norden stammende Decke mit einer Mindestschubweite von 20 km dar. Die Deckenbahn hat im Norden eine Lage von 10/65 bis 20/70, im Mt. Wegener-Gebiet 150/45 bis 150/50, bei Watts Needle liegt sie horizontal.

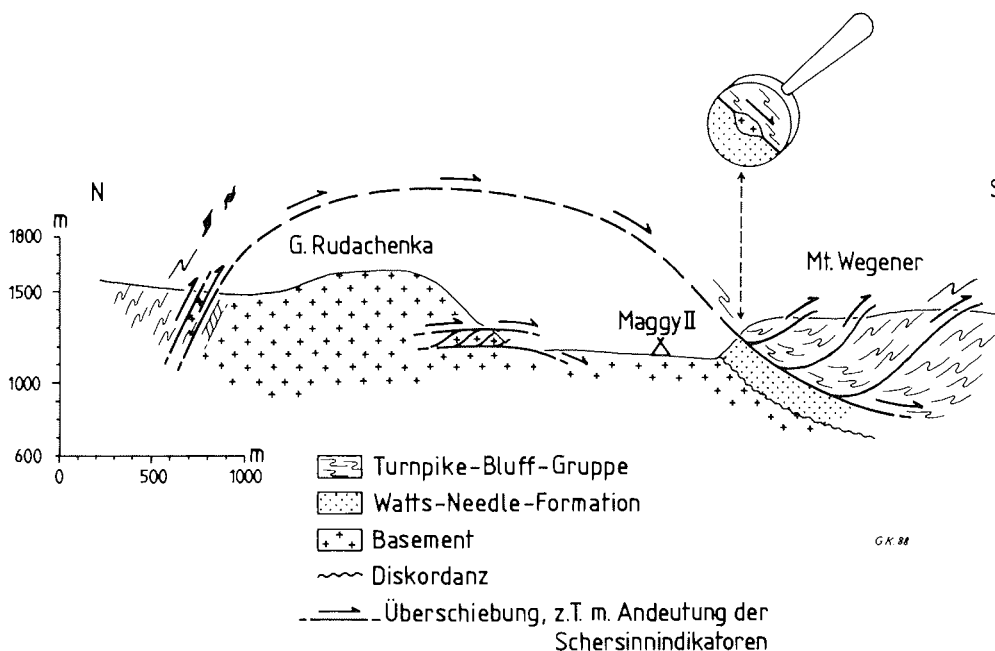


Abb. 50: Geologisches Profil durch die zentralen Read Mountains: Überschiebung von Basement und Watts-Needle-Formation durch die Turnpike-Bluff-Gruppe, Einschaltung von Kristallin-Schürflingen in die Bewegungsbahn.

Fig. 50: Geological profile of the central Read Mountains: Turnpike Bluff Group overthrusting basement and Watts Needle Formation, shreds of crystalline basement within the thrust zone.

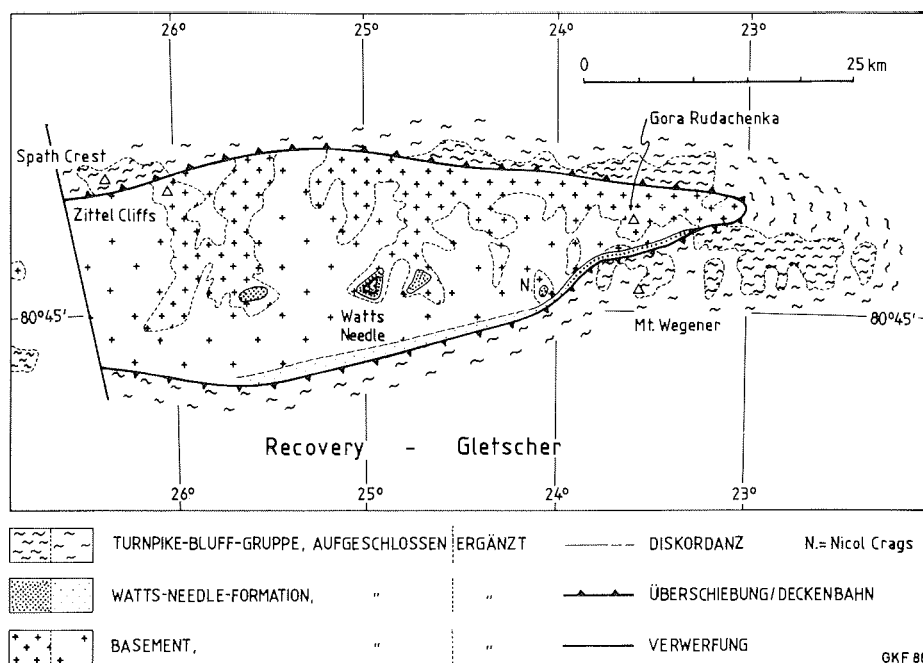


Abb. 51: Geologische Einheiten und Grenzflächen in den Read Mountains nach den Geländebefunden von GEISHA.

Fig. 51: Geological units and boundaries - field results of the GEISHA expedition.

### Otter Highlands

Nach MARSH (1983a) bestehen die Otter Highlands in ihrer Nordhälfte (mit Mt. Lowe, Macquarie Edge, Mt. Haslop and Trey Peaks) aus den hier durchweg horizontal liegenden, undeformierten Klastiten der BGG. Im Zentralteil mit Mt. Pivot und Mt. Homard ist kristallines Basement aus Orthogneisen mit Amphibolit-Einschlüssen aufgeschlossen. Der Südstreifen zwischen Turnpike Bluff und Wyeth Heights wird der sehr schwach metamorphen TBG zugerechnet, hier als Wyeth-Heights-Formation spezifiziert.

Die im Prinzip W-E verlaufenden Grenzen zwischen diesen Einheiten werden zum Teil unterschiedlich beurteilt. Die völlig gletscherbedeckte Grenze zwischen Basement und BGG wird von allen Bearbeitern als einfach Abschiebung angesehen. Dem müssen wir uns anschließen, wenn es auch außer der großräumigen Situation keine direkte Indikation dafür gibt. Im Gegenteil, Bewegungszonen am Nordabbruch des Mt. Homard zeigen eindeutig südwärts gerichteten Abschiebungscharakter. Die Grenze zwischen Basement und TBG wird von CLARKSON (1972, 1982) ebenfalls als Abschiebung angesehen. MARSH (1983b) plädiert dagegen für eine Überschiebung des Basements auf TBG. Dies läßt sich am Rücken unmittelbar am Lager "Maggy 3" beweisen. MARSH hatte aus den dortigen Lagerungs-verhältnissen auf Südschub geschlossen. Mit Hilfe von Schersinn-Indikatoren ließ sich dies nun bestätigen. An der Basis des Kristallins sind Quarzite und Schiefer der TBG eingeschuppt;

Porphyroklasten in Gneismyloniten sind z.T. als Sigma-Klasten ausgebildet, andere zeigen antithetische Zerschierung ("Geldrollen-Effekt" bzw. "Card Deck Model"). In den phyllitischen Schieferungen der TBG zeigen die Vergenz der B2-Falten, die Transposition von S1-parallelen Quarzgängchen und Shear Bands denselben Überschiebungssinn an. Die exakte Schubrichtung ließ sich an der Streckungsfaser ablesen, 15/30 im Kristallin und 30/30 in der TBG. B1-Kleinfalten sind mehr oder weniger in die Streckungsrichtung einrotiert.

Die Internstruktur des kristallinen Basements ist durch Mehrfachfaltung (mind. B4=270/30) und südwärts gerichteten Schub auf s-Flächen (20/40) und Scherzonen charakterisiert. Dies ließ sich mit Hilfe von S-C-Gefügen und Intrafolialfalten belegen.

Fast alle Gesteine der TBG sind zweimal deformiert: B2 liegt flach in W-E-Richtung (z.B. 80/0, 110/10). B1 und B2 sind nicht coaxial, wodurch B1 stark pendelt. Zum Teil geht dies auch auf mehr oder weniger vollständige Einrotation in die Streckungsfaser zurück. In den Quarzitbereichen (vor allem Wyeth Heights) ließ sich keine Mehrfachdeformation nachweisen.

#### Haskard Highlands

Die Tektonik im Basement der nördlichen Haskard Highlands wird von einem ausgeprägten Faltenbau gekennzeichnet, der den generellen Lagenbau wie auch die Schieferung verstellt. Falten im 100 m-Maßstab sind häufig, besonders in Marmorbänken knicken ihre Scheitel scharf ab. Große, kartierbare Falten werden von einer Vielzahl parasitärer Falten jeder Größenordnung begleitet. Die Faltenachsen tauchen im gesamten Gebiet nach Westen ab, sie liegen überall parallel zu einem straffen Streckungslinear. Bei großen Kompetenzunterschieden zwischen den einzelnen Lagen können in Faltenumbiegungen Scherflächen auftreten, sie haben jedoch durchweg nur lokalen Charakter.

Die Natur der Grenzflächen zwischen den von MARSH (1983b) beschriebenen stratigraphischen Einheiten erscheint vielfach problematisch. Die Einheiten I und II der Nostoc-Lake-Formation werden durch grobkörnige Horizonte mit größeren Quarz- und Feldspatblasten getrennt, die ebenfalls innerhalb der Para-Metamorphite von Einheit II anzutreffen sind. Bei ihnen könnte es sich einerseits um Blastomylonite handeln, auf der anderen Seite läßt der auffallende Mangel an Schergefügen auch eine Deutung als Meta-Konglomerate zu. Die südliche Begrenzung der Nostoc-Lake-Formation zum Mt.-Weston-Gneis erscheint genetisch ebenfalls unklar. Ferner ist das wiederholte Auftreten von Disthen in diskreten Horizonten bemerkenswert, teilweise wurden sogar reine Granat-Disthen-Felsen angetroffen. Untersuchungen des Mikrogefüges an dem umfangreichen Probenmaterial sollen weitere Aufschlüsse erbringen.

Demgegenüber scheint uns die tektonische Natur der Grenze zwischen Mt.-Gass-Formation und Mt.-Weston-Gneis auf dem Rücken östlich von Mt. Gass gesichert zu sein. Streckungslineation und Faltenachsen sind hier besonders scharf geregelt. Einzelne Gesteinslagen sind s-parallel boudiniert, die X-Achse der Boudins deckt sich mit der Lage der Streckungslineation. In der Südflanke des Rückens fällt ein etwa 100 m langes und 50 m mächtiges Phakoid eines Granat-Quarzites auf, das in eine Matrix aus schiefrigen, stark zerscherten



Gneisen eingebettet liegt. Eine Vielzahl kleinerer Scherkörper und Scherflächen rundet das Bild ab. Boudinierte basische Lagen, deren Bruchstücke antithetisch rotiert und geldrollenartig aneinandergereiht wurden, sowie eine Vielzahl anderer Indikatoren lassen auf einen nach Westen abschiebenden Schersinn schließen. Insgesamt handelt es sich bei der Grenze zwischen Mt.-Gass-Formation und Mt.-Weston-Gneis nicht um eine scharfe tektonische Grenze, sondern vielmehr um einen fließenden Übergang innerhalb eines breiten, durch starke Scherbeanspruchung gekennzeichneten Gürtels. In seinem gesamten Bereich wurde auf den s-Flächen ein bemerkenswert hoher Muskowitgehalt beobachtet.

Die Blaiklock-Glacier-Gruppe überdeckt in den Haskard Highlands direkt die Metamorphite des Basements. Im Rücken westlich Mt. Gass liegt sie diesem transgressiv auf, die diskordante Grenzfläche wurde jedoch später durch eine Störung überformt. Die Schichtflächen der BGG sind hier nach SW verkippt ( $245/45$ ). Ähnliche Verhältnisse wurden am NW-Ende von Wedge Ridge angetroffen, wo die BGG von Falten überprägt wurde. Die Grenzfläche zum Kristallin wird durch eine Störung gebildet, sie streicht etwa NNE-SSW und steht vertikal. Kleinere Störungen innerhalb der Sedimente fallen mittelsteil nach NNW und haben aufschiebenden Charakter. s0-Flächen sind verstellt ( $220/65$ ,  $80/85$ ), in der Nähe zum Kristallin tritt in feinkörnigen Lagen zusätzlich eine Schieferung auf ( $65>/85$ ). Fossilfunde westlich Mt. Provender (Trilobiten, Linguliden) zeigen in einigen Exemplaren eine tektonische Verzerrung, hier konnte auch eine Streckungsfaser nachgewiesen werden.

#### Stephenson Bastion

Die Gesteine der Stephenson Bastion i.e.S. werden als Stephenson-Bastion-Formation zur TBG gerechnet (CLARKSON 1982). Ihre Metakonglomerate (N-Rand, Clayton Ramparts), Quarzite (vorwiegend im Südteil von Clayton Ramparts und Einschaltungen), Silt- und Tonschiefer werden nach dem Geländeeindruck vorläufig ebenfalls als sehr schwach-gradig metamorph angesehen.

Ihre tektonischen und stratigraphischen Beziehungen zu den TBG-Gesteinen der südlichen Otter Highlands und der Read Mountains sind vorläufig unklar, ebenso ihr Verhältnis zu den vorwiegend kristallinen Aufschlüssen der Nachbarschaft (Genghis Hills und östliche Clayton Ramparts). Im Westen wird eine Aussage zusätzlich durch die Gesteinsverteilung erschwert. Der Nunatak in nördlicher Verlängerung von Genghis Hills unmittelbar am Fuß des Fuchs-Domes besteht aus Quarzit ("TBG", mit ca.  $45^\circ$  nordfallend); der kleine Nunatak knapp nördlich des Westendes von Clayton Ramparts besteht aus Genghis-Hills-Kristallin.

Großräumig bildet Stephenson Bastion eine südvergente Muldenstruktur. Ihr Nordflügel besteht aus den Meta-Konglomeraten von Clayton Ramparts, die mit  $s0=10/60$  überkippt sind. Dies und die Streckung der Komponenten ( $str=60/45$ ) lassen eine nach SW gerichtete Überschiebung durch nördlich vorgelagertes Kristallin vermuten (zu sedimentologischen Argumenten siehe Kapitel 3.7.5). Die Schiefer des Bereichs südlich von Clayton Ramparts sind zweifach verfaultet;  $B2=110/25$  verfaultet das davon nur wenig abweichend  $B1$  (z.B.  $80/30$ ). Der Südteil der Stephenson Bastion zwischen Mt. Greenfield und Ram Bow Bluff ist

dagegen im allgemeinen nur einfach deformiert. Diese Situation ist am besten am NW-Ende des Rückens von Ram Bow Bluff bei etwa 27° W zu erkennen. Die offenen Falten mit Wellenlängen im 30 m- bis 300 m-Bereich fallen flach nach Osten ein. Die steil nordfallende Schieferung ist z.T. zweiseitig ausgebildet. Hier konzentrierte Quarzgänge (Fiederspalten) weisen auf Extension durch Südtransport des Hangenden hin. Dies, die Vergenz, sowie flache, quarzbelegte Überschiebungen (70/30, Transportrichtung 185°) deuten auch hier auf den in der gesamten Shackleton Range immer wieder beobachteten relativ späten tektonischen Südtransport hin.

Ein Gesamtmodell der struktureologischen Entwicklung der Shackleton Range in größerem Zusammenhang kann erst nach Auswertung aller Daten und Dünnschliffe vorgelegt werden. Dabei werden der Überschiebungsbau der Read Mountains, die Ermittlung weiterer tektonischer Transportrichtungen (z.B. Haskard Highlands) sowie Stratigraphie und Altersdatierung eine zentrale Bedeutung haben.

### 3.7.5 Stratigraphie und Fazies der sedimentären Serien in der Shackleton Range (W. Buggisch)

Die grundlegende Glieder der lithologischen Einheiten in der Shackleton Range geht auf STEPHENSON (1966) und CLARKSON (1972, 1982, 1983) zurück. Neben britischen Autoren haben sich besonders sowjetische Geologen und Kollegen aus der DDR um die Geologie der Shackleton Range verdient gemacht. Dennoch ist die stratigraphische Einstufung vieler Einheiten unsicher und umstritten (Tab. 6).

Im folgenden soll über vorläufige erste Ergebnisse sedimentologischer, faziel-ler und stratigraphischer Untersuchungen der Geländesaison 1987/88 berichtet werden.

#### Watts Needle Formation

In den Read Mountains ist an den Lokalitäten Watts Needle, ca. 3 km östlich Watts Needle, Südende von Nicol Crags und NW-Ecke vom Mt. Wegener die Transgression von klastischen Sedimenten und Karbonaten über das Kristallin des Basement Complex erschlossen. Diese Schichten werden von CLARKSON (1983) und den meisten anderen Autoren als Basis der Turnpike Bluff Group angesehen. MARSH (1983) definiert die Transgressionsserie als eigene Einheit und benennt sie Watts Needle Formation, "which may or may not be the base of the Turnpike Bluff Group".

Der Sedimentation geht eine jungpräkambrische (?) Verwitterung voraus, die 6 bis fünf Meter in den kristallinen Untergrund eingreifen kann. Infolge der Verwitterung ist das Kristallin aufgelockert, vergrust und teilweise rot verfärbt. Die Watts Needle Formation transgrediert über eine weitgehend eingerumpfte Peneplain mit einem lokalen Relief, das einige Meter erreichen kann.

Tabelle 6: Gliederung der lithologischen Einheiten in der Shackleton Range nach verschiedenen Autoren.

Table 6 : Lithologic units of the Shackleton Range from various authors.

	CLARKSON 1972 - 1983	MARSH 1983	PAECH 1986	
Perm			Blaiklock Group	
Silur-Karbon				
Ordovizium		Blaiklock Group		
		Otter Highland Fm.		
	Blaiklock	Trilobiten-	Turnpike	Pelite bis
Kambrium	Glacier	Schiefer	Bluff	Feinsandsteine
	Group	Mt. Provender Fm.	Group	
Praekambrium	Turnpike	Wyeth Highs Fm.	Watts Needle	Turnpike
	Bluff	Stephenson Bas-		Bluff
		Flett Craggs Fm.		
	Group	Mt. Wegener Fm.		Group
	Shackleton Range Meta-	Basement	Basement	
	morphic Complex	Complex	Complex	

Dieses Relief wird mit lokalem Verwitterungsschutt verfüllt. Teilweise liegen die darüber folgenden weißgrauen quarzitischen Sandsteine auch unmittelbar dem Kristallin auf. Diese relativ reifen Quarzarenite erreichen eine Mächtigkeit von 20 m (Mt. Wegener) bzw. 20-25 m (Watts Needle). Die m- bis dm-gebankten Sandsteine sind vorwiegend großdimensional schräggeschichtet. Das Einfallen der Schrägschichtungsblätter streut, läßt aber einen bevorzugten S(E)-N(W) Transport erkennen.

Die folgenden Karbonate sind nur am Mt. Wegener vollständig und undeformiert erhalten. Sie bestehen vorwiegend aus plattigen bis dünnblättrigen stark druckgelösten Mergeln und bankigen Kalken und erreichen eine Mächtigkeit von ca. 60 m. Die Mergel dürften zum größten Teil aus Algen/Bakterien-Laminiten hervorgegangen sein. neben welligen Laminiten treten cm- bis dm-große Stromatolithe vom Typ LLH-S und SH auf. Zwischen den einzelnen Stromatolithen wurden Laminite oder Kalkarenite abgelagert. Aufgearbeitete Algenmaten und Stromatolithe sind die wichtigsten Komponenten der in Rinnen angereicherten Intrasparite. Gradierte Oosparite mit erosiver Basis dürften als

Tempestite zu deuten sein. Teilweise sind Ooide und Intraklaste zu Rippeln oder Megarippeln angehäuft.

Die Watts Needle Formation wird am Mt. Wegener mit 12 m grünen Schiefern mit dm-großen Kalklinsen abgeschlossen. Sie wird im Hangenden von einer Deckenbahn mit Kristallinschüfflingen abgeschnitten, an der die Mt. Wegener Formation der Turnpike Bluff Group auf die autochthone Watts Needle Formation überschoben ist (siehe Kapitel 3.7.4).

Faziell ist die Watts Needle Formation als transgressive Serie mit kontinentaler Basis, Strandsanden, einem supratidalen bis subtidalen Karbonatwatt und mit subtidalen Schiefern zu interpretieren.

Als Alter wird von allen Autoren Jungpräkambrium (Riphäikum) angegeben. Die Einstufung beruht auf Stromatolithen und einem 720 Ma Rb/Sr-Modellalter (PANKHURST et al. 1983), das als Diagenesealter angesehen wird.

#### Turnpike Bluff Group

Die Turnpike Bluff Group ist in der Read Mountains, an der Stephenson Bastion und in den südlichen Otter Highlands aufgeschlossen. Sie wurde von CLARKSON (1983) in vier verschiedene Formationen untergliedert (Tab. 6).

Entgegen der Auffassung der meisten Autoren liegt die Turnpike Bluff Group am Mt. Wegener nicht mit sedimentärem Kontakt dem Kristallin der Read Mountains auf. Vielmehr ist sie dort an einer Deckenbahn über die Watts Needle Formation überschoben. Daher ist auch die Altersrelation zwischen Watts Needle Formation und Turnpike Bluff Group unklar. Funde von Spurenfossilien machen aber in Verbindung mit dem Metamorphose-Alter eine Einstufung der Turnpike Bluff Group in das Kambrium wahrscheinlich.

In den Read Mountains unterscheidet CLARKSON (1983) eine südliche Mt. Wegener und eine nördliche Flett Crags Formation. Da sich beide Formationen sedimentologisch nicht wesentlich unterscheiden und einer Deckeneinheit angehören, sollte einer der beiden Namen eingezogen werden.

In der Turnpike Bluff Group der Read Mountains können drei sedimentologische Ausbildungen kartiert werden, die jeweils mit tektonischem Kontakt aneinander grenzen:

- (a) Grobe Klastika mit Schiefern und häufigen Konglomeraten und Areniten,
- (b) Mittelkörnige Klastika mit einer Vormacht von Schiefern und mit dünn- bis mittelbankigen, häufig gradierten Areniten (unvollständige Bouma-Zyklen) und
- (c) Pelite mit seltenen Einschaltungen von feinkörnigen Areniten.

Die stratigraphische Relation der Einheiten ist unklar. Als Ablagerungsraum ist an ein sich eintiefendes oder verflachendes Becken mit küstennahem Bewegtwasser bis Stillwasser unterhalb der Wellenbasis zu rechnen.

An der Stephenson Bastion beginnt die Sedimentation mit feldspatreichen Konglomeraten und geht rasch in eine Folge von Peliten und meist feinkörnigen

Areniten über. Ein sedimentärer Kontakt zu anderen Formationen ist nicht aufgeschlossen, daher bleibt auch hier die Altersrelation unklar. Schrägschichtungsblätter und Strömungsmarken deuten auf einen NW-SE-Transport der Arenite hin.

Die Wyeth High Formation der südlichen Otter Highlands unterscheidet sich sedimentologisch durch das gehäufte Auftreten von Quarziten an der Typlokalität. Auch hier fehlt jeglicher sedimentäre Kontakt zu anderen Serien. Im Norden ist das Kristallin der Otter Highlands auf die Turnpike Bluff Group aufgeschoben.

Die verschiedenen Formationen der Turnpike Bluff Group sind unterschiedlich stark und teilweise mehrfach deformiert. Gemeinsam ist allen Vorkommen eine schwach metamorphe Überprägung.

#### Blaiklock Glacier Group

In den nördlichen Otter Highlands, in den Haskard Highlands sowie an "The Dragons Back" sind Klasika der Blaiklock Glacier Group aufgeschlossen. Diese Gruppe liegt unmittelbar dem Kristallin des Shackleton Metamorphic Complex auf; lediglich im Gebiet des Mt. Provender sind Trilobiten und Linguliden führende Schiefer und kalkige Siltsteine zwischengeschaltet.

CLARKSON (1983) hat die Blaiklock Group in eine untere Mt. Provender Formation und eine obere Otter Highland Formation unterteilt, wobei er vermutete, daß die am Mt. Provender als Erratika auftretenden Trilobitenschiefer als mittlere Blaiklock Glacier Gruppe unter dem Blaiklock Gletscher verborgen liegen.

#### Mt. Provender Formation

Im Unterschied zu CLARKSON (1982; 1983) werden alle Vorkommen der Blaiklock Glacier Group aus den Haskard Highlands - einschließlich Wedge Ridge - und das Vorkommen an "The Dragons Back" der Mt. Provender Formation zugerechnet. Kennzeichen dieser Formation sind rote Siltsteine, die mit gröberen Klastika wechsellagern. Die tieferen Anteile der Mt. Provender Formation bestehen aus wenig transportierten Konglomeraten bis Brekzien. Der hohe Anteil an Karbonatkomponenten und Schiefern (Wedge Ridge) weist auf eine nur unbedeutende chemische Verwitterung im Liefergebiet hin. Die sehr schlechte Sortierung und Rundung sowie der äußerst geringe Reifegrad der basalen Schichten läßt auf relativ trockenes Klima mit gelegentlich starken Regenfällen schließen, das zur Ausbildung von Fanglomeraten führte. Die Konglomerate und Brekzien füllen am "The Dragons Back", am Wedge Ridge, an einem Nunatak im SE-Teil des Provender Massivs und an einem kleinen Nunatak im Stratton Glacier südöstlich von Honnywill Peak ein ausgeprägtes, bis zu 100 m (?) eingreifendes Relief. Dagegen liegen am Mt. Gass höhere Anteile der Mt. Provender Formation unmittelbar über dem kristallinen Untergrund.

Der höhere Teil der Mt. Provender Formation besteht aus einer mehrere 100 m mächtigen Wechselfolge von roten Siltsteinen und Fein- bis Mittelsandsteinen. Sedimentstrukturen wie Schrägschichtung und convolute

bedding in den Sandsteinen und Trockenrisse in den Peliten sind ausgesprochen häufig. Rippen und Hufeisenkolke konnten beobachtet werden. Die Siltsteine sind mehr oder weniger stark bioturbat verwühlt, wobei primitive Wohn- und Freßbauten vorwiegen. Differenzierte Schreitenspuren lassen eine nähere Einstufung möglich erscheinen.

Die Mt. Provender Formation dürfte faziell wie folgt zu deuten sein: Über basalen Wadisedimenten folgen fluviatile Konglomerate und Sandsteine. Zwischen den temporären Fluß- und Bachläufen bildeten sich Tümpel, in denen tonige Siltsteine abgelagert wurden. Inwiefern es sich hierbei um randmarines (brackisches?) Milieu handelt, kann vielleicht aufgrund der Spurenfossilien geklärt werden.

Die Schrägschichtungen streuen in der Mt. Provender Formation sehr stark, eine bevorzugte Schüttungsrichtung kann nicht angegeben werden. Als Liefergebiet kommt der lokale kristalline Untergrund in Frage.

Die Mt. Provender Formation ist in allen Vorkommen mehr oder weniger stark tektonisch verstellt (bis 45° Einfallen) und lokal am Wedge Ridge verfaltet.

#### Otter Highland Formation

Die Otter Highland Formation ist auf die nördliche Otter Highlands beschränkt. Ein unmittelbarer Kontakt der Formation zu anderen Serien ist nicht aufgeschlossen. Sie liegt meist flach oder fällt mit wenigen Graden nach Osten ein. Die Sedimente bestehen vorwiegend aus Grobsandsteinen, weniger als Mittelsandsteinen oder Konglomeraten. Einzelne Kristallinkomponenten bis mehrere dm-Durchmesser sind nicht selten und, mit Ausnahme von Rhyolithen, aus dem lokalen kristallinen Untergrund herleitbar. Flachwinklige trogförmige Schrägschüttungskörper, Schwermineralseifen, Entwässerungsstrukturen und vereinzelte Trockenrisse lassen auf ein fluviatiles Ablagerungsmilieu schließen. Die Schüttung erfolgte nach Schrägschichtungsmessungen vorwiegend von NE

#### Trilobiten- und Brachiopoden-führende Schiefer und Sandsteine

Die vor allem in der Moräne am Mt. Provender häufig auftretenden Geschiebe sind nach unserer Auffassung unmittelbar aus dem Untergrund abzuleiten, wo sie lokal anstehen. Daher bilden die kambrischen Trilobiten- und Linguliden-Schiefer und Sandsteine das Liegende der Blaiklock Glacier Group. Aufgearbeitete Komponenten finden sich in den basalen Konglomeraten der Mt. Provender Formation. Verzerrte Trilobiten weisen auf eine tektonische Deformation der kambrischen Sedimente hin.

### 3.7.6 Basische Gänge in der Shackleton Range (M. Peters, G. Spaeth)

Basische Gesteinsgänge kommen in den Gebirgen am pazifischen Rand des ostantarktischen Schildes relativ häufig vor und sind schon mehrfach Untersuchungsgegenstand gewesen. Von den Autoren wurden sie in den letzten Jahren, neben anderem, in den meisten eisfreien Regionen des westlichen und mittleren Neuschwabenlands unter verschiedenen geowissenschaftlichen

Aspekten untersucht. Unter "basischen Gängen" werden im folgenden nur Basalt führende diskordante, gangartige Intrusionen verstanden; in der englischen Literatur ist in diesem Zusammenhang von "dolerite dykes" die Rede. Basalt-Lagergänge ("sills") und Lamprophyre, die ebenfalls unter diese Kapitelüberschrift fallen würden, sind von uns in der Shackleton Range nicht beobachtet worden.

Obgleich derartige basische Gänge im allgemeinen nur einen sehr geringen Anteil des betrachteten Erdkrustenausschnitts ausmachen, sind die Kenntnisse über die Häufigkeit ihres Auftretens, über ihre Verbands- und Lagerungsverhältnisse und über ihre stoffliche Zusammensetzung von besonderem Interesse hinsichtlich der geotektonischen Entwicklung der betrachteten Regionen. So erhält man mit ihrer Zahl, Raumlage und Mächtigkeit Aufschluß über Ausmaße und Richtungen von Krustendehnungen. Die radiometrische Bestimmung ihrer Intrusionsalter gibt den Zeitraum für derartige krustale Extensionsphasen an; diese Alter stellen auch wichtige Zeitmarken für die Entwicklung der Gesteinskomplexe dar, in die die Gänge eingedrungen sind. Paläomagnetische Untersuchungen am Gesteinsmaterial der Gänge können weitere Altersangaben liefern und durch Vergleiche mit paläomagnetischen Daten von Nachbarregionen die Frage klären helfen, ob im geotektonischen Werdegang einzelne Krusten- oder Lithosphärentteile größere Wege zurückgelegt und Rotationen durchgeführt haben. Diese und weitere mit dem Studium der basischen Gänge ermittelten Daten sind von Bedeutung für die weitere Aufklärung der geotektonischen Entwicklung des pazifischen Randes des ostantarktischen Schildes und des Zerfalls von Gondwana.

Aus der Shackleton Range waren bisher, soweit die Literatur darüber Aufschluß gibt (CLARKSON 1981, HOFMANN et al. 1980), weniger als 20 basische Gänge bekannt, und zwar nur aus den nördlichen Regionen der Gebirgskette (Lagrange Nunatak, nördliche Haskard Highlands, Herbert Mountains und Pioneers Escarpment, Abb. 47). Von mehreren dieser Gänge sind auch radiometrische Alter mitgeteilt worden (Lit. s.o.), die zwischen 457 und 195 Ma liegen. Es wurden nur K/Ar-Gesamtgesteinalter ermittelt. Diese Bestimmungen sind als fraglich anzusehen und bedürfen daher einer Überprüfung.

Neben weiteren Zielsetzungen ergab sich daraus für uns als Arbeitsprogramm die nochmalige Beprobung der bereits bekannten Gänge und die Suche und Beprobung von basischen Gängen in den südlichen Bereichen der Shackleton Range, den Otter Highlands, Stephenson Bastion und Read Mountains (Abb. 47). Der letztgenannten, größten Gebirgskette widmeten wir dabei unser Hauptinteresse. Hier führten wir während der insgesamt fünfwöchigen Geländekampagne allein rund drei Wochen Geländearbeiten von drei verschiedenen Lagern aus durch. Die beiden letzten Wochen waren, von einem weiteren Lager in den nördlichen Haskard Highlands (Abb. 47) und vom Basislager in der Stephenson Bastion ausgehend, den Untersuchungen in den übrigen Teilen der Shackleton Range gewidmet. Bei dieser mehr oder weniger gemeinsamen Geländearbeit wurden wir tatkräftig und mit großer Begeisterung von unserem Bergführer und Ski-Doo-Fachmann W. Hoelzl unterstützt. Wesentliche Unterstützung erfuhr unsere Geländearbeit auch durch den Einsatz der Helikopter, die im zweiten Teil der Geländekampagne manche entfernten Nunataks erst

erreichbar machten und auch im ersten Teil, d.h. in den Read Mountains, zu mehreren Rekognoszierungsflügen genutzt werden konnten. Hierbei wurden in den Kartenunterlagen und Luftbildern verdächtige Stellen in den beflügten Felswänden, Felsgraten und Nunataks markiert; bei der folgenden systematischen Befahrung (mit Ski-Doo) und Begehung der Aufschlußbereiche erwiesen sich mehr als die Hälfte dieser notierten Stellen als Ausbisse basischer Gänge. Einige von uns gefundene Gänge waren allerdings aus der Luft nicht erkannt worden, so daß ganz abgesehen von der Beprobung, die zeitraubende Suche am Boden durch Befahrung und Begehung der Aufschlüsse unumgänglich war. Diese war deshalb zeitraubend, weil die meisten (11) der zahlreichen (15) tiefen Einbuchtungen des stark gegliederten Escarpments der Read Mountains abgesucht wurden.

Einige Merkmale, fast immer gemeinsam auftretend, erleichterten die Suche nach den Gängen. Hier sind zu nennen die dunkelrotbraune, auf Verwitterung zurückgehende Farbe des Gesteinsmaterials sowie in selteneren Fällen bei frischen Anbrüchen, auch die dunkelgraue bis schwarze Farbe, ferner der zum Streichen der Nebengesteinszüge diskordante Verlauf der Gänge, die für Basalte typische Säulenklüftung ("columnar jointing") und die auf die intensive Klüftung zurückgehende Tatsache, daß die Gangausbisse fast immer stärker abgetragen sind und in den Felswänden und Graten als Kerben erscheinen. In den meisten Fällen waren die Gangausbisse, wenn auch zeitraubend und schwierig, erreichbar und begehbar. Die eigentliche Aufnahme bestand dann in der Feststellung der Gangbegrenzungen (Salbänder), in der Kompaßeinmessung von Streichen und Einfallen der Salbänder, auch unter Berücksichtigung der stets normal zu den Salbändern stehenden Säulenklüftung, im Abmessen der Gangmächtigkeiten, im Studium des petrographischen Erscheinungsbildes, dies auch hinsichtlich des Auftretens von Abschreckungskontakten ("chilled margins"), und Alterationserscheinungen, in der petrographischen Ansprache des Nebengesteins, in der Einmessung der tektonischen Strukturen im Nebengestein und in der Photodokumentation. In einigen Fällen mußte wegen schlechter Begehrbarkeit oder wegen stärkerer Schuttüberdeckung die Mächtigkeit abgeschätzt werden und die Raumlage der Gänge durch Peilen und Fluchten annäherungsweise bestimmt werden.

Die Beprobung der Gänge erfolgte für spätere Laboruntersuchungen zur Petrographie, Geochemie, Radiometrie, und Paläomagnetik. Für die drei erstgenannten Untersuchungsmethoden wurden im allgemeinen drei, mehrere Kilogramm schwere, möglichst frische und nach verschiedenen Gesichtspunkten über die Gangmächtigkeit verteilte Gesteinsproben gewonnen. Die Probenahme für die paläomagnetischen Untersuchungen erwies sich häufig als problematisch. Aus statistischen Gründen wurde die Entnahme von 5 bis 8 mit Kompaß orientierten Proben je Gang (Gewicht durchschnittlich 5 bis 15 kg) angestrebt. Dabei war sicherzustellen, daß es sich bei der Probenentnahme um echtes Anstehendes handelte und keine Verstellungen des Probenbereichs durch Frostsprengung oder andere Auflockerungen vorlagen. Entsprechend schwierig und zeitaufwendig gestaltete sich die Beprobung. Im übrigen sollte das Gesteinsmaterial nicht oder höchstens schwach alteriert sein. Diese Forderung war nicht in allen Fällen erfüllt, so daß nur Dreiviertel der aufgefundenen Gänge für diese Methode beprobt werden konnten. Insgesamt



wurden mehr als 230 Proben mit einem Gesamtgewicht von ca. 1,3 Tonnen gewonnen.

Im folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse der Geländearbeit in der Shackleton Range zusammenfassend dargestellt.

In den Read Mountains wurden insgesamt 14 basische Gänge festgestellt, von denen drei wegen Unzugänglichkeit nicht beprobt werden konnten. Für die geplanten Untersuchungen konnte somit aus 11 Gängen Probenmaterial gewonnen werden. In einem Falle mußte eine Probennahme für paläomagnetische Untersuchungen unterbleiben.

Die basischen Gänge treten in den Read Mountains nur in den höher metamorphen Gesteinen des kristallinen Basement auf, das in einem breiten Streifen von den Du Toit Nunatakkern im Westen bis zum Bowen Cirque im Osten aufgeschlossen ist. Auffällig ist also ihr völliges Fehlen in den nur schwach metamorphen (z.T. nicht metamorphen?) Gesteinsfolgen der Watts Needle Formation und der Turnpike Bluff Group, die die Deckschichten für das Basements bzw. ein höheres tektonisches Stockwerk darstellen. So fehlen sie vor allem im östlichsten Viertel der Read Mountains, das aus Gesteinen der Turnpike Bluff Group aufgebaut wird.

Die Häufigkeit der Gänge nimmt von Westen nach Osten zu. Im Bereich der Du Toit Nunataks wurden nur zwei Gänge gefunden, in den Felswänden zwischen Eskola Cirque und Bowen Cirque, nördlich vom Mount Wegener, auf relativ engem Raum dagegen sechs Gänge. Die Gangmächtigkeiten liegen zwischen 2 und 25 m; die Mehrzahl liegt zwischen 10 und 20 m. Auffällig ist die relativ straffe räumliche Ausrichtung der durchweg steil einfallenden oder seiger stehenden Gänge. Weit überwiegend weisen sie, z.T. mit leichten Abweichungen, N-S-Streichrichtung auf; nur in zwei Fällen liegt NE-SW-Streichen vor. Das Vorherrschen von im wesentlichen nur einer Streichrichtung könnte als Hinweis für das Auftreten nur einer Ganggeneration angesehen werden.

Die Zusammensetzung der Ganggesteine scheint nach der Ansprache im Gelände, von Alterationserscheinungen abgesehen, nicht stark zu variieren. Es handelt sich um feinkörnige bis dichte basaltische Gesteine ohne Feldspateinsprenglinge.

Zwei weitere Feststellungen sind wichtig für die relative Alterseinstufung der basischen Gänge in die tektonothermale Geschichte des kristallinen Basements der Read Mountains. In zwei Fällen wurde beobachtet, daß die Gänge von W-E-streichenden, N-fallenden Störungen (vermutlich Aufschiebungen) geschnitten werden. Die diesen Störungen zugeordneten Mylonite (Phyllonite) weisen mit ihren Mineralparagenesen (u.a. Chlorit und Epidot) auf grünschieferfazielle Bildungsbedingungen hin. Ferner sind mehrere der Gänge erkennbar vergrünt oder zeigen zumindest auf ihren Kluftflächen mehr oder minder gut entwickelte Harnische mit Epidotbelägen. Beides deutet auf einen mehr oder weniger durchgreifenden tektonischen Akt unter grünschieferfaziellen Metamorphosebedingungen nach der basaltischen Intrusion hin.

Zusätzlich zu den basischen Gängen wurden bei Hatch Plain und östlich Watts Needle insgesamt vier Granodioritgänge beprobt, die z.T. bereits datiert worden sind. Ihre Beprobung erfolgte für eine Überprüfung der angeführten Alter und für paläomagnetische Untersuchungen.

In den nördlichen Haskard Highlands, Lagrange Nunataks und Herbert Mountains wurden insgesamt 15 basische Gänge angetroffen und beprobt. In der überwiegenden Zahl intrudieren sie höher metamorphe Gesteinsserien, wurden jedoch auch in einem südlich des dort eingerichteten Lagers gelegenen unbekannten Nunatak und an The Dragons Back in den hier auftretenden Sedimentfolgen der Blaiklock Glacier Group angetroffen. Die Streichrichtung der Gänge variiert sehr stark. Sie stehen ausnahmslos steil und die Mächtigkeit liegt zwischen 0,3 und 12 Metern. Nach ihrem makroskopischen Erscheinungsbild können zwei Gangtypen unterschieden werden. Typ I besteht aus feinkörnigen, meist stark vergrüneten Basalten mit vereinzelt ca. 0,3 bis 0,5 cm langen Feldspateinsprenglingen und sulfidischen Erzanreicherungen. Im meist scharfen Kontakt zum Nebengestein sind ausgeprägte "chilled margins" zu beobachten. Zum Gangzentrum hin nimmt eine parallel zum Salband stehende Klüftung und, einhergehend mit ihr, die Alterationsintensität zu. Die Alteration äußert sich in einer intensiven Vergrünung des Gesteins mit hydrothermalen Mineralneubildungen. Häufige Querstörungen und in einigen Fällen Gangaufspaltungen sind für diesen Typ kennzeichnend.

Beim Typ II handelt es sich im wesentlichen um porphyrische Basalte mit Olivineinsprenglingen in feinkörniger Mesostasis, bestehend aus Feldspat und Pyroxen. In diesem Gangtyp wurde im Gegensatz zu Typ I keine Vergrünung festgestellt. Er zeichnet sich lediglich durch eine auffällige Verkrustung mit Eisenoxiden aus.

In der Shackleton Range liegen somit vermutlich vier magmatische Gangtypen vor (die Granodioritgänge miteinbezogen), deren makroskopische Unterscheidungsmerkmale sich im Mineralbestand, Gefüge, Alterationsintensität und tektonischer Überprägung äußern.

In den Read Mountains wurden erstmals basaltische Gänge nachgewiesen und beprobt. Diese Gänge sind nur im kristallinen Basement vertreten, während in den überlagernden Sedimentfolgen keine Gänge nachgewiesen werden konnten. Daraus ist zu folgern, daß die Datierung der Gänge das Höchstalter für die Ablagerung dieser Sedimente angibt. Die sehr einheitliche Streichrichtung aller Gänge dieser Region läßt erwarten, daß hier lediglich eine Ganggeneration vorliegt.

In den nördlichen Haskard Highlands, Lagrange Nunataks und Herbert Mountains sind mindestens zwei weitere unterschiedliche Gangtypen oder Ganggenerationen vertreten, worauf die starke Streuung ihrer Streichrichtungen und die deutlich unterschiedlichen Erscheinungsbilder hinweisen. Bei beiden Gangtypen sind Basalte repräsentiert, die vorwiegend in den höhermetamorphen Gesteinsserien dieser Regionen beobachtet wurden. Vereinzelt sind sie jedoch auch in der nichtmetamorphen Blaiklock Glacier Group vertreten. Ihre Datierung wird somit das Mindestalter für die Ablagerung der Blaiklock Glacier

Group angeben. Auffällig ist, daß in den Gesteinsabfolgen der Stephenson Bastion und der Otter Highlands keine Gänge nachgewiesen wurden.

Die geplanten Laboruntersuchungen an dem gewonnenen Probenmaterial umfassen Radiometrie (K/Ar-Mineraldattierungen, Sm/Nd-Gesamtgesteinsanalysen), Paläomagnetismus (Wechselfeldentmagnetisierung und thermische Entmagnetisierung), sowie Geochemie der Hauptelemente und ausgewählter Spurenelemente. Das Programm macht zunächst eine detaillierte silikat- und erzpetrographische Untersuchung des Materials erforderlich. Zusätzlich können aus der Bestimmung der vielfach beobachteten Sekundärmineralisationen Rückschlüsse auf die Überprägungsgeschichte dieser Basalte erwartet werden.

Für K/Ar-Dattierungen müssen geeignete Mineralpräparate hergestellt werden, da sich bei früheren Untersuchungen gezeigt hat, daß K/Ar-Gesamtgesteinsdattierungen mit einem hohen Unsicherheitsfaktor behaftet sind. Bei den anzureichernden Präparaten ist an Biotit gedacht, der vereinzelt schon makroskopisch im beprobten Material identifiziert werden konnte. Insgesamt ist an eine Dattierung von 25-30 Mineralpräparaten gedacht. Eine gleiche Probenzahl soll auch mit der Sm/Nd-Gesamtgesteinsmethode bearbeitet werden.

Die paläomagnetischen Untersuchungen machen zunächst die Gewinnung von Gesteinskernen aus den orientiert gewonnenen Handstücken erforderlich. Dazu wird pro Handstück ein Gesteinskern mit 3 cm Durchmesser und einer Länge von ca. 10 cm mit einem stationären Bohrgerät erbohrt. Diese Kerne werden in 3 cm lange Kernstücke aufgetrennt. Von diesen Kernstücken wird jeweils eine thermisch und eine weitere im magnetischen Wechselfeld entmagnetisiert. Die Paläorichtungen und Paläopollagen werden dann aus den gewonnenen Daten rechnerisch ermittelt.

Für die chemische Charakterisierung der beprobten Basalttypen sollen an einer repräsentativen Auswahl von Proben die Hauptkomponenten und genetisch wichtigen Spurenelemente (Li, Rb, Sr, Ba, Zr, Nb, V, Ni, Cr, Lanthanoiden, Hf, Th, Ta) bestimmt werden. Mit verschiedenen Analysemethoden sollen insgesamt etwa 50 Proben in Doppelbestimmung analysiert werden.

### 3.7.7 Radiometrische Untersuchungen in der Shackleton Range (N.W. Roland)

Die Shackleton Range liegt an der Peripherie des Ostantarktischen Schildes. hochmetamorphe Einheiten des Shackleton Metamorphic Complex (CLARKSON 1972) werden daher weit verbreitet angetroffen. Inzwischen sind im kristallinen Basement auch verschiedene tektonometamorphe Komplexe ausgeschieden worden. Eine jüngere stressbetonte almandin-amphibolitfazielle Einheit und eine ältere, temperaturbetonte almandin-amphibolit- und granulitfazielle Einheit, wobei letztere vermutlich ebenfalls noch eine Zweiteilung aufweist. HOFMANN (1982) weist auf Ähnlichkeiten mit petrofaziellen Entwicklungen in anderen Schildbereichen (Queen Maud Land, Enderby Land) hin. In Analogie

wird für den hochmetamorphen unteren Teil des Shackleton Metamorphic Complex (Read- und Provender-Komplex) archaisch-frühproterozoisches Alter, für den jüngeren Teil (Skidmore-Komplex) mittelproterozoisches Alter als wahrscheinlich angesehen.

Polymetamorphose und -deformation sind allerdings Ursache dafür, daß radiometrische Altersdatierungen bisher die tektonometamorphe Entwicklung der Shackleton Range nicht klären konnten.

Aus der Shackleton Range waren bis 1985 44 Altersdatierungen an Gneisen, Glimmerschiefern und Graniten des Grundgebirges bzw. an Doleriten und an paläozoischen Metasedimenten bekannt. Die Ergebnisse lagen zwischen 2700 Ma für Pegmatite und Gneise sowie 163 Ma für einen Dolerit.

Das Modellalter eines Pegmatites (2 Proben) aus dem Wedge-Ridge-Orthogneis der Haskard Highlands ergab 2700  $\pm$  100 Ma (errorchrone). Die Ortho- und Paragneise dieses Gebietes wurden daher als archaisch bestätigt. Ihre Metamorphose war vor 1760 Ma, der Intrusion von Graniten, abgeschlossen. Minimum-Alter, die an Muskoviten aus einem Pegmatit bestimmt worden waren, ergaben 1700  $\pm$  50 Ma (Modellalter). Gesamtgesteinsalter, die auf einer perfekten Isochrone liegen, lassen jedoch bereits eine Tendenz zu einer Rückstellung erkennen. Mineralseparate (Biotit, K-Feldspat), aber auch Gesamtgesteinsalter von einem der Gneise ergaben eine totale Rückstellung auf 504  $\pm$  6 Ma. Eine Metamorphose zwischen 500 - 600 Ma wird auch für das Mt. Provender-Gebiet angenommen. Die amphibolitfaziellen Granitgneise des Shackleton Metamorphic Complex ergaben Rb/Sr-Gesamtgesteinsalter von 583  $\pm$  48 Ma, U/Pb-Alter von Zirkonen 556  $\pm$  66 Ma (PANKHURST et al. 1983).

Auch für die Herbert Mountains muß eine Rückstellung angenommen werden. HOFMANN et al. (1981) erhielten für zwei Granatglimmerschiefer-Proben Alter von 1384  $\pm$  180 Ma, für weitere 3 Proben jedoch 460  $\pm$  35 Ma.

Für den Shackleton Metamorphic Complex der Read Mountains ergaben zwei Isochronen Alter von 1763  $\pm$  21 Ma und 1599  $\pm$  38 Ma. Die Proben je Isochrone (5 bzw. 3 Proben) stammten von verschiedenen Probenpunkt-Gruppierungen. 1763 Ma wird als Alter des "emplacements" gedeutet (niedriger IR, also Mantelmaterial inkorporiert), 1599 Ma als vermutliches Rückstellalter (PANKHURST et al. 1983).

Generell streuen die Daten sehr stark. Weitere 20 Daten liegen zwischen 1820 und 1550 Ma. Noch stärker streuen Daten von Granodiorit-Gängen, für die Alter zwischen 1900 und 1300 Ma ermittelt wurden.

Etwas besser beieinander liegende Daten erhielten PANKHURST et al. (1983) für saure bis intermediäre granatführende Gneise der Lagrange Nunatakker. Eine "Errorchrone" (MSWD = 43) ergab 2310  $\pm$  130 Ma für 6 von 7 Proben. Die 7. Probe zeigte ein Modellalter von 1600 Ma. Wieder weist das hohe  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Anfangsverhältnis von 0,722 auf altes Krustenmaterial - oder auf Sedimente, die vor 2300 Ma von Krustenmaterial entstanden - hin.

Die polymetamorphe und polygenetische Vorgeschichte speziell der Gesteine des Shackleton Metamorphic Complex führte zu komplexen Rb/Sr-Isotopenverhältnissen, so daß sich bisher nur wenige konkrete Ereignisse anhand von Isochronen andeuten.

Für die Klärung der geologischen Entwicklung des Basements sind weiterführende radiometrische Arbeiten erforderlich. Speziell der Shackleton Metamorphic Complex wurde daher intensiver beprobt, um die altersmäßige Beziehung der Einheiten untereinander, die Metamorphose- und/oder Intrusionsalter der Granite, Aplite und Pegmatite herauszuarbeiten. Bei den Intrusivgesteinen bietet sich zusätzlich eine geochemische Charakterisierung an. Es wird erwartet, daß sich in der Shackleton Range die Chance bietet, die Krustenentwicklung am Rande des Ostantarktischen Schildes vom Archaikum bis zum Ross Orogen (Pan African) zu erarbeiten.

#### 3.7.8 Vereisungsgeschichte der Shackleton Range (H.-C. Höfle)

Die Shackleton Range ist ein E-W streichendes Gebirge von etwa 200 km Länge und 60 km Breite. Die größten Höhen über NN werden am Südrand der Range in den Read Mountains (Abb. 47) mit Werten um 1900 m erreicht. Die niedrigsten Höhen liegen im NW am Mt. Provender um 1500 m. Das Gebirge wird hauptsächlich von zwei großen Gletschern umflossen, die an seinem Westrand in den Filchner Eisschelf einmünden. Im Süden handelt es sich um den relativ langsam fließenden Recovery-Gletscher, der wenig Spaltenfelder aufweist und dessen Oberfläche zwischen 1400 m im Süden und 800 m im Westen liegt. Der Slessor-Gletscher im Norden der Range gehört zu den großen und schnell fließenden Eisströmen mit zahlreichen Spaltenfeldern. Seine Oberfläche liegt im Süden bei 800 m und im Westen bei 150 m. Das Gebirge weist ein deutliches Gefälle nach Norden auf. Dies ist besonders gut zu erkennen an mehr als 25 unterschiedlichen großen Gipfelplateaus, die mit Ausnahmen in den Read Mountains und um Stephenson Bastion (Abb. 47) mehr oder weniger nach Norden geneigt sind. Dem Gefälle entsprechend fließt der größere Teil des die Berge bedeckenden Eises nach Norden zum Slessor Gletscher ab und aus, der kleinere Teil nach Süden zum Recovery-Gletscher.

Aufgrund der Auswertung der geologischen Literatur über die Shackleton Range und mit Hilfe von Luftbildanalysen konnten die glazial-geologischen Arbeiten zur Erkundung der Vereisungsgeschichte auf drei Problemkreise konzentriert werden.

- a) Handelt es sich bei den Plateaus auf mehr als 25 Bergen im Bereich der gesamten Range um die Reste einer ehemals subglazialen Überfahrungsfläche? Für den Fall einer positiven Antwort mußten die nächsten Fragen lauten, welche Ausmaße hatte die Vereisung, die diese Fläche geschaffen hat, aus welcher Richtung kam das Eis zu dieser Zeit und läßt sich das Alter dieser Vereisung eingrenzen?

- b) Wie stark sind die Auswirkungen der pleistozänen Schelfeisschwankungen auf die z.T. sehr tief liegenden Berghänge im NW der Shackleton Range gewesen?
- b) Gibt es Hinweise auf holozäne oder rezente bis subrezente Gletscherschwankungen?

Es wurde eine detaillierte Aufnahme der glaziären Formen (Kritzen, Sichelmarken, Roches moutonnes etc.) und ihres Verwitterungszustandes durchgeführt. Außerdem wurde eine Kartierung und petrographische Beschreibung der Eisablagerungen (Geschiebestreu, Grundmoränen, Endmoränen etc.) vorgenommen. Wie bei den subglazialen Formen war dies nur sinnvoll in Verbindung mit einer Aufnahme ihres Verwitterungszustandes um Altershinweise zu bekommen.

Zum ersten Fragenkomplex wurden die folgenden Ergebnisse erzielt. Bei den zahlreichen Plateaus handelt es sich um die Reste einer sehr alten, wahrscheinlich im Jungtertiär entstandenen glaziären Überfahrungsfläche. Alle untersuchten Plateaus liegen auf einem Gesteinsuntergrund, der stark gefaltet, schräg gestellt und zerschert ist. Außerdem gehören die Gesteine verschiedenen Deckeneinheiten mit verschiedenen Metamorphosegraden an. Dies führt dazu, daß Gesteine unterschiedlichster Härte von der ehemaligen Überfahrungsfläche gekappt werden. Obwohl eine intensive, lang andauernde Verwitterung auf den Plateaus nachweisbar ist, betragen die Höhenunterschiede zwischen weichen leicht verwitternden und sehr dichten verwitterungsresistenten Gesteinen maximal nur 1,5 bis 2,5 m.

Der größte Teile des Plateaus ist mit Frostschutt bedeckt, der je nach Feuchtigkeitsangebot mehr oder weniger stark strukturiert ist. Polygone mit Durchmessern zwischen 3 und 12 m sind häufig noch von schwach ausgebildeten Kleinpolygonen mit Durchmessern von 50 bis 100 cm durchsetzt. Bis zu 2 cm dicke Salzkrusten an den Unterseiten von Gesteinsbruchstücken sind ein Hinweis auf die bereits lang andauernde starke chemische Verwitterung. Die Gesteinszerstörung (physikalisch und chemisch) hat vor allem auf Schiefer zur Bildung von mehreren Dezimeter mächtigen Lagen geführt, die hauptsächlich aus locker gelagertem Schluff mit geringen Schuttanteilen bestehen. Eine meist nur 5 cm mächtige Schuttschicht liegt auf der Oberfläche und schützt das Feinmaterial vor Ausblasung. Derartig stark verwitterte Böden sind in der Antarktis nur aus dem Bereich der Trockentäler des Transantarktischen Gebirges mit Verwitterungsaltern von mehr als einer Million Jahre bekannt.

Subglaziale Überfahrungsstrukturen sind unter diesen Verwitterungsbedingungen nur sehr selten erhalten und konnten daher nur am Murchison Cirque (Read Mountains) und auf Stephenson Bastion nachgewiesen werden. Kritzen, Sichelmarken und Roches Moutonnees ergaben dort eine Herkunftsrichtung des Eises während der ehemaligen Überfahrung aus Süd bis Südsüdwest.

Die lang anhaltende Verwitterung im Bereich der Plateaus hat auch den größten Teil der glaziären Ablagerungen vollständig zerstört. Nur auf Stephenson Bastion und einigen Plateaus in der Umgebung wurde eine Geschiebe-

streu und auch eine Grundmoräne gefunden, die auf Grund der Geschiebepep- trographie (z.B. Beacon-Sandstein und Archäocyathiden-Kalke) nur aus dem Bereich der Whichaway Nunatakker antransportiert worden sein kann. Diese Nunatakker liegen etwa 60 km in süd- bis südwestlicher Richtung, was mit den subglazialen Überfahrungsstrukturen auf Stephenson Bastion gut überein- stimmt (Abb. 47).

Für die Feststellung eines Minimalalters der hoch liegenden "Altflächen" wird ein Eisennickelmeteorit hilfreich sein, der auf dem Gipfelplateau des Mt. Wegener (Read Mts.) gefunden wurde. Sein terrestrisches Alter soll im Max- Planck-Institut für Chemie in Mainz bestimmt werden.

Die höchsten Plateauteile mit subglazialen Überfahrungsstrukturen oder mit Geschieben aus den Whichaway Nunataks liegen zwischen 500 und 600 m über der Oberfläche des Recovery-Gletschers. Geht man davon aus, daß auch die höchsten, 800 m über dem Eis gelegenen Plateaus in den Read Mountains vom Eis überflutet wurden, so muß das überfahrende Eis zu der Zeit minde- stens 1000 m mächtiger gewesen sein als heute. Da Beacon-Geschiebe in den jüngeren, wahrscheinlich quartären, Eisablagerungen der nördlichen Shackleton Range nicht vorkommen, dürfte die für die Anlage der Plateaus verantwortliche Großvereisung präquartären Alters sein.

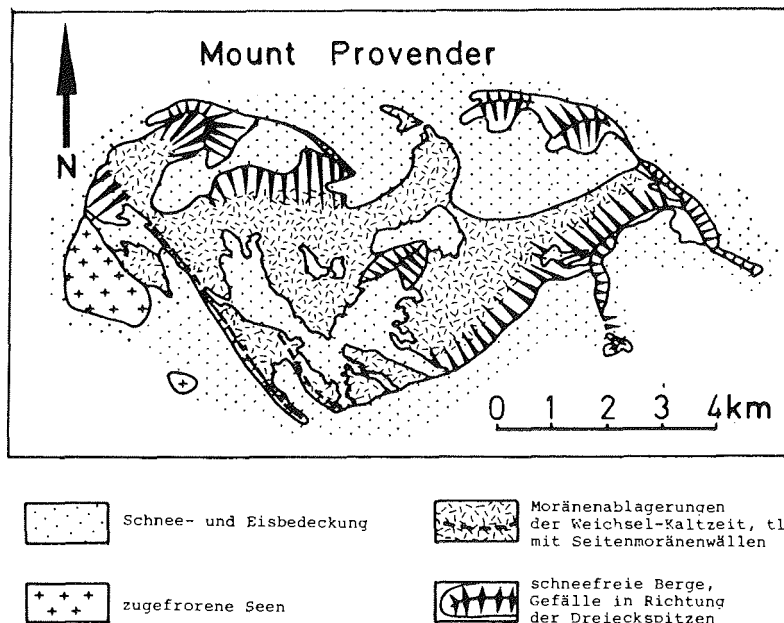


Abb. 52: Das Mt. Provender-Gebiet am Rande des Slessor-Gletschers im Norden der Shackleton Range

Fig. 52: Mt. Provender near the Slessor Glacier, northern Shackleton Range.

Eisablagerungen, die mit großer Wahrscheinlichkeit ein pleistozänes Alter haben, konnten nur im Bereich des Mount Provender und des Mt. Skidmore kartiert werden. Am Mt. Provender handelt es sich um eine Grundmoräne, die etwa zwischen 200 und 650 m die schnee- und eisfreien Hänge und Talböden bedeckt (Abb. 52). Das Material kann als ein schluffiger, stark kiesiger Sand mit sehr vielen gut bis kaum gerundeten Geschieben bezeichnet werden. Sehr häufig findet man an der Oberfläche gekritzte Geschiebe, so daß man von einer relativ geringen Verwitterungsdauer seit ihrer Ablagerung ausgehen kann. Weitere Argumente für ein geringes Alter sind ein niedriger Anteil an Geschieben, die durch Frostsprengung zerstört wurden und eine nur schwache aeolische Erosion (Windschliff, Windpolitur). Die Bildung von Salzkrusten an den Unterseiten von Geschiebe ist noch nicht sehr weit fortgeschritten und beschränkt sich auf millimeterdicke graue Kristallrasen.

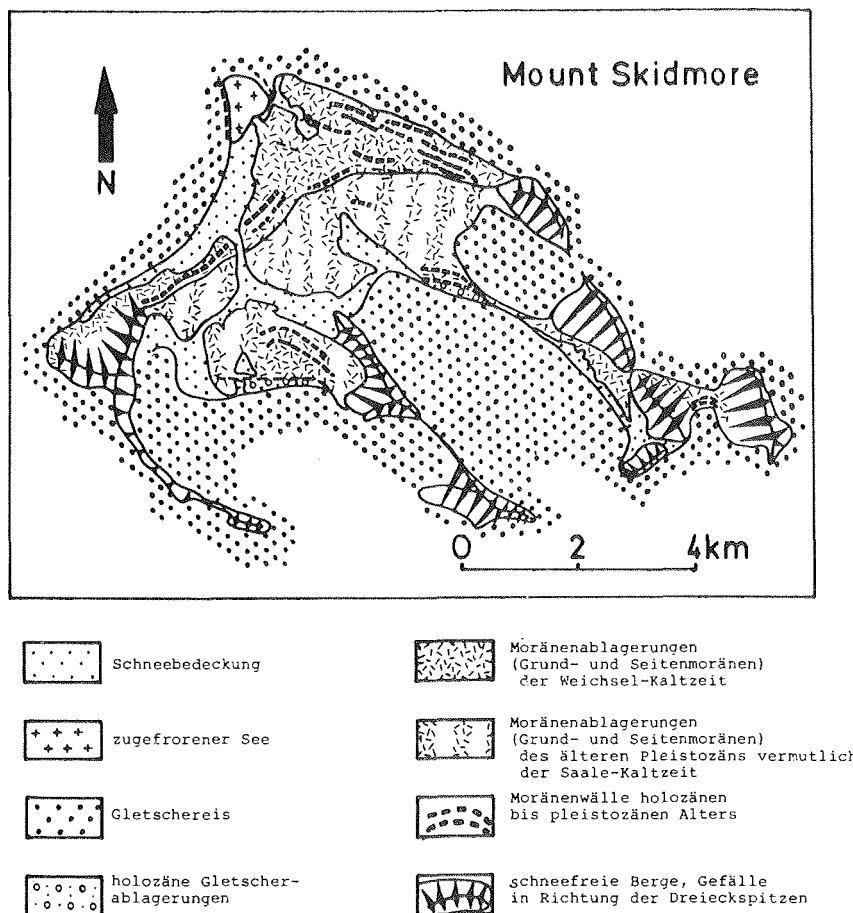


Abb. 53: Das Mt. Skidmore-Gebiet am Rande des Slessor-Gletschers im Nordwesten der Shackleton Range.

Fig. 53: Mt. Skidmore near the Slessor Glacier, northwestern Shackleton Range.



Am Mt. Skidmore konnte in den unteren Hangbereichen und auf den Talböden ebenfalls Moränenmaterial nachgewiesen werden (Abb. 53). Der Schluffgehalt ist gegenüber der Provender Moräne niedriger und auch von ihrem Verwitterungszustand her lassen sie sich nur z.T. vergleichen. Zwischen dem Rand des Slessor-Gletschers (bei etwa 250 m NN) bis etwa 450 m NN entspricht die Verwitterung sehr genau der des Provender Materials. Oberhalb 450 m ist sie jedoch deutlich stärker und ist in dieser Intensität bis in 650 m Höhe über NN nachweisbar.

Die am Mt. Provender und Skidmore gefundenen erratischen Geschiebe stammen mit größter Wahrscheinlichkeit aus der Shackleton Range. Südliche Gesteine, wie sie auf Stephenson Bastion gefunden wurden, kamen nicht vor.

Vom Verwitterungsgrad her sind sowohl die Provender Moräne als auch die vom Mt. Skidmore, so weit sie unterhalb von 450 m vorkommen, mit der wechselzeitlichen "Young Drift" (DENTON & HUGHES 1981) vergleichbar, die von CHINN et al. (1988) im Küstenbereich des Nord-Victoria-Landes bearbeitet wurde.

Die Ablagerung der Moräne am Mt. Provender war nur möglich bei einem Anschwellen der Eismächtigkeit des Slessor-Gletschers um etwa 350 m. Solche Beträge konnten in jüngerer geologischer Vergangenheit nur am Höhepunkt der Weichsel-Kaltzeit erreicht werden, als aufgrund einer Meeresspiegelabsenkung bis zu 150 m die Schelfeismassen auf dem Meeresboden aufsetzten. Wie der Ross-Eisschelf (DENTON & HUGHES 1981) so dürfte auch der Filchner-Ronne-Eisschelf eine kräftige Zunahme erfahren haben. Da der Filchner-Eisschelf unmittelbar westlich liegt, würde sich sein Anschwellen mit Sicherheit auf das Provender Gebiet und mit geringerer Höhe auch auf das Skidmore-Areal 20 km weiter östlich auswirken. Eine Mächtigkeitszunahme des Schelfeises um 350 m wäre vergleichbar mit der des Ross-Eisschelfes am Höhepunkt der Weichsel-Kaltzeit im Küstenbereich des Victoria-Landes (CHINN et al., 1988).

Während der älteren pleistozänen Kaltzeiten waren wesentlich größere Eismassen auf dem Festland gebunden, so daß auch die Meeresspiegelabsenkung größer gewesen sein muß. Dementsprechend muß auch das Anschwellen der Schelfeismächtigkeit größer gewesen sein. Die stark verwitterten Moränen oberhalb 450 m über NN am Mt. Skidmore, erratische Geschiebefunde 300 m über der Eisoberfläche am Mt. Gass und von NE nach SW verlaufende Kritzen 400 m über der heutigen Eisoberfläche am Mt. Lowe, sind Belege für einen stärkeren Rückstau des Slessor-Gletschers und seiner Zuflüsse in einer älteren Kaltzeit, wahrscheinlich während der Saale-Kaltzeit.

Zur Frage der älteren holozänen Gletscherbewegungen konnten nur im Mt. Skidmore-Gebiet Untersuchungen durchgeführt werden. Dort wurde im schnee- und eisfreien Vorland von drei Lokalgletschern sehr gering verwittertes und frisches Moränenmaterial vorgefunden. Es bedeckt vom Gletscherrand aus ein 100 bis 300 m breites, bogenförmig begrenztes Gelände (Abb. 53). Zum Teil bedecken die jungen Moränen ältere weichselzeitliche Moränen (Abb. 53 bei Punkt 650 m). Wahrscheinlich handelt es sich um die Ablage-

rungen holozäner Gletschervorstöße, über deren zeitliche Einstufung jedoch keine Aussagen möglich waren. Die gleichen Lokalgletscher haben unmittelbar vor ihren randlichen Kliffs ein bis drei Endmoränenwälle ausgebildet, die zwischen ein und fünf Meter Höhe erreichten. Da noch keine Verwitterungseinflüsse feststellbar waren, müssen sie subrezent angelegt worden sein.

In den Read-Mountains wurde an mehreren Stellen bewegungslos gewordenes Gletschereis (Toteis) festgestellt, das schon seit längerer Zeit von der Eiszufuhr abgeschnitten war. Außerdem konnten Gesteinsoberflächen gefunden werden, die erst vor kurzem eisfrei geworden sind und daher noch unverwittert und ohne Strukturierung waren. Zumindest die kleineren Gletscher der Shackleton Range gehen z.Z. leicht zurück.

### 3.7.9 Festpunktbestimmung in der Shackleton Range (H.-M. Braun)

In den Jahren um 1970 führte der British Antarctic Survey in der Shackleton Range eine terrestrische Festpunktvermessung durch, die Eingang in die heute zur Verfügung stehenden Kartenwerke fand. In diesem Festpunktnetz sind jedoch folgende Parameter unsicher:

- die absolute Lage (Ungenauigkeit ca. 1 km)
- die Orientierung (Lage zur Nordrichtung)
- der Maßstab

Darüber hinaus liegt bisher lediglich eine einzige Festpunktbestimmung durch Satellitenempfänger auf Lewis Chain in der mittleren Shackleton Range vor. Im Auftrag des Instituts für angewandte Geodäsie (IfAG) in Frankfurt führte der Autor während der Expedition weitere Messungen mit einem Satellitenempfänger durch. Mit ihrer Hilfe soll zum einen die terrestrische Vermessung korrigiert werden, zum anderen soll eine verbesserte Grundlage für zukünftige Kartenwerke unter Auswertung des Materials, das während einer Befliegung im Januar 1986 gewonnen wurde, geschaffen werden.

Da von vornherein nicht bekannt war, welche Punkte für die Expedition erreichbar sein würden, erstellte das IfAG eine Liste möglicher Meßlokalitäten, die jeweils eine Prioritätsstufe zugeteilt bekamen. Die Auswahl der Punkte und ihre Gewichtung erfolgte dabei nach den Kriterien:

- Festpunkt der englischen terrestrischen Vermessung (obligatorisch),
- gute Erkennbarkeit des Punktes im Luftbild,
- gute Erkennbarkeit des Punktes im Gelände (Markierung durch Steinmann, Stange, etc.),
- gute Zugänglichkeit.

Ferner war eine möglichst breite Streuung der Punkte über die gesamte Shackleton Range erwünscht; insbesondere sollten nach Möglichkeit vor allem im äußersten Westen und Osten Messungen erfolgen.

Die Festpunktbestimmung wurde mit einem Gerät des Typs "Magnavox MX 1502" durchgeführt. Die Stromversorgung erfolgte aus Batterien (12V/80Ah), die jeweils im Basislager aufgeladen wurden. Die bei dieser Expedition zur Pufferung der Batterien vorgesehenen Solargeneratoren bewährten sich aufgrund ihrer mangelnden Leistung nicht, sie wurden später nicht mehr installiert. Die Lebensdauer der Batterien betrug unter den gegebenen Bedingungen (insbesondere der Kälte) etwa 24 Stunden. Während der Anfahrt der Expedition auf FS "Polarstern" und im Basislager bei Halley wurden erfolgreich kürzere Testläufe durchgeführt.

Tabelle 7: Zusammenstellung der Koordinaten und Bezeichnungen der vermessenen Festpunkte in der Shackleton Range.

Table 7: Geodetic reference points in the Shackleton Range

Punkt 1

Geographischer Name	Stratchey Stump
Bereich	östliche Read Mountains
britische Bezeichnung	"N2"
Breite	80°40'09"S
Länge	23°10'40"W
Höhe über NN	1635 m

Punkt 2

Geographischer Name	Dragon's Back
Bereich	mittlerer Stratton Glacier
britische Bezeichnung	"L1 south"
Breite	80°22'50"S
Länge	28°32'57"W
Höhe über NN	1019 m

Punkt 3

Geographischer Name	Wedge Ridge
Bereich	oberer Blaiklock Glacier
britische Bezeichnung	"Fox"
Breite	80°38'24"S
Länge	29°03'18"W
Höhe über NN	1333 m

Punkt 4

Geographischer Name	Mount Greenfield
Bereich	Stephenson Bastion
britische Bezeichnung	keine
Breite	80°45'24"S
Länge	27°37'09"W
Höhe über NN	1485 m

Während der Geländesaison konnten Messungen an vier vorgesehenen Lokalitäten vorgenommen werden. Dabei war bis auf eine Ausnahme eine Hubschrauberlandung in unmittelbarer Nähe möglich, was den Gerätetransport und eventuelle Zwischenkontrollen während der Betriebszeit wesentlich erleichterte. Die typische Standzeit im Gelände betrug etwa einen Tag (entsprechend etwa 30 bis 40 ausgewerteten Satellitendurchgängen), längere

Verweilzeiten mit dann erforderlichen Kassetten- und Batteriewechsels waren wegen der Beschränkung der zur Verfügung stehenden Hubschrauberzeit selten möglich. Ferner kam es mehrfach zu Ausfällen der Energieversorgung, da wegen Schlechtwetter mehrfach kein rechtzeitiger Anflug mit dem Hubschrauber möglich war. Für die Standortbestimmungen wurden die Signale aller 6 zur Zeit in Betrieb befindlichen Satelliten aufgezeichnet und ausgewertet.

Es muß betont werden, daß es sich bei den in Tabelle 7 angeführten geographischen Koordinaten um im Gelände abgelesene Rohdaten handelt. Vor Ermittlung der exakten Positionen ist eine umfangreiche Nachbereitung der aufgezeichneten Daten erforderlich.

### 3.7.10 Literatur

- CHINN, T., WHITEHOUSE, I. & HOEFLE, H. (1988): The glaciers of Terra Nova Bay. - Geol. Jb. (im Druck).
- CLARKSON, P.D. (1972): Geology of the Shackleton Range: a preliminary report. - Brit. Antarc. Surv. Bull. 31, 1-15.
- CLARKSON, P.D. (1982): Geology of the Shackleton Range. I. The Shackleton Range Metamorphic Complex. - Brit. Antarc. Surv. Bull. 51: 257 - 283.
- CLARKSON, P.D. (1983): Geology of the Shackleton Range. II. The Turnpike Bluff Group. - Brit. Antarc. Surv. Bull. 52: 109 - 124.
- CLARKSON, P.D. (1984): Geology of the Shackleton Range. IV. The Dolerite Dykes. - Brit. Antarc. Surv. Bull. 53: 201 - 212.
- DENTON, G. & HUGHES, T. (1981): The last great ice sheets. - Univ. of Maine at Orono: 484 p., 27 maps; New York (Wiley & Sons).
- GREW, E.S. & HALPERN, M. (1979): Rubidium-Strontium dates from the Shackleton Range Metamorphic Complex in the Mount Provender area, Shackleton Range, Antarctica. - J. Geol. 87: 325 - 332.
- HOFMANN, J. (1980): Zum strukturgeologischen Bau am Westrand der ostantarktischen Tafel. - Z. geol. Wiss. 8: 425 - 437.
- HOFMANN, J., KAISER, G. & KLEMM, W. (1980): K/Ar-Alter von Doleriten und Metamorphiten der Shackleton Range und der Whichaway-Nunataks, Ost- und Südostumrandung des Filchner-Eisschelfs (Antarktis). - Z. geol. Wiss. 8: 1227 - 1232.
- HOFMANN, J. (1982): Tektonischen Untersuchungen in den Herbert Mountains (Shackleton Range, Antarktika). - Freiburger Forsch.-H., C371: 9 - 40.
- HOFMANN, J. & PAECH, H.J. (1983): Tectonics and relationships between structural stages in the Precambrian of the Shackleton Range, western margin of the East Antarctic craton. - In: Oliver, R.L., James, P.R. & Jago, J.B. (Eds.): Antarctic Earth Science, Canberra (Austral. Acad. Sci.): 183 - 189.
- HOFMANN, J., PILOT, J. & SCHLICHTING, M. (1981): Das Rb/Sr-Alter von Metamorphiten der Herbert Mountains, Shackleton Range, Antarktika. - Z. geol. Wiss. 9: 835 - 842.
- MARSH, P.D. (1983a): The Late Precambrian and Early Paleozoic history of the Shackleton Range, Coats Land. - In: Oliver, R.L., James, P.R. & Jago, J.B. (Eds.): Antarctic Earth Science, Canberra (Austral. Acad. Sci.): 190 - 193.

- MARSH, P.D. (1983b): The stratigraphy and structure of the metamorphic rocks of the Haskard Highlands and Otter Highlands of the Shackleton Range. - Brit. Antarct. Surv. Bull. 60: 23 - 43.
- PAECH, H.J. (1985): Tectonic structures of the crystalline basement in the Shackleton Range, Antarctica. - Z. geol. Wiss. 13: 309 - 319.
- PANKHURST, R.J., MARSH, P.D., CLARKSON, P.D. (1983): A geochronological investigation of the Shackleton Range. - In: Oliver, R.L., James, P.R., Jago, J.B. (Eds.), Antarctic Earth Science, Canberra (Austral. Acad. Sci.): 176 - 182
- REX, D.C. (1972): K-Ar age determinations on volcanic and associated rocks from the Antarctic Peninsula and Dronning Maud Land. - In: Adie, R.J. (Ed.), Antarctic geology and geophysics: 133-136, Univ.-Forl., Oslo.
- STEPHENSON, P.J. (1966): Geology 1. Theron Mountains, Shackleton Range and Whichaway Nunatak. - Sci. Rep. Transantarct. Exped. 8: 1-79, London.
- STUIVER, M. & BRAZIUNAS, Th.F. (1985): Compilation of Isotopic Dates from Antarctica. - Radiocarbon Vol. 27, Nr. 2A.

3.8 Erhöhung glazial-geodätischer Meßpunkte auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis und Inspektion der Filchner Sommerstation (K.-H. Bässler, H. Rappel)

Nach Versorgung des Basislagers in der Shackleton Range wurden die 1985/86 angelegten und erstmalig beobachteten Deformationsfiguren 131 (76°59'S, 54°45'W), 231 (77°42'S, 57°23'W) und 330 (78°03'S, 58°44'W) auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis mit "Polar-2" angefliegen und die Balisen verlängert, da die Gefahr bestand, daß sie sonst wegen starker Schnee-Akkumulation verlorengehen könnten.

Am 26.1. landete "Polar-2" mit 2 Piloten, 2 Flugtechnikern und 2 Ingenieuren sicher an der Filchnerstation (77°09'S, 50°38'W). Infolge aufziehenden "white-out" an der Station konnte keine weitere Befliegung stattfinden. Die Zeit wurde genutzt, um das mittlerweile 1,5 m unter der Schneeoberfläche liegende Treibstoffdepot mit 52 Faß JetA-1 an die Oberfläche zu schaffen. 10 Fässer Arktik-Diesel wurden auf die Stationsplattform für eine sofortige Inbetriebnahme der Stationsdiesel gestellt. Gegen Mittag des 27.1. konnten die 6 Balisenpunkte der Deformationsfigur 131 um jeweils 3 m verlängert werden. Die Deformationsfigur 231 wurde gegen 19 Uhr auf dem Wetterradar ausgemacht, jedoch war eine Landung wegen "white-out" nicht mehr möglich. Am 28.1. gelang es dann, die Balisen der Deformationsfiguren 231 und 330 um jeweils 3 m zu verlängern. Der Rückflug von "Polar-2" zum GEISHA-Lager bei Halley fand am 29.1. statt. Während des Zeitraumes 26.1. - 29.1. stand "Polar-4" im GEISHA-Lager bereit, um auf Anforderung in die Shackleton Range zu fliegen.

Die Filchnerstation mit ihren Betriebseinrichtungen ist voll funktionsfähig. Vor und hinter der Station befinden sich in einem Abstand von 50-100 m 3 m hohe Sastrugies. Unter der Station war kein nennenswerter Schneezutrag zu erkennen. Beide Biwakschachteln waren bis zum Dach eingeweht.

### 3.9 Stations- und Profilliste

Profil bzw. Station Nr. 12/	AWI Nr.	Datum	Zeit (GMT) Start Ende	Position Lat.	Start Ende Lon.	Wassertiefe korrigiert* (m) Start Ende	Geraet, Bemerkungen (E=Eindringtiefe/ G=Gewinn)
240	-	23.12.87 24.12.87	8:30 20:15	58 31'S 61 39'S	35 30'W 44 14'W	4125 460	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
241	-	24.12.87 25.12.87	20:15 11:00	61 39'S 63 48'S	44 14'W 42 34'W	460 4538	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
242	1572-1 1572-2	25.12.87	12:10 15:20	63 48'S 63 47'S	42 32'W 42 28'W	4521 4540	GKG (G 59cm) SL 10m (E 10m/G 6.5m)
243	-	25.12.87	16:15 18:42	63 47'S 63 27'S	42 28'W 42 51'W	4550 4017	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
244	1573-1 1573-2	25.12.87	19:27 21:18	63 27'S 63 27'S	42 50'W 42 49'W	4005 3993	SL 10m (E 10.6m/G 7.6m) GKG (G 41cm)
245	-	25.12.87 26.12.87	22:15 1:49	63 27'S 63 27'S	42 48'W 43 47'S	3987 3805	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
246	-	26.12.87	1:49 4:38	63 27'S 63 11'S	43 47'S 43 3'S	3008 3733	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
247	1574-1 1574-2	26.12.87	7:01 9:18	63 12'S 63 12'S	43 2'S 43 0'S	3720 3708	GKG (G 43cm) SL 10m (E 10.5m/G 7.4m)
-	-	26.12.87	10:00 12:32	63 12'S 62 51'S	42 59'W 43 20'W	3704 3457	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
248	1575-1 1575-2	26.12.87	13:05 14:42	62 51'S 62 51'S	43 20'W 43 20'W	3461 3455	SL 10m (E 10.7m/G 8.5m) GKG (G 42cm)
249	-	26.12.87	15:34 19:14	62 52'S 62 19'S	43 20'W 43 46'W	3464 1137	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
250	1576-1 1576-2	26.12.87	19:35 20:48	62 19'S 62 19'S	43 45'W 43 45'W	1122 1110	GKG (G 42cm) SL 10m (E 1.5m/G 1.3)
251	-	26.12.87	21:10 23:09	62 19'S 61 57'S	43 46'W 44 1'W	1134 848	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
252	1577-1 1577-2	26.12.87 27.12.87	23:28 0:12	61 56'S 61 56'S	44 0'W 44 1'W	845 842	SL 5m (E 5.5m/G 4.8m) GKG (G 42cm)
253	-	27.12.87	1:15 8:06	61 56'S 62 1'S	43 52'W 41 31'W	909 2424	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
254	-	27.12.87 30.12.87	8:12 13:50	62 0'S 65 18'S	41 31'W 15 58'W	2446 5046	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
255	-	30.12.87	14:03 17:19	65 20'S 65 48'S	16 0'W 15 24'W	5049 5027	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
256	-	30.12.87 31.12.87	17:20 21:54	65 48'S 70 25'S	15 24'W 8 14'W	5028 1885	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
257	-	03.01.88 04.01.88	17:12 2:51	70 29'S 71 8'S	8 20'W 12 10'W	324 569	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS

258	-	04.01.88	7:43	71 8'S	12 11'W	630	Verankerung ausgebracht KN 1
259	-	04.01.88	7:55	71 8'S	12 11'W	491	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		05.01.88	15:00	75 28'S	26 59'W	230	
260	1578-1	07.01.88	17:12	75 10'S	27 22'W	345	GKG (G 14cm)
	1578-2		17:46	75 10'S	27 21'W	339	SL 5m (E 0m/G 0m)
261	-	07.01.88	18:02	75 9'S	27 20'W	347	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			23:52	74 0'S	25 20'W	2519	
262	-	07.01.88	23:52	74 0'S	25 20'W	2519	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		08.01.88	11:11	72 55'S	19 47'W	442	
263	-	08.01.88	12:20	72 55'S	19 48'W	592	UWE
264	-	08.01.88	14:50	72 53'S	19 37'W	457	Aufnahme Verankerung AWI 201-2
265	-	08.01.88	17:13	72 50'S	19 25'W	510	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		09.01.88	8:26	71 9'S	12 13'W	324	
266	-	09.01.88	8:50	71 9'S	12 9'W	332	AGT
	1579-1		9:57	71 9'S	12 7'W	331	MG (G 24cm)
	1579-2		10:37	71 9'S	12 7'W	329	MUC (G 5cm)
267	-	09.01.88	11:00	71 9'S	12 2'W	371	3.5 kHz, NBS
			17:32	70 30'S	8 26'W	239	
268	-	09.01.88	18:16	70 29'S	8 25'W	312	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
		11.01.88	7:55	66 4'S	0 47'W	4367	NBS
269	1580-1	11.01.88	9:39	66 4'S	0 50'W	4291	KOL 15m (E 15m/G 7.2m)
270	-	11.01.88	11:06	66 4'S	0 50'W	4344	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			13:23	65 53'S	0 13'W	3841	
271	1581-1	11.01.88	14:59	65 53'S	0 13'W	3842	KOL 15m (E 13.4m/G 10.1m)
	1581-2		17:27	65 53'S	0 13'W	3840	GKG (G 50cm)
272	-	11.01.88	18:27	65 53'S	0 14'W	3848	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			20:20	65 42'S	0 17'E	3458	
273	1582-1	11.01.88	21:15	65 43'S	0 16'E	3474	GKG (G 46cm)
274	-	11.01.88	22:23	65 43'S	0 20'E	3397	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		12.01.88	1:20	66 0'S	0 31'W	4081	
275	-	12.01.88	1:44	65 58'S	0 36'W	4090	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			5:19	65 41'S	0 15'E	3204	
276	1582-2	12.01.88	7:26	65 43'S	0 20'E	3364	KOL 15m (E 15.5m/G 13.2m)
277	-	12.01.88	8:37	65 43'S	0 20'E	3395	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			9:53	65 33'S	0 35'E	3223	
278	1583-1	12.01.88	11:30	65 33'S	0 37'E	3191	KOL 15m (E 1m/G 0.6m)
279	-	12.01.88	12:46	65 33'S	0 39'E	3179	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			15:38	65 10'S	1 12'E	2908	
280	1584-1	12.01.88	16:50	65 9'S	1 12'E	2938	KOL 15m (E 5m/G 3.7m)
	1584-2		19:22	65 8'S	1 14'E	2976	GKG (G 25cm)
	1584-3		21:15	65 8'S	1 15'E	3005	MUC (G 32cm)

281	-	12.01.88	22:10	65 8'S	1 14'E	3020	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		13.01.88	4:13	64 31'S	3 6'E	2080	
282	-	13.01.88	4:26	64 32'S	3 7'E	2080	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			4:50	64 34'S	3 2'E	2140	
283	-	13.01.88	5:09	64 32'S	2 59'E	2089	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			5:29	64 30'S	3 5'E	2140	
284	1585-1	13.01.88	6:38	64 31'S	3 7'E	2079	GKG (G 38cm)
	1585-2		8:28	64 31'S	3 7'E	2077	KOL 15m (E 3.5m/G 3.1m)
	1585-3		11:36	64 31'S	3 5'E	2075	KOL 15m (E 7.0m/G 6.8m)
285	-	13.01.88	13:59	64 32'S	3 1'E	2097	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
		14.01.88	6:27	64 55'S	2 32'W	5025	NBS
286	-	14.01.88	6:34	64 55'S	2 32'W	5021	Aufnahme Verankerung WS 2
	1586-1		11:05	64 55'S	2 32'W	5020	GKG leer
	-		16:16	64 53'S	2 34'W	5029	Ausbringen Verankerung WS 3
287	1586-2	14.01.88	18:16	64 51'S	2 35'W	5038	GKG (G 29cm)
	1586-3		21:50	64 52'S	2 37'W	5034	CTD
288	-	14.01.88	23:20	64 53'S	2 39'W	5032	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
		15.01.88	12:46	66 50'S	4 13'W	4706	NBS
289	1587-1	15.01.88	14:03	66 50'S	4 13'W	4707	GKG (G 52cm)
	1587-2		17:21	66 51'S	4 10'W	4698	KOL 15m (E 3.4m/G 3.3m)
290	-	15.01.88	19:11	66 50'S	4 11'W	4685	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		16.01.88	6:05	68 32'S	5 46'W	3471	
291	1588-1	16.01.88	6:52	68 32'S	5 48'W	3459	SL 10m (E 7.5m/G 6.9m)
	1588-2		8:50	68 32'S	5 47'W	3360	GKG (G 5cm)
	1588-3		10:52	68 32'S	5 46'W	3471	GKG (G 60cm)
292	-	16.01.88	11:52	68 32'S	5 45'W	3476	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			12:48	68 23'S	5 37'W	4417	
293	-	16.01.88	13:03	68 23'S	5 38'W	4427	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			14:02	68 32'S	5 46'W	3179	
294	-	16.01.88	14:02	68 32'S	5 46'W	3179	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			14:54	68 36'S	6 7'W	2872	
295	-	16.01.88	14:54	68 36'S	6 7'W	2872	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		17.01.88	2:29	70 20'S	8 0'W	1019	
296	-	17.01.88	2:29	70 20'S	8 0'W	1019	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			2:57	70 22'S	8 8'W	769	
297	-	17.01.88	10:26	70 26'S	8 18'W	486	Aufnahme Verankerung AWI 202-1
298	-	17.01.88	19:45	70 49'S	10 47'W	464	AGT
	1589-1		20:46	70 50'S	10 51'W	434	MG (G 10cm)
	-		21:35	70 50'S	10 52'W	408	UWE
299	-	17.01.88	21:48	70 50'S	10 52'W	410	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		18.01.88	5:50	70 35'S	14 22'W	3386	
300	1590-1	18.01.88	6:57	70 35'S	14 23'W	3453	GKG (G 47cm)
	1590-2		9:01	70 35'S	14 22'W	3428	SL 10m (BS)
			11:36	71 6'S	12 21'W	544	
307	-	19.01.88	13:03	71 8'S	12 21'W	560	Bio-Multipoden ausgesetzt
	-		14:20	71 9'S	12 18'W	420	UWE
308	1594-1	19.01.88	16:53	71 14'S	12 59'W	190	MG (G 12cm)



-	-	18:10	71 15'S	13 0'W	198	UWE
309	-	19.01.88 19:16 20.01.88 15:53	71 16'S 73 31'S	13 0'W 22 40'W	209 1153	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
310	1595-1 1595-2	20.01.88 16:16 17:10	73 31'S 73 31'S	22 42'W 22 43'W	1177 1185	SL 10m (E 5.0m/G 3.9m) GKG (G 36cm)
311	-	20.01.88 17:40 21.01.88 2:17	73 31'S 74 14'S	22 44'W 26 16'W	1167 2470	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
312	1596-1 1596-2 1596-3 1596-4	21.01.88 6:43 8:16 9:30 10:51	74 14'S 74 15'S 74 15'S 74 16'S	26 16'W 26 17'W 26 19'W 26 20'W	2467 2494 2491 2507	GKG (G 45cm) MUC (G 35cm) SL 10m (E 3.0m/G 1.8m) SL 5m (E 5.0m/G 2.8m)
313	-	21.01.88 11:25 13:24	74 15'S 74 32'S	26 21'W 26 38'W	2552 498	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
314	- - - 1597-1	21.01.88 14:40 16:30 17:31 17:54	74 32'S 74 32'S 74 31'S 74 31'S	26 38'W 26 35'W 26 33'W 26 33'W	470 464 461 461	UWE AGT MG nicht ausgel. MG (G 24cm)
315	-	21.01.88 18:23 20:29	74 31'S 74 15'S	26 35'W 27 21'W	464 2439	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
316	1598-1 1598-2	21.01.88 21:13 22:38	74 14'S 74 14'S	27 18'W 27 20'W	2438 2443	SL 10m (E 15.5m/G 4.5m) GKG (G 45cm)
317	-	21.01.88 23:25 22.01.88 3:32	74 14'S 73 43'S	27 23'W 28 44'W	2448 2846	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
318	-	22.01.88 4:23 7:36	73 41'S 74 4'S	28 37'W 27 39'W	2865 2507	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
319	1599-1 1599-2 1599-3	22.01.88 8:27 10:00 11:09	74 4'S 74 4'S 74 4'S	27 41'W 27 43'W 27 42'W	2482 2482 2487	GKG (G 49cm) MUC (G 35cm) SL 10m (E 13.3m/G 11.3m)
320	-	22.01.88 11:53 12:58	74 3'S 74 11'S	27 39'W 27 24'W	2536 2524	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
321	1600-1 1600-2	22.01.88 13:39 15:00	74 11'S 74 11'S	27 25'W 27 27'W	2515 2512	SL 10m (E 7.3m/G 4.8m) GKG (G 45cm)
322	-	22.01.88 16:03 18:55	74 10'S 74 30'S	27 23'W 26 28'W	2533 499	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
323	- 1601-1	22.01.88 19:45 20:46	74 30'S 74 31'S	26 22'W 26 21'W	482 512	AGT MG (G 5cm)
324	-	22.01.88 21:24 23.01.88 3:34	74 30'S 73 41'S	26 26'W 28 35'W	610 2877	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
325	1602-1 1602-2	23.01.88 6:45 8:16	73 43'S 73 43'S	28 42'W 28 42'W	2813 2816	GKG (G 50cm) SL 10m (E 10m/G 8.8m)
326	-	23.01.88 9:41 12:42	73 41'S 74 7'S	28 31'W 27 51'W	2904 2444	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
-	-	23.01.88 13:54 14:58	74 7'S 74 1'S	27 50'W 27 51'W	2410 2548	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
327	1603-1 1603-2	23.01.88 15:27 16:44	74 0'S 74 0'S	27 50'W 27 50'W	2541 2555	SL 10m (E 7.9m/G 4.1m) GKG (G 49cm)

328	-	23.01.88	17:32 21:40	74 0'S 74 29'S	27 48'W 26 23'W	2556 2472	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
329	-	23.01.88	21:50 22:18	74 29'S 74 32'S	26 24'W 26 38'W	729 546	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
330	-	23.01.88 24.01.88	22:30 5:21	74 32'S 73 43'S	26 37'W 28 47'W	509 2845	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
331	-	24.01.88	5:46 12:24	73 44'S 74 32'S	28 50'W 26 40'W	2844 551	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
332	-	24.01.88	14:05	74 30'S	26 26'W	463	UWE
333	- 1604-1 -	24.01.88	17:10 18:17 19:40	74 39'S 74 39'S 74 39'S	26 58'W 26 56'W 26 57'W	434 408 411	AGT MG (G 33cm) UWE
334	-	24.01.88 25.01.88	21:35 3:45	74 33'S 73 44'S	26 44'W 28 52'W	629 2800	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
335	-	25.01.88	3:45 9:05	73 44'S 74 4'S	28 52'W 31 46'W	2800 1650	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
336	1605-1 1605-2 1605-3	25.01.88	9:33 10:26 11:20	74 4'S 74 3'S 74 3'S	31 47'W 31 46'W 31 45'W	1657 1671 1674	SL 10m (E 7.9/G 4.4) MUC (G 20cm) GKG (G 48cm)
337	-	25.01.88	12:12 16:00	74 3'S 73 30'S	31 50'W 34 2'W	1722 2937	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
338	1606-1 1606-2 1606-3	25.01.88	16:49 18:25 19:37	73 30'S 73 30'S 73 30'S	34 0'W 34 2'W 34 2'W	2933 2932 2943	GKG (G 47cm) MUC (G 30cm) SL 10m (E 4.7m/G 4.2m)
339	-	25.01.88 26.01.88	20:22 4:21	73 30'S 74 5'S	34 3'W 33 39'W	2935 1644	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
340	1607-1 1607-2 1607-3	26.01.88	6:29 7:33 8:21	74 6'S 74 6'S 74 6'S	33 41'W 33 40'W 33 39'W	1610 1598 1582	GKG (G 46cm) MUC (G 30cm) SL 5m (E 5.6m/G 3.6m)
341	-	26.01.88	8:43 12:12	74 6'S 74 38'S	33 39'W 34 0'W	1582 547	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
342	- 1608-1 -	26.01.88	12:45 13:49 14:40	74 39'S 74 39'S 74 40'S	34 0'W 34 2'W 34 4'W	548 545 546	AGT MG (G 18cm) UWE
343	-	26.01.88 27.01.88	15:30 0:10	74 39'S 74 40'S	34 8'W 38 8'W	544 423	3.5 kHz, NBS
344	- 1609-1 1609-2 1609-3	27.01.88	6:18 6:55 7:23 8:02	74 41'S 74 41'S 74 41'S 74 41'S	38 15'W 38 15'W 38 15'W 38 15'W	422 423 423 420	MG GKG leer GKG (G 45cm) SL 5m (E 4.2m/G 2.9m)
345	-	27.01.88	8:38 11:00	74 41'S 74 40'S	38 11'W 37 3'W	419 373	3.5 kHz, NBS

346	1610-1	27.01.88	11:15	74 40'S	37 2'W	367	SL 5m (E 0m/G 0m)
	1610-2		11:37	74 40'S	37 1'W	367	SL 5m (E 1.2m/G 0.7m)
	1610-3		12:00	74 40'S	37 1'W	371	GKG (G 10cm)
	-		12:37	74 40'S	37 1'W	367	MG nicht ausgel.
	-		13:45	74 40'S	37 0'W	367	AGT
	1610-4		14:37	74 39'S	37 0'W	369	MG (G 5cm)
347	-	27.01.88	14:54	74 39'S	37 0'W	371	3.5 kHz, NBS
			17:49	74 37'S	36 0'W	421	
348	-	27.01.88	18:00	74 37'S	36 1'W	420	MG
	1611-1		18:26	74 37'S	36 2'W	419	GKG (G 37cm)
	1611-2		19:04	74 37'S	36 4'W	420	SL 5m (E 0m/G 0m)
	1611-3		19:39	74 37'S	36 5'W	418	SL 3m (E 3m/G 1.4m)
	1611-4		20:07	74 37'S	36 6'W	422	MUC (G 30cm)
349	-	27.01.88	20:25	74 36'S	36 6'W	419	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			22:47	74 25'S	36 59'W	840	
350	1612-1	28.01.88	6:17	74 24'S	37 1'W	815	GKG (G 28cm)
	1612-1		7:05	74 25'S	37 2'W	849	SL 5m (E 2.5m/G 1.9m)
351	-	28.01.88	7:30	74 24'S	37 2'W	871	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			9:17	74 17'S	36 37'W	1571	
-	-	28.01.88	9:17	74 17'S	36 37'W	1571	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			10:09	74 15'S	36 41'W	1543	
352	1613-1	28.01.88	10:27	74 15'S	36 41'W	1543	SL 10m (E 9.7m/G 5.5m)
	1613-2		11:21	74 15'S	36 41'W	1541	GKG (G 54cm)
	1613-3		12:15	74 15'S	36 42'W	1542	MUC (G 30cm)
	1613-4		13:11	74 15'S	36 41'W	1542	SL 15m (E 12.2m/G 7.1m)
353	-	28.01.88	13:35	74 15'S	36 41'W	1541	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		29.01.88	2:08	75 17'S	34 45'W	564	
354	1614-1	29.01.88	6:16	75 17'S	34 41'W	557	GKG (G 40cm)
	1614-2		6:54	75 16'S	34 40'W	554	MUC (G 30cm)
	-		7:35	75 16'S	34 40'W	558	MG
	1614-3		8:10	75 16'S	34 39'W	555	SL 5m (E 1.6m/G 1.0m)
	-		9:00	75 16'S	34 39'W	549	FOT
	1614-4		9:54	75 16'S	34 38'W	553	SL 3m (E 2.6m/G 1.7m)
	-		11:30	75 17'S	34 42'W	560	AGT
	-		12:50	75 19'S	34 48'W	556	FOT
355	-	29.01.88	13:17	75 19'S	34 48'W	558	3.5 kHz, NBS
			15:30	75 30'S	36 14'W	481	
356	1615-1	29.01.88	15:49	75 30'S	36 15'W	480	SL 3m (E 2.4m/G 1.4m)
	1615-2		16:15	75 30'S	36 15'W	486	GKG (G 51cm)
357	-	29.01.88	16:28	75 30'S	36 15'W	481	3.5 kHz, NBS
			20:27	76 0'S	38 11'W	477	
358	1616-1	29.01.88	20:37	76 0'S	38 12'W	479	GKG (G 42cm)
	1616-2		21:06	76 0'S	38 12'W	478	SL 3m (E 0m/G 0m)
	1616-3		21:28	76 0'S	38 12'W	477	SL 3m (E 0m/G 0m)
359	-	29.01.88	21:45	76 0'S	38 12'W	475	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		30.01.88	9:49	77 1'S	34 6'W	474	
360	1617-1	30.01.88	10:04	77 1'S	34 5'W	466	SL 3m (E 0m/G 0m)
	1617-2		10:33	77 1'S	34 8'W	518	GKG (G 23cm)
	1617-3		11:03	77 1'S	34 6'W	481	MUC (G 15cm)
	1617-4		11:38	77 1'S	34 2'W	447	GSL 5m (E 0m/G 0m)
361	-	30.01.88	11:53	77 1'S	34 3'W	464	3.5 kHz, NBS
			13:24	77 15'S	34 16'W	417	

362	-	30.01.88	14:30	77 15'S	34 16'W	407	UWE
	-		15:36	77 15'S	34 17'W	402	MG
	-		16:30	77 16'S	34 19'W	407	AGT
363	-	30.01.88	17:03	77 17'S	34 21'W	420	3.5 kHz, NBS
			18:55	77 31'S	35 7'W	424	
364	1618-1	30.01.88	19:14	77 31'S	35 8'W	423	GSL 5m (E 0m/G 0m)
	1618-2		19:39	77 31'S	35 7'W	422	GKG (G 25)
365	-	30.01.88	20:00	77 32'S	35 7'W	437	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
		31.01.88	8:28	78 2'S	39 21'W	1167	NBS
366	1619-1	31.01.88	8:53	78 2'S	39 21'W	1167	GKG (G 46cm)
	1619-2		9:41	78 2'S	39 22'W	1164	MUC nicht ausgel.
	-		10:50	78 2'S	39 24'W	1161	FOT
	1619-3		11:44	78 2'S	39 24'W	1162	GSL 5m (E 1.2m/G 0.5m)
367	-	31.01.88	12:04	78 3'S	39 23'W	1163	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			14:40	78 2'S	37 35'W	1108	
368	1620-1	31.01.88	14:58	78 2'S	37 34'W	1105	GSL 5m (E 3.4m/G 2.7m)
	1620-2		15:40	78 2'S	37 32'W	1094	GKG (G 42cm)
	1620-3		16:26	78 2'S	37 31'W	1091	MUC (G 10cm) nicht ausgel.
	-		18:00	78 2'S	37 27'W	1097	FOT
369	-	31.01.88	22:16	78 3'S	37 30'W	1095	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		01.02.88	1:06	78 4'S	39 25'W	1165	
370	-	01.02.88	1:18	78 5'S	39 25'W	1169	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			4:05	78 4'S	39 27'W	1097	
371	-	01.02.88	4:05	78 4'S	39 27'W	1097	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			5:37	78 5'S	36 24'W	506	
372	1621-1	01.02.88	6:43	78 6'S	36 26'W	531	AGT
	-		8:00	78 6'S	36 28'W	557	MG
	-		8:45	78 6'S	36 27'W	561	FOT
	-		10:45	78 5'S	36 23'W	511	UWE
	1621-2		11:33	78 5'S	36 24'W	510	GKG (G 29cm)
373	-	01.02.88	12:00	78 6'S	36 25'W	585	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			14:18	78 15'S	37 48'W	1107	
374	1622-1	01.02.88	14:43	78 15'S	37 48'W	1104	GKG
	1622-2		15:36	78 15'S	37 46'W	1097	MUC (G 35cm)
	1622-3		16:19	78 14'S	37 44'W	1103	GSL 5m (E 4.7m/G 3.8m)
	-		16:10	78 14'S	37 43'W	1107	FOT
375	-	01.02.88	17:52	78 13'S	37 43'W	1102	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			20:30	78 15'S	39 27'W	1211	
376	1623-1	01.02.88	20:47	78 15'S	39 27'W	1211	GSL 5m (E 3.2m/G 2.4m)
	1623-2		21:32	78 16'S	39 26'W	1216	GKG (G 54cm)
	-		23:00	78 16'S	39 25'W	1218	FOT
377	-	01.02.88	23:40	78 16'S	39 25'W	1216	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		02.02.88	5:40	78 12'S	36 55'W	803	

378	1624-1	02.02.88	6:21	78 12'S	36 54'W	804	MG (G 36cm)
	-		7:15	78 13'S	36 55'W	817	FOT
	1624-2		8:50	78 12'S	36 54'W	814	AGT
379	-	02.02.88	10:00	78 12'S	36 53'W	795	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			12:56	77 51'S	38 3'W	1169	
380	1625-1	02.02.88	13:20	77 51'S	38 3'W	1170	GKG (G 44cm)
	1625-2		14:09	77 51'S	38 3'W	1178	MUC (G 10cm) nicht ausgel.
	1625-3		14:50	77 51'S	38 3'W	1169	GSL 5m (E 3.1m/G 2.6m)
	-		15:45	77 50'S	38 3'W	1170	FOT
381	-	02.02.88	16:24	77 49'S	38 3'W	1181	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
		03.02.88	10:58	75 17'S	33 6'W	605	NBS
382	1626-1	03.02.88	11:19	75 17'S	33 6'W	603	GKG (G 49cm)
	1626-2		11:47	75 17'S	33 6'W	602	GSL 5m (E 3.4m/G 0m)
383	-	03.02.88	12:10	75 17'S	33 4'W	606	3.5 kHz, NBS
			15:50	74 42'S	31 6'W	543	
384	-	03.02.88	16:30	74 41'S	31 2'W	523	AGT
	1627-1		17:39	74 40'S	31 2'W	514	MG (G 13cm)
	-		18:20	74 40'S	31 3'W	518	FOT
385	-	03.02.88	19:00	74 41'S	31 0'W	520	3.5 kHz, NBS
		04.02.88	7:40	75 29'S	27 7'W	243	
386	-	04.02.88	18:52	75 21'S	25 50'W	770	Eiskantenvermessung, NBS
		06.02.88	13:22	71 24'S	14 0'W	296	3.5 kHz, streckenweise SEABEAM
387	1628-1	06.02.88	13:49	71 23'S	13 59'W	308	AGT
	1628-2		14:41	71 23'S	13 57'W	309	MG (G 7cm)
	-		15:45	71 23'S	13 57'W	288	UWE
388	-	06.02.88	18:34	71 14'S	13 42'W	1526	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
			23:28	70 38'S	15 8'W	4432	NBS
389	-	06.02.88	23:36	70 37'S	15 5'W	4355	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		07.02.88	2:18	70 58'S	14 16'W	2200	
390	-	07.02.88	2:26	70 58'S	14 13'W	2163	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			4:23	71 13'S	13 38'W	1326	
391	-	07.02.88	4:31	71 13'S	13 36'W	1290	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			7:05	70 54'S	14 18'W	2207	
392	-	07.02.88	7:14	70 53'S	14 16'W	2203	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			7:55	70 58'S	14 5'W	2136	
393	-	07.02.88	8:40	70 58'S	14 6'W	2133	CTD
394	-	07.02.88	9:29	70 58'S	14 5'W	2156	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			11:25	71 14'S	13 30'W	430	
395	-	07.02.88	11:28	71 14'S	13 31'W	453	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			12:00	71 17'S	13 42'W	416	
396	-	07.02.88	12:30	71 17'S	13 43'W	412	AGT
	1629-1		13:26	71 18'S	13 46'W	427	MG (G 26cm)
	-		14:15	71 18'S	13 48'W	520	FOT
397	-	07.02.88	14:49	71 18'S	13 49'W	616	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			15:57	71 11'S	13 30'W	1336	
398	-	07.02.88	15:57	71 11'S	13 30'W	1336	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			18:32	70 53'S	14 14'W	2209	

399	-	07.02.88	18:42 21:22	70 52'S 71 12'S	14 11'W 13 25'W	2254 501	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
400	-	07.02.88 08.02.88	21:30 0:12	71 11'S 70 52'S	13 23'W 14 8'W	556 2347	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
401	-	08.02.88	0:19 2:54	70 51'S 71 11'S	14 6'W 13 20'W	2395 509	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
402	-	08.02.88	3:04 5:41	71 10'S 70 52'S	13 17'W 14 1'W	508 2419	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
403	-	08.02.88	5:50 8:53	70 51'S 71 12'S	13 59'W 13 8'W	2428 360	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
404	-	08.02.88	9:03 11:57	71 11'S 70 52'S	13 7'W 13 53'W	391 1984	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
405	-	08.02.88	11:57 13:06	70 52'S 70 44'S	13 53'W 14 7'W	1984 3376	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
406	-	08.02.88	13:12 13:39	70 43'S 70 45'S	14 7'W 14 15'W	3414 2658	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
407	-	08.02.88	13:43 14:01	70 46'S 70 44'S	14 15'W 14 10'W	2653 3518	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
408	1630-1	08.02.88	15:17	70 45'S	14 12'W	3200	Dredge
409	-	08.02.88	17:26 18:29	70 46'S 70 43'S	14 18'W 14 3'W	2588 3341	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
410	-	08.02.88	18:29 19:30	70 43'S 70 51'S	14 3'W 13 50'W	3341 2770	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
411	-	08.02.88	19:30 21:57	70 51'S 71 9'S	13 50'W 13 9'W	2770 541	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
412	-	08.02.88 09.02.88	22:12 0:31	71 8'S 70 51'S	13 7'W 13 46'W	590 2399	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
413	-	09.02.88	0:46 3:12	70 51'S 71 8'S	13 44'W 13 4'W	2408 545	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
414	-	09.02.88	3:27 5:48	71 8'S 70 50'S	13 0'W 13 41'W	554 2446	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
415	-	09.02.88	6:01 8:20	70 49'S 71 3'S	13 39'W 13 8'W	2453 1777	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
416	-	09.02.88	9:20	71 3'S	13 6'W	1777	Windenerprobung
417	-	09.02.88	10:30 11:20	71 3'S 71 9'S	13 8'W 12 54'W	1804 438	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
418	- 1631-1 -	09.02.88	13:50 14:37 15:50	71 20'S 71 19'S 71 19'S	12 25'W 12 25'W 12 25'W	181 170 174	AGT MG (G 25cm) UWE
419	-	09.02.88	18:53 21:23	71 7'S 70 47'S	13 0'W 13 41'W	968 2556	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
420	-	09.02.88 10.02.88	21:31 0:20	70 46'S 71 7'S	13 39'W 12 51'W	2517 527	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS

421	-	10.02.88	0:28 3:10	71 6'S 70 45'S	12 48'W 13 38'W	649 2594	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
422	-	10.02.88	3:20 6:42	70 44'S 71 6'S	13 36'W 12 44'W	2650 515	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
423	-	10.02.88	7:12 11:05	71 8'S 70 57'S	12 36'W 11 6'W	400 325	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
424	-	10.02.88	11:50	70 57'S	11 6'W	332	UWE
425	-	10.02.88	18:49 20:20	71 0'S 70 59'S	10 58'W 11 45'W	364 881	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
426	-	10.02.88	20:20 21:25	70 59'S 71 5'S	11 45'W 12 8'W	886 1192	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
427	-	10.02.88	21:25 22:48	71 5'S 71 7'S	12 8'W 12 39'W	1192 448	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
428	-	10.02.88 11.02.88	22:48 1:57	71 7'S 70 43'S	12 39'W 13 35'W	448 2783	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
429	-	11.02.88	2:04 5:18	70 42'S 71 6'S	13 33'W 12 37'W	2764 495	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
430	-	11.02.88	5:30 8:41	71 6'S 70 42'S	12 35'W 13 30'W	643 2737	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
431	-	11.02.88	8:48 12:16	70 41'S 71 7'S	13 28'W 12 29'W	2653 549	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
432	-	11.02.88	12:26 16:37	71 6'S 70 39'S	12 26'W 13 30'W	688 2564	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
433	-	11.02.88	16:51 21:05	70 38'S 71 7'S	13 27'W 12 21'W	2499 563	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
434	-	11.02.88 12.02.88	21:13 1:34	71 7'S 70 37'S	12 19'W 13 25'W	633 2444	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
435	-	12.02.88	1:41 6:07	70 37'S 71 8'S	13 22'W 12 10'W	2405 533	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
436	-	12.02.88	6:07 8:58	71 8'S 70 57'S	12 10'W 11 5'W	533 327	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
437	- 1632-1	12.02.88	9:35 10:26	70 58'S 70 58'S	11 9'W 11 12'W	350 370	AGT MG (G 37cm)
438	-	12.02.88	12:40	70 51'S	11 0'W	393	UWE
439	-	12.02.88	13:42 18:58	70 52'S 70 32'S	11 1'W 8 44'W	357 160	3.5 kHz, NBS
440	-	12.02.88	20:00 22:13	70 30'S 70 18'S	8 31'W 7 53'W	245 1546	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
441	-	12.02.88	22:13 23:29	70 18'S 70 11'S	7 53'W 8 16'W	1546 1939	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS

442	-	12.02.88	23:29	70 11'S	8 16'W	1939	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
		13.02.88	0:17	70 6'S	8 29'W	2546	NBS
443	-	13.02.88	0:17	70 6'S	8 29'W	2546	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
			5:13	69 39'S	10 5'W	2611	NBS
444	-	13.02.88	5:13	69 39'S	10 5'W	2611	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
			8:53	69 12'S	11 0'W	4045	NBS
445	-	13.02.88	8:53	69 12'S	11 0'W	4045	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
			18:14	70 17'S	13 30'W	4122	NBS
446	-	13.02.88	18:14	70 17'S	13 30'W	4122	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
			21:28	70 45'S	14 3'W	3323	NBS
447	-	13.02.88	21:28	70 45'S	14 3'W	3323	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
			21:44	70 48'S	14 1'W	2594	NBS
448	-	13.02.88	21:44	70 48'S	14 1'W	2594	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
			22:53	70 55'S	13 49'W	2409	NBS
449	-	13.02.88	22:53	70 55'S	13 49'W	2409	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			23:35	70 59'S	13 37'W	2094	
450	-	13.02.88	23:35	70 59'S	13 37'W	2094	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		14.02.88	0:16	71 3'S	13 29'W	1986	
451	-	14.02.88	0:16	71 3'S	13 29'W	1986	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			1:18	71 9'S	13 11'W	488	
452	-	14.02.88	1:34	71 8'S	13 7'W	592	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			4:12	70 51'S	13 49'W	2468	
453	-	14.02.88	4:12	70 51'S	13 49'W	2468	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			5:28	70 45'S	14 3'W	3323	
454	1633-1	14.02.88	7:10	70 46'S	14 3'W	3100	Dredge
-	-	14.02.88	9:58	70 46'S	14 5'W	3035	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			12:03	70 40'S	14 27'W	3355	
455	1634-1	14.02.88	12:55	70 41'S	14 27'W	3250	Dredge
456	-	14.02.88	14:48	70 42'S	14 27'W	2856	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
			15:44	70 49'S	14 34'W	2398	NBS
457	-	14.02.88	15:44	70 49'S	14 34'W	2398	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
		15.02.88	10:54	71 54'S	23 27'W	3978	NBS
458	1635-1	15.02.88	13:09	71 52'S	23 28'W	3952	KOL 15m (E 14.8m/G 11.2m)
	1635-2		15:43	71 52'S	23 27'W	3957	GKG (G 46cm)
	1635-3		17:45	71 52'S	23 27'W	3958	MUC (G 35cm)
459	-	15.02.88	19:20	71 52'S	23 28'W	3959	Windenerprobung
460	-	15.02.88	20:20	71 52'S	23 28'W	3954	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
			20:38	71 54'S	23 28'W	3960	NBS
461	-	15.02.88	20:38	71 54'S	23 28'W	3960	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
			21:13	71 55'S	23 44'W	3997	NBS
462	-	15.02.88	21:13	71 55'S	23 44'W	3997	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,
			23:43	72 16'S	24 4'W	3948	NBS
463	-	15.02.88	23:43	72 16'S	24 4'W	3948	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		16.02.88	0:40	72 14'S	24 28'W	4014	



464	-	16.02.88	0:40 5:50	72 14'S 72 19'S	24 28'W 26 53'W	4014 3777	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
465	1636-1 1636-2 1636-3	16.02.88	6:59 8:49 11:01	72 21'S 72 21'S 72 20'S	26 50'W 26 49'W 26 48'W	3767 3764 3757	GKG (G 49cm) MUC (G 35cm) KOL (E 11.2m/G 4.5m)
466	-	16.02.88	12:25	72 20'S	26 48'W	3747	Windenerprobung
467	-	16.02.88	12:40 20:05	72 20'S 73 0'S	26 47'W 24 30'W	3645 3430	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
468	-	16.02.88 17.02.88	20:19 4:03	73 2'S 73 32'S	24 31'W 27 55'W	3408 3071	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
469	-	17.02.88	4:07 9:13	73 33'S 74 13'S	27 55'W 26 8'W	3054 2216	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
470	-	17.02.88	9:13 15:45	74 13'S 75 25'S	26 8'W 26 46'W	2216 224	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
471	-	17.02.88	16:10	75 25'S	26 46'W	223	FOT
	-		18:00	75 25'S	26 47'W	222	UWE
472	-	18.02.88	6:01 13:59 14:13 14:47 15:16	74 45'S 74 46'S 74 46'S 74 46'S 74 46'S	26 27'W 26 26'W 26 26'W 26 26'W 26 27'W	438 446 447 444 445	UWE Start UWE Ende GKG (G 5cm) MUC (G 10cm) GSL 5m (E 0.7m/G 0.6m)
473	-	20.02.88 21.02.88	21:07 5:23	75 29'S 74 10'S	26 59'W 26 1'W	234 2666	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
474	-	21.02.88	5:23 20:30	74 10'S 72 38'S	26 1'W 21 30'W	2666 3679	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
475	-	21.02.88 22.02.88	20:30 0:37	72 38'S 72 10'S	21 30'W 22 0'W	3697 4004	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
476	-	22.02.88	0:37 13:19	72 10'S 71 30'S	22 0'W 16 0'W	4004 2185	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
477	-	22.02.88	13:19 23:00	71 30'S 70 34'S	16 0'W 12 3'W	2185 1938	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
478	-	22.02.88 23.02.88	23:00 1:15	70 34'S 70 22'S	12 3'W 11 9'W	1938 2036	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
479	-	23.02.88	1:15 2:59	70 22'S 70 24'S	11 9'W 10 17'W	2036 1630	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
480	-	23.02.88	2:59 6:50	70 24'S 70 25'S	10 17'W 8 36'W	1630 564	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
481	-	23.02.88	13:43 15:09	70 26'S 70 18'S	8 13'W 7 52'W	462 1683	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
482	-	23.02.88	15:09 23:07	70 18'S 69 38'S	7 52'W 10 11'W	1683 2633	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
483	-	23.02.88 24.02.88	23:07 3:24	69 38'S 69 14'S	10 11'W 11 2'W	2633 4037	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
484	-	24.02.88	3:56 7:36	69 15'S 69 37'S	11 5'W 10 18'W	3970 3033	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
485	-	24.02.88	7:36	69 37'S	10 18'W	3033	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG,

- 250 -

			9:09	69 45'S	9 53'W	2371	NBS
486	1638-1	24.02.88	10:25	69 44'S	9 52'W	2333	GKG (G 49cm)
	1639-2		11:41	69 44'S	9 55'W	2365	MUC (G 35cm)
487	-	24.02.88	12:36	69 44'S	9 56'W	2398	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			19:01	70 18'S	7 54'W	1401	
488	-	24.02.88	19:11	70 20'S	7 56'W	1357	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		25.02.88	3:33	69 70'S	10 13'W	2804	
489	-	25.02.88	3:33	69 70'S	10 13'W	2804	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			9:30	70 30'S	10 40'W	1561	
490	1639-1	25.02.88	9:55	70 30'S	10 39'W	1567	GKG (G 28cm)
	1639-2		10:57	70 30'S	10 38'W	1566	MUC (G 35cm)
	1639-3		12:23	70 30'S	10 41'W	1548	SL 10m (E 10.2m/G 8.1m)
	-		13:30	70 30'S	10 41'W	1552	CTD bis 715 m
491	-	25.02.88	14:13	70 31'S	10 41'W	1555	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			17:10	70 20'S	11 39'W	2101	
492	1640-1	25.02.88	17:49	70 20'S	11 39'W	2107	SL 10m (E 11.2m/G 10.2m)
	1640-2		18:55	70 20'S	11 40'W	2103	MUC (G 30cm)
	1640-3		20:00	70 20'S	11 41'W	2113	GKG (G 52cm)
493	-	25.02.88	20:49	70 20'S	11 42'W	2109	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			21:25	70 25'S	11 40'W	1960	
494	-	25.02.88	21:25	70 25'S	11 40'W	1960	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			22:11	70 29'S	11 57'W	1898	
495	-	25.02.88	22:11	70 29'S	11 57'W	1898	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			22:47	70 31'S	12 12'W	1944	
496	-	25.02.88	22:47	70 31'S	12 12'W	1944	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		26.02.88	1:22	70 33'S	13 20'W	2337	
497	-	26.02.88	1:22	70 33'S	13 20'W	2337	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			2:08	70 34'S	13 40'W	2496	
498	-	26.02.88	2:08	70 34'S	13 40'W	2496	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			2:28	70 32'S	13 44'W	2571	
499	-	26.02.88	2:28	70 32'S	13 44'W	2571	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			3:07	70 27'S	13 39'W	2633	
500	-	26.02.88	3:25	70 27'S	13 39'W	2631	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			4:31	70 35'S	13 24'W	2381	
501	-	26.02.88	4:31	70 35'S	13 24'W	2381	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			4:41	70 36'S	13 21'W	2374	
502	-	26.02.88	4:41	70 36'S	13 21'W	2374	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			10:22	71 9'S	12 10'W	417	
503	-	26.02.88	11:20	71 9'S	12 11'W	438	FOT
	-		12:52	71 8'S	12 13'W	570	AGT
	1641-1		14:06	71 8'S	12 12'W	523	MG (G 33cm)

504	-	26.02.88	16:22	71 20'S	12 24'W	178	AGT
	-		17:35	71 21'S	12 24'W	184	FOT
	1642-1		18:06	71 22'S	12 25'W	203	GKG (G 5cm)
505	-	26.02.88	19:06	71 21'S	12 24'W	196	3.5 kHz, NBS
		27.02.88	21:25	71 9'S	12 1'W	345	
506	-	26.02.88	21:25	71 9'S	12 1'W	345	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		27.02.88	2:34	70 35'S	13 18'W	2332	
507	-	27.02.88	2:44	70 35'S	13 16'W	2317	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			8:52	71 8'S	11 58'W	358	
508	-	27.02.88	10:00	71 8'S	12 11'W	630	Verankerung eingeholt KN 1
509	-	27.02.88	11:11	71 9'S	12 12'W	439	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			13:18	70 58'S	11 13'W	369	
510	1643-1	27.02.88	13:27	70 58'S	11 13'W	367	MUC (G 5cm)
	1643-2		13:46	70 59'S	11 13'W	371	MUC (nur Bodenwasser)
	1643-3		14:10	70 59'S	11 12'W	374	GKG (G 17cm)
511	-	27.02.88	14:24	70 59'S	11 12'W	378	3.5 kHz, NBS
			15:57	70 48'S	10 35'W	267	
512	-	27.02.88	16:15	70 48'S	10 34'W	266	AGT
	-		17:11	70 47'S	10 33'W	270	MG
	-		18:00	70 48'S	10 35'W	302	FOT
	-		19:50	70 48'S	10 36'W	328	UWE
513	-	28.02.88	0:06	71 8'S	11 56'W	396	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			4:23	70 35'S	13 11'W	2304	
514	-	28.02.88	4:23	70 35'S	13 11'W	2304	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			4:53	70 32'S	13 19'W	2341	
515	-	28.02.88	4:53	70 32'S	13 19'W	2341	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			7:27	70 35'S	14 22'W	3448	
516	-	28.02.88	7:27	70 35'S	14 22'W	3448	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			8:21	70 41'S	14 27'W	3097	
517	-	28.02.88	8:32	70 41'S	14 31'W	2929	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			8:57	70 37'S	14 28'W	4184	
518	1644-1	28.02.88	10:23	70 38'S	14 29'W	4000	Dredge
	1644-2		14:07	70 38'S	14 29'W	4000	Dredge
	-		16:45	70 40'S	14 30'W	3092	CTD bis 1000m
519	-	28.02.88	17:21	70 40'S	14 30'W	3134	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			20:17	70 35'S	13 8'W	2268	
520	-	28.02.88	20:17	70 35'S	13 8'W	2268	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
		29.02.88	0:34	71 7'S	11 53'W	384	
521	-	29.02.88	0:42	71 7'S	11 53'W	365	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			4:45	70 35'S	13 3'W	2222	
522	-	29.02.88	4:55	70 35'S	13 0'W	2218	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			8:49	71 5'S	11 52'W	438	
523	-	29.02.88	8:49	71 5'S	11 52'W	438	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			9:35	71 8'S	12 11'W	853	
524	-	29.02.88	10:24	71 8'S	12 13'W	669	Verankerung ausgebracht KN 2
	-		10:50	71 8'S	12 13'W	596	CTD

525	-	29.02.88	11:16 13:31	71 8'S 70 56'S	12 13'W 13 8'W	643 1948	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
526	1645-1 1645-2 1645-3	29.02.88	14:08 15:11 16:07	70 56'S 70 56'S 70 56'S	13 9'W 13 9'W 13 10'W	1938 1905 1896	GKG (G 42cm) MUC (G 35cm) SL 10m (E 6.7m/G 6.0m)
527	-	29.02.88	16:47 18:30	70 56'S 70 48'S	13 12'W 13 58'W	1993 2528	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
528	1646-1	29.02.88	19:58	70 46'S	14 3'W	2800	Dredge
529	-	29.02.88 01.03.88	21:38 0:07	70 48'S 70 32'S	14 0'W 13 19'W	2540 2352	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
530	-	01.03.88	0:07 2:36	70 32'S 70 31'S	13 19'W 12 13'W	2352 2006	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
531	-	01.03.88	2:36 3:09	70 31'S 70 28'S	12 13'W 12 0'W	2006 2070	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
532	-	01.03.88	3:09 4:03	70 28'S 70 24'S	12 0'W 11 40'W	2070 2007	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
533	-	01.03.88	4:03 5:52	70 24'S 70 19'S	11 40'W 10 57'W	2007 1750	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
534	1647-1 1647-2 1647-3	01.03.88	6:28 7:30 8:31	70 19'S 70 20'S 70 20'S	10 59'W 10 59'W 10 59'W	1754 1759 1777	SL 10m (E 10.2m/G 8.6m) GKG (G 50cm) MUC (G 30cm)
535	-	01.03.88	9:00 16:55	70 20'S 69 44'S	10 59'W 6 31'W	1755 2530	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
536	1648-1 1648-2 -	01.03.88	17:26 18:46 20:00	69 44'S 69 45'S 69 45'S	6 31'W 6 30'W 6 30'W	2529 2550 2564	SL 10m (E 10.8m/G 8.6m) GKG (G 51cm) CTD
537	-	01.03.88 02.03.88	20:35 6:42	69 45'S 70 25'S	6 29'W 7 50'W	2551 1259	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
538	-	02.03.88	8:21 10:25	70 33'S 70 33'S	7 49'W 7 49'W	277 271	Dredgen Verankerung Atka Bucht
539	-	05.03.88	13:56 15:02	70 30'S 70 16'S	8 4'W 7 59'W	260 1296	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
540	-	05.03.88	15:02 23:22	70 16'S 68 35'S	7 59'W 6 14'W	1296 2904	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
541	-	05.03.88 07.03.88	23:22 8:30	68 35'S 62 5'S	6 14'W 0 4'W	2904 5336	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
542	-	07.03.88	8:40 9:27	62 4'S 62 2'S	0 4'W 0 6'W	5366 5338	Aussetzen Driftboje 1 Aussetzen Driftboje 2
543	-	07.03.88	8:01	62 4'S	0 4'W	5351	CTD bis 200 m
544	-	07.03.88 09.03.88	9:32 5:50	62 2'S 54 56'S	0 6'W 3 16'E	5336 2452	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS

545	1649-1 1649-2	09.03.88	6:44 8:12	54 55'S 54 55'S	3 17'E 3 18'E	2446 2427	GKG (G 36cm) SL 10m (E ?/G 7.6m)
546	-	09.03.88	9:00 12:16	54 54'S 54 33'S	3 18'E 3 21'E	2406 726	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
547	-	09.03.88	15:50	54 32'S	3 20'E	630	Aufnahme Verankerung B
548	-	09.03.88 10.03.88	18:10 5:00	54 23'S 53 44'S	3 14'E 3 48'E	217 1860	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
549	1650-1 1650-2	10.03.88	6:34 7:55	53 45'S 53 46'S	3 49'E 3 48'E	1838 1761	GKG (G 26cm) SL 15m (E ?/G 5.4m)
550	-	10.03.88	8:25 9:55	53 46'S 53 38'S	3 48'E 3 52'E	1747 2082	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
551	1651-1 1651-2	10.03.88	10:26 11:32	53 38'S 53 38'S	3 51'E 3 51'E	2075 2089	SL 15m (E ?/G 3.7m) GKG (G 40cm)
552	-	10.03.88	12:15 15:41	53 39'S 53 40'S	3 51'E 5 3'E	2068 1937	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
553	1652-1 1652-2	10.03.88	16:24 17:51	53 40'S 53 40'S	5 5'E 5 6'E	1960 1963	GKG (G 53cm) KOL 15m (E ?/G 12.8m)
554	-	10.03.88 11.03.88	18:50 9:20	53 40'S 52 13'S	5 7'E 9 28'E	1984 3285	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
555	1653-1 1653-2 -	11.03.88	10:27 13:10 14:58	52 13'S 52 12'S 52 12'S	9 30'E 9 29'E 9 30'E	3209 3202 3285	KOL 15m (E ?/G 7.0m) GKG (G 34cm) CTD bis 1000 m
556	-	11.03.88 12.03.88	15:40 7:00	52 11'S 50 10'S	9 29'E 5 48'E	3376 3790	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS
557	- 1654-1 - 1654-2 - -	12.03.88	8:10 10:28 13:05 14:37 16:55 18:12	50 10'S 50 10'S 50 9'S 50 9'S 50 10'S 50 10'S	5 47'E 5 46'E 5 44'E 5 43'E 5 43'E 5 44'E	3776 3763 3746 3744 3755 3744	Aufnahme Verankerung PF 1 GKG (G 46cm) Ausbringen Verankerung PF 2 KOL 15m (E ?/G 12.2m) CTD bis ca. 3700m CTD bis 1000 m
558	-	12.03.88 14.03.88 15.03.88 16.03.88	19:00 15:33 8:43 16:20	50 9'S 43 30'S 40 17'S 35 57'S	5 44'E 11 17'E 13 44'E 16 26'E	3728 4862 4775 4225	SEABEAM, 3.5 kHz, MAG, NBS 3.5 kHz abgeschaltet SEABEAM abgeschaltet MAG eingeholt

MAG = MAGNETOMETER Profil,

SEABEAM = SEABEAM Profil

3.5 kHz = 3.5 kHz SEDIMENT ECHOLOT Profil

NBS = SCHELFRADECHOLOT (NARROW BEAM SOUNDER) Profil

GKG = GROSSKASTENGREIFER

SL = SCHWERELOT

GSL = grosses SCHWERELOT

KOL = KOLBENLOT

MUC = MULTIPLE CORER

AGT = AGASSIZTRAWL

MG = MEHRFACHGREIFER

UWE = UNTERWASSERFERNSEHKAMERA

FOT = UNTERWASSERFOTOGRAFIE

CTD = CONDUCTIVITY TEMPERATURE DEPTH Sonde

\* = (Echolot-Tiefe + 10 m Schwingertiefe) Matthews korrigiert, Carter Gebiete)



#### 4. Fahrtabschnitt ANT-VI/5 (Kapstadt - Bremerhaven)

##### 4.1 Lebendhaltung im Laborcontainer (M. Klages)

Während der Heimreise von FS "Polarstern" von Kapstadt nach Bremerhaven wurde die Haltung lebender wirbelloser Tiere und einiger Fische im Laborcontainer fortgeführt. Der Container arbeitete störungsfrei, so daß aus technischen Gründen keine Verluste an lebenden Tieren zu beklagen waren.

Neben täglichen Rountinearbeiten, wie Wasserwechsel und Fütterung der Tiere, wurden verendete Tiere aus den Becken entnommen und an Bord fotografiert. Da die Filme noch an Bord entwickelt wurden, konnte beispielsweise die Belichtung so korrigiert werden, daß jetzt zahlreiche Fotografien von häufigen Arten vorliegen, auf denen die typischen Farbmuster zu erkennen sind.

Bei verschiedenen verendeten Amphipoden- und Garnelenweibchen (*Chorismus antarcticus* und *Notocrangon antarcticus*) wurden Eier bzw. Embryonen entnommen und in selbstgefertigte "Brutröhren" verbracht. Ziel war, die Entwicklung früher Ontogenesestadien unter Umständen in vitro zu verfolgen. Für Wachstumsuntersuchungen wurden weiterhin Exuvien gehäuteter Amphipoden und Garnelen eingesammelt, fixiert und vermessen. Derzeit bereitet die Zuordnung der einzelnen Exuvien zu den entsprechenden Tieren noch Schwierigkeiten. Für die Zukunft muß eine Markierungstechnik gefunden werden, die dieses derzeitige Problem löst.

Für Arten der Gattung *Gnathiphimedia* konnte eine Ersatznahrung gefunden werden, so daß nun mindestens drei verschiedene Ernährungstypen in der Lebendkultur gehalten werden:

- a) Carnivore Räuber (Gattung *Epimeria* und *Paraceradocus*)
- b) Aasfresser (Familie *Lysianassidae*)
- c) Nahrungsspezialisten (Gattung *Gnathiphimedia*)

##### 4.2 Schwermetall-Spurenanalyse von Aerosol- und Oberflächen-seewasser-Proben (N. Rädlein)

Die kontinuierliche Aerosolprobennahme vom Auslauftermin Kapstadt (18.03.88) bis zur Durchquerung der Straße von Dover (08.04.88) stand im Vordergrund des luftchemischen Teils während des Expeditionsabschnittes ANT-VI/5. Daneben wurden auch noch Oberflächenseewasser-Proben genommen.

Auf dem Peildeck von FS "Polarstern" wurden kontinuierlich zwei Filter pro Tag zur Aerosolanalytik der Schwermetalle Thallium (Tl), Kupfer (Cu), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Zink (Zn), Chrom (Cr), Nickel (Ni) und Eisen (Fe) besaugt. Die eine Hälfte der Filter zur Bestimmung der Elemente Tl, Cu, Pb, Cd und Zn konnten im Chemielabor von "Polarstern" über die massenspektrometrische Isotopenverdünnungsanalyse (MS-IVA) bis zur eigentlichen Messung aufgear-

beitet werden. Diese erfolgt dann am Massenspektrometer am Institut für Anorganische Chemie der Universität Regensburg ebenso wie die Aufarbeitung der restlichen Filter zur Bestimmung der Elemente Cr, Ni und Fe.

Bei Passieren der Breitengrade S 26°, S 15°, S 2°, N 10° wurden mit dem Schlauchboot voraus in Fahrtrichtung von FS "Polarstern" Oberflächenseewasser-Proben genommen. Ebenso erfolgten vier Probennahmen über die Bugausleger. Diese Proben wurden bei -10°C eingefroren und werden am Institut in Regensburg aufgearbeitet.

Durch Zusammenarbeit mit der Bordwetterwarte konnten täglich Satellitenbilder aufgenommen werden, aus denen die großräumigen Luftmassenbewegungen und insbesondere die Bereiche der intensiven Sandstaubeinträge aus Nord-West-Afrika hervorgehen, was für die anschließende Interpretation der Analysenergebnisse von Bedeutung ist.

Neben der numerischen Auswertung der Analysenergebnisse ist beabsichtigt, Verteilungsprofile sowie Element-Element-Korrelationen aufzustellen. Über die Bestimmung von Leitelementen, wie z.B. Fe, soll dann der interessanten Fragestellung nach den vermutlichen Quellen der Schwermetallemissionen nachgegangen werden.



5. Expeditionsteilnehmer / Participants

Fahrtabschnitt ANT-VI/1 / Leg ANT-VI/1

Name name	Vorname first name	Institut institute
Ahlheit	Jürgen	AWI
Arancibio	Hugo	AWI
Arntz	Wolf	AWI
Barthel	Kalus-Jürgen	IfMK
Baumann	Marcus	RWTH
Cihangir	Bulent	AWI
Diel	Sabine	IPÖ
Ehlebracht	Jörg	DFG
Geldsetzer	Torsten	AWI
Gradinger	Rolf	IfMK
Hempel	Gotthilf	AWI
Hempel	Irmtraut	AWI
Kattner	Gerhard	AWI
Kellner	Günter	AWI
Krause	Michael	IABH
Kreuzer	Gisela	AWI
Kurbjeweit	Frank	IfMK
Meinke	Jens	IfMH
Piepenburg	Dieter	IPÖ
Rädlein	Norbert	ACR
Sahrhage	Dietrich	BFA
Schenke	Hans-Werner	AWI
Spiess	Annette	IfBH
Spindler	Michael	AWI
Steinbrecht	Heiner	AWI
Tillmann	Urban	RWTH

Fahrtabschnitt ANT-VI/2 / Leg ANT-VI/2

Name name	Vorname first name	Institut institute
Berger	Gysbert	NIOZ
Bialas	Jörg	IGK
Bittner	Ralf-Marius	IGK
Blome	Hermann-Dietrich	AWI
Blümel	Wolf Dieter	GIS
Braunwarth	Carola	AWI
Coleman	Charles Oliver	OLD
Collet	Katharina Irene	AWI
van Enst	Jorris Willem	RGD
Groeger	Beate	MIP

Name name	Vorname first name	Institut institute
Harm	Urte	BFA
Hartmann	Gerhard	ZIH
Henriet	Jean-Pierre	RUG
Herber	Rolf	IGH
Hervé	Francisco	GUC
van Heuverswyn	Erwin	RUG
Hjort	Christian	QGL
Ingolfsson	Olafur	QGL
Jörck	Meike	BFA
Jokat	Wilfried	AWI
Karlén	Wibjörn	PGS
Kaul	Norbert	AWI
Klockhaus	Joachim	HSW
Kock	Karl-Hermann	BFA
Kock	Rüdiger	ZIH
Köhler	Herbert	SWA
Lensch	Norbert	AWI
Le Pavéc	Jean	GNR
Loske	Werner Paul	AGM
Lütje	Holger	HSW
Mackensen	Andreas	AWI
Mahler	Günter	HSW
Manzel	Peter Paul	FGB
Meissner	Rudolf	IGK
Miller	Hubert	AGM
Milne	Alastair	BAS
Mühlenhardt-Siegel	Ute	ZIH
Parker	Timothy	IGK
Peneaud	Yvon	GNR
Pietschok	Dietmar	BFA
Reifenhäuser	Werner	ACR
Rutgers v.d. Loeff	Michiel	AWI
Sahrhage	Dietrich	BFA
Schnoor	Klaus	BFA
Seifert	Wolfgang	SWA
Siegel	Volker	BFA
Sommer	Ulrich	MIP
Stäblein	Gerhard	FGB
Stein	Manfred	BFA
Wever	Thomas Friedrich	IGK
Wohlenberg	Jürgen	AGA
Zale	Rolf	GIU

Fahrtabschnitt ANT-VI/3 / Leg ANT-VI/3

Name	Vorname	Institut
<u>name</u>	<u>first name</u>	<u>institute</u>
Andresen	Olaf	AWI
Bässler	Karl-Heinz	AWI
Ball	Gary	BGR
Berner	Heinrich	FGB
Boldt	Gerd	IGMS
Braun	Hans-Martin	GIF
Brehme	Isa	AWI
Brodscholl	Arnold	AWI
Brunotte	Horst	HLTS
Buggisch	Werner	GIE
Bylund	Göran	HGL
Cordes	Dieter	AWI
Damerau	Kurt	HLTS
Degutsch	Manfred	IGMS
Ehrhardt	Hardy	IEH
El-Naggar	Saad El Dine	AWI
Folkerts	Ekkehard	HSW
Fütterer	Dieter Karl	AWI
Gerdes	Dieter	AWI
Grudd	Hakon	PGS
Gutt	Julian	AWI
Hecht	Andreas	HLTS
Helwig	Andreas	HSW
Herzfeld	Ute Christina	AWI
Höfle	Hans	BGR
Hölzl	Werner	BGR
Holmlund	Per	PGS
Jacobs	Joachim	IGDL
Jäger	Berthold	IGDL
Janneck	Jürgen	AWI
Jockwer	Gustav	HLTS
Jonsson	Stig	PGS
Klages	Michael	AWI
Kleinschmidt	Georg	GIF
Klindt	Holger	AWI
Kothe	Jürgen	BGR
Kreutzer	Heino	IGMS
Kuhn	Gerhard	AWI
Kumpfmüller	Paul	HLTS
Larsson	Kent	HGL
Lintker	Stephan	IGM
Loebe	Andreas	AWI
Lundström	Volker	HSW
Macedo	Rosemary	AWI
Melander	Olle	SPRS

Name name	Vorname first name	Institut institute
Melles	Martin	AWI
Merkel	Gerd	FHM
Möhlmann	Lothar	AWI
Müller	Heino	AWI
Muhle	Heiko	HLTS
Neubauer	Johann	ACR
Niederjasper	Fred	AWI
Nixdorf	Uwe	AWI
Ochsenhirt	Wolf-Thilo	SWA
Olesch	Martin	MIW
Patzelt	Gernot	IHI
Peters	Matthias	IGDL
Poscher	Gerhard	IHI
Rappl	Hans	HLT
Reiprich	Sigfried	AWI
Röd	Erhard	SWA
Roland	Norbert	BGR
Runke	Bernd	AWI
Schlüter	Michael	AWI
Schmidt	Rüdiger	AWI
Schmitz	Martin	IEH
Schönhofer	Georg	HLTS
Schubert	Wolfgang	MIW
Spaeth	Gerhard	GIA
Steffen	Axel	AWI
Stengele	Roland	IfV
Stenman	Andro	SPRS
Sterrl	Frank	HSW
Strunk	Heinrich Andreas	AWI
Sturm		AWI
Thörlind	Bertil	SPRS
Wasserthal	Claus	HSW
Wolz	Guido	AWI

Fahrtabschnitt ANT-VI/5 / Leg ANT-VI/5

Name name	Vorname first name	Institut institute
Klages	Michael	AWI
Ochsenhirt	Wolf-Thilo	SWA
Rädlein	Norbert	ACR

6. Beteiligte Institutionen / Participating Institutions

Institutsadresse Institutionale address		Teilnehmerzahl je Fahrabschnitt Participants per leg			
		ANT-VI/1	-VI/2	-VI/3	-VI/5
Bundesrepublik Deutschland					
ACR	Institut für Anorganische Chemie der Universität Universitätsstraße 31 D-8400 Regensburg	1	1	1	2
AGA	Lehrgebiet für Angewandte Geophysik der Rheinisch- Westfälisch-Technischen Hochschule Aachen Lochnerstraße 4-20 D-5100 Aachen	-	1	-	-
AGM	Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München Luisenstraße 47 D-8000 München 2	-	2	-	-
AWI	Alfred-Wegener-Institut Polar- und Meeresforschung Columbusstraße D-2850 Bremerhaven	13	8	23	1
BFA	Institut für Seefischerei Bundesforschungsanstalt für Fischerei Palmaille 9 D-2000 Hamburg 50	1	8	-	-
BGR	Bundesanstalt für Geowissen- schaften und Rohstoffe Stilleweg 2 D-3000 Hannover 51	-	-	5	-
DFG	Deutsche Forschungs- gemeinschaft Kennedyallee 40 D-5300 Bonn 2	1	-	-	-

Institutsadresse Institutionale address		Teilnehmerzahl je Fahrabschnitt Participants per leg			
		ANT-VI/1	-VI/2	-VI/3	-VI/5
Bundesrepublik Deutschland					
FGB	Fachbereich Geowissenschaften- Universität Bremen Bibliotheksstraße D-2800 Bremen 33		2	1	-
FHM	Fachhochschule München Fachbereich Vermessungs- wesen Karlstraße 6 D-8000 München 2	-	-	1	-
GIA	Lehr- und Forschungsgebiet für Geologie-Endogene Dynamik der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Lochnerstraße 4-20 D-5100 Aachen	-	-	1	-
GIE	Geologisches Institut der Universität Erlangen Schloßgarten 5 D-8520 Erlangen	-	-	1	-
GIF	Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Frankfurt Senckenberg-Anlage 32-34 D-6000 Frankfurt	-	-	2	-
GIS	Geographisches Institut der Universität Stuttgart Silcherstraße 9 D-7000 Stuttgart	-	1	-	-
HLTS	Hapag-Lloyd Transport und Service GmbH Geo-Plate-Straße D-2850 Bremerhaven	-	-	4	-
HSW	Helikopter-Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 D-2000 Hamburg 65	-	4	5	-

Institutsadresse Institutionale address		Teilnehmerzahl je Fahrtabschnitt Participants per leg			
		ANT-VI/1	-VI/2	-VI/3	-VI/5
Bundesrepublik Deutschland					
IABH	Institut für Allgemeine Botanik der Universität Ohnhornstraße 18 D-2000 Hamburg 52	1	-	-	-
IEH	Institut für Erdmessung der Techn. Universität Nienburger Straße 6 D-3000 Hannover	-	-	2	-
IfBH	Institut für Biochemie und Lebensmittelchemie an der Universität Martin-Luther-King-Platz 6 D-2000 Hamburg	1	-	-	-
IfMH	Institut für Meereskunde an der Universität Tropfowitzstraße 7 D-2000 Hamburg 54	1	-	-	-
IfMK	Institut für Meereskunde an der Universität Kiel Düsternbrooker Weg 20 D-2300 Kiel	3	-	-	-
IfV	Institut für Vermessungskunde der Technischen Universität Pockelstraße 4 D-3300 Braunschweig	-	-	1	-
IGDL	Institut für Geologie und Dynamik der Lithosphäre der Universität Goldschmidtstraße 3 D-3400 Göttingen	-	-	3	-
IGH	Institut für Geophysik der der Universität Hamburg Bundesstraße 55 D-2000 Hamburg 13	-	1	-	-

Institutsadresse Institutionale address		Teilnehmerzahl je Fahrtabschnitt Participants per leg			
		ANT-VI/1	-VI/2	-VI/3	-VI/5
Bundesrepublik Deutschland					
IGK	Institut für Geophysik der Universität Kiel Olshausenstraße 40/60 D-2300 Kiel	-	5	-	-
IGMS	Institut für Geophysik der Universität Münster Forschungsstelle für physi- kalische Glaziologie Corrensstraße 24 D-4400 Münster	-	-	4	-
IPO	Institut für Polarökologie der Universität Kiel Olshausenstraße 40/60 D-2300 Kiel	2	-	-	-
MIP	Max-Planck-Institut für Limnologie August-Thienemannstraße 2 D-2320 Plön	-	2	-	-
MIW	Institut für Mineralogie der Universität Würzburg Am Hubland D-8700 Würzburg	-	-	2	-
OLD	Fachbereich Biologie der Universität Oldenburg Carl-von-Ossietzky-Straße D-2900 Oldenburg	-	1	-	-
RWTH	Botanisches Institut Abteilung für Systematik und Geobotanik der Rheinisch- Westfälischen Technischen Hochschule Aachen Worringer Weg 1 D-5100 Aachen	2	-	-	-



Institutsadresse Institutionale address		Teilnehmerzahl je Fahrabschnitt Participants per leg			
		ANT-VI/1	-VI/2	-VI/3	-VI/5
Bundesrepublik Deutschland					
SWA	Deutscher Wetterdienst Seewetteramt Hamburg Bernhard-Nocht-Straße 76 D-2000 Hamburg 4	-	2	2	1
ZIH	Zoologisches Institut und Museum der Universität Martin-Luther-King-Platz 3 D-2000 Hamburg	-	3	-	-
Belgien					
RUG	Renard Centre of Marine Geology, Laboratorium voor Aardkunde State University of Gent B-9000 Gent	-	2	-	-
Chile					
GUC	Departamento de Geologia Universidad de Chile Casilla 13518 Correo 21 Santiago de Chile	-	1	-	-
Frankreich					
GNR	CNEXO - Centre National pour Exploitation des Oceans Genavir, B.P. 310 F-29273 Brest CEDEX	-	2	-	-
Großbritannien					
BAS	British Antarctic Survey High Cross Madingley Road Cambridge CB3 0ET	-	1	2	-

Institutsadresse Institutionale address		Teilnehmerzahl je Fahrtabschnitt Participants per leg			
		ANT-VI/1	-VI/2	-VI/3	-VI/5
Niederlande					
NOZ	Netherland Institute for Sea Research, P.B. 59 NL-1790 Ab den Burg Texel	-	1	-	-
RGD	Rijks Geologische Dienst Spaarne 17 P.B. 157 NL-2000 AD Haarlem	-	1	-	-
Österreich					
IHI	Institut für Hochgebirgs- forschung der Universität Innsbruck Innrain 52 A-6020 Innsbruck	-	-	2	-
Schweden					
GIU	Department of Geography University of Umea S-90187 Umea	-	1	-	-
HGL	Department of Historical Geology and Paleontology University of Lund Sölvegatan 13 S-22362 Lund	-	-	2	-
PGS	Department Physical Geography University of Stockholm S-10691 Stockholm	-	1	3	-
QGL	Department of Quarternary Geology, University of Lund Sölvegatan 13 S-22362 Lund	-	2	-	-
SPRS	Swedish Polar Research Secretariat, Box 50 005 S-10405 Stockholm	-	-	3	-

7. Schiffspersonal / Ship's Crew

	ANT-VI/1	ANT-VI/2	ANT-VI/3	ANT-VI/5
Kapitän	Greve	Greve	Suhrmeyer	Suhrmeyer
1. Offizier	Allers	Allers	Götting	Götting
1. Offizier	---	Weihe	Gerber	Gerber
2. Offizier	Stehr	Schiel	Stehr	---
2. Offizier	Korn	Korn	Varding	Varding
Funkoffizier	Wiese	Geiger	Wiese	Wiese
Funkoffizier	Raeder	Raeder	Müller	---
Arzt	Dr. Rose	Dr. Rose	Dr. Deest	Dr. Deest
Ltd. Ingenieur	Briedenhahn	Briedenhahn	Müller	Müller
1. Ingenieur	Schulz	Schulz	Knoop	Knoop
2. Ingenieur	Hedden	Delff	Hedden	Hedden
2. Ingenieur	Erreth	Simon	Erreth	Erreth
Elektroniker	Weitkamp	Thonhauser	Weitkamp	Weitkamp
Elektroniker	Husmann	Husmann	Elvers	Elvers
Elektroniker	---	Hoops	Mutter	---
Elektriker	Erdmann	Erdmann	Schuster	Schuster
Elektriker	Nitsche	Ohlandt	Nitsche	Nitsche
Bootsmann	Schwarz	Schwarz	Hopp	Hopp
Zimmermann	Marowsky	Marowsky	Kassubeck	Kassubeck
Lagerhalter	Schierl	Schierl	Reimann	Reimann
Matrose	Meis Torres A.	Paisal Suarez	Meis Torres A.	Meis Torres A.
Matrose	Meis Torres M.	Bermudes	Meis Torres M.	Meis Torres M.
Matrose	Sobral Sobral	Soaga Curra	Sobral Sobral	Sobral Sobral
Matrose	Novo Loveira	Gil Iglesias	Novo Loveira	Novo Loveira
Matrose	Prol Otero	Abreu Dios	Prol Otero	Prol Otero
Matrose	Pereira Portela	Pousada Martinez	Pereira Portela	Pereira Portela
Matrose/SM	---	Kruse	Kruse	---
Bootsmann/SM	---	Woltin	Heidrich	---
Masch.- Wärter	Wittfoth	Wittfoth	Jordan	Jordan
Masch.- Wärter	Dufner	Dufner	Fabian	Fabian
Masch.- Wärter	Fabian	Carstens	Buchas	Buchas
Masch.- Wärter	Husung	Husung	Fritz	Fritz
Masch.- Wärter	Ulbricht	Ulbricht	---	---
Koch	Klasen	Klasen	Puberl	Puberl
Kochsmaat	Kubicka	Kubicka	Ströhlein	---
Kochsmaat	Bender	Bender	Unger	Unger
1. Stewart	Scheel	Scheel	Peschke	Peschke
Stewardess	Bartzen	Bartzen	Liboner	Liboner
Stewardess	Friedrich	Friedrich	Feigler	---
Stewardess	Diekamp	Diekamp	Hoppe	Hoppe
Stewardess	Gollmann	Gollmann	Hopp	Hopp
2. Steward	Fang	Fang	Chiang	---
2. Steward	Lai	Lai	Lai	Lai
Wäscher	Guo	Guo	Shyu	Shyu

## Folgende Hefte der Reihe „Berichte zur Polarforschung“ sind bisher erschienen:

Verkaufspreis

- \* **Sonderheft Nr. 1/1981** – „Die Antarktis und ihr Lebensraum“  
Eine Einführung für Besucher – Herausgegeben im Auftrag von SCAR
- Heft Nr. 1/1982** – „Die Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81“ 1  
zusammengestellt von Heinz Kohnen
- Heft Nr. 2/1982** – „Deutsche Antarktis-Expedition 1980/81 mit FS ‚Meteor‘“ 1  
First International BIOMASS Experiment (FIBEX) – Liste der Zooplankton- und Mikronektonnetzfüge  
zusammengestellt von Norbert Klages
- Heft Nr. 3/1982** – „Digitale und analoge Krill-Echolot-Rohdatenerfassung an Bord des Forschungs- 1  
schiffes ‚Meteor‘“ (im Rahmen von FIBEX 1980/81, Fahrabschnitt ANT III), von Bodo Morgenstern
- Heft Nr. 4/1982** – „Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81“ 1  
Liste der Planktonfänge und Lichtstärkemessungen  
zusammengestellt von Gerd Hubold und H. Eberhard Drescher
- \* **Heft Nr. 5/1982** – „Joint Biological Expedition on RRS ‚John Biscoe‘, February 1982“  
by G. Hempel and R. B. Heywood
- \* **Heft Nr. 6/1982** – „Antarktis-Expedition 1981/82 (Unternehmen ‚Eiswarte‘)“  
zusammengestellt von Gode Gravenhorst
- Heft Nr. 7/1982** – „Marin-Biologisches Begleitprogramm zur Standorterkundung 1979/80 mit MS ‚Polar- 1  
sirkel‘ (Pre-Site Survey)“ – Stationslisten der Mikronekton- und Zooplanktonfänge sowie der Bodenfischerei  
zusammengestellt von R. Schneppenheim
- Heft Nr. 8/1983** – „The Post-Fibex Data Interpretation Workshop“ 1  
by D. L. Cram and J.-C. Freytag with the collaboration of J. W. Schmidt, M. Mall, R. Kresse, T. Schwinghammer
- Heft Nr. 9/1983** – „Distribution of some groups of zooplankton in the inner Weddell Sea in summer 1979/80“ 1  
by I. Hempel, G. Hubold, B. Kaczmaruk, R. Keller, R. Weigmann-Haass
- Heft Nr. 10/1983** – „Fluor im antarktischen Ökosystem“ – DFG-Symposium November 1982 2  
zusammengestellt von Dieter Adelung
- Heft Nr. 11/1983** – „Joint Biological Expedition on RRS ‚John Biscoe‘, February 1982 (II)“ 1  
Data of micronekton and zooplankton hauls, by Uwe Piatkowski
- Heft Nr. 12/1983** – „Das biologische Programm der ANTARKTIS-I-Expedition 1983 mit FS ‚Polarstern‘“ 1  
Stationslisten der Plankton-, Benthos- und Grundscheppnetzfüge und Liste der Probenahme an Robben  
und Vögeln, von H. E. Drescher, G. Hubold, U. Piatkowski, J. Plötz und J. Voß
- \* **Heft Nr. 13/1983** – „Die Antarktis-Expedition von MS ‚Polarbjörn‘ 1982/83“ (Sommercampagne zur 1  
Atka-Bucht und zu den Kraul-Bergen), zusammengestellt von Heinz Kohnen
- \* **Sonderheft Nr. 2/1983** – „Die erste Antarktis-Expedition von FS ‚Polarstern‘ (Kapstadt, 20. Januar 1983 – 1  
Rio de Janeiro, 25. März 1983)“, Bericht des Fahrtleiters Prof. Dr. Gotthilf Hempel
- Sonderheft Nr. 3/1983** – „Sicherheit und Überleben bei Polarexpeditionen“  
zusammengestellt von Heinz Kohnen
- Heft Nr. 14/1983** – „Die erste Antarktis-Expedition (ANTARKTIS I) von FS ‚Polarstern‘ 1982/83“ 4  
herausgegeben von Gotthilf Hempel
- Sonderheft Nr. 4/1983** – „On the Biology of Krill *Euphausia superba*“ – Proceedings of the Seminar 7  
and Report of the Krill Ecology Group, Bremerhaven 12.–16. May 1983, edited by S. B. Schnack
- Heft Nr. 15/1983** – „German Antarctic Expedition 1980/81 with FRV ‚Walther Herwig‘ and RV ‚Meteor‘“ – 2  
First International BIOMASS Experiment (FIBEX) – Data of micronekton and zooplankton hauls  
by Uwe Piatkowski and Norbert Klages
- Sonderheft Nr. 5/1984** – „The observatories of the Georg-von-Neumayer-Station“, by Ernst Augstein
- Heft Nr. 16/1984** – „FIBEX cruise zooplankton data“ 1  
by U. Piatkowski, I. Hempel and S. Rakusa-Suszczewski
- Heft Nr. 17/1984** – „Fahrtbericht (cruise report) der ‚Polarstern‘-Reise ARKTIS I, 1983“ 2  
von E. Augstein, G. Hempel und J. Thiede
- Heft Nr. 18/1984** – „Die Expedition ANTARKTIS II mit FS ‚Polarstern‘ 1983/84“, 2  
Bericht von den Fahrabschnitten 1, 2 und 3, herausgegeben von D. Fütterer
- Heft Nr. 19/1984** – „Die Expedition ANTARKTIS II mit FS ‚Polarstern‘ 1983/84“, 4  
Bericht vom Fahrabschnitt 4, Punta Arenas–Kapstadt (Ant-II/4), herausgegeben von H. Kohnen
- Heft Nr. 20/1984** – „Die Expedition ARKTIS II des FS ‚Polarstern‘ 1984, mit Beiträgen des FS ‚Valdivia‘ 4  
und des Forschungsflugzeuges ‚Falcon 20‘ zum Marginal Ice Zone Experiment 1984 (MIZEX)“  
von E. Augstein, G. Hempel, J. Schwarz, J. Thiede und W. Weigel