

**Die Expedition ANTARKTIS-IV
mit FS „Polarstern“ 1985/86
Bericht von den Fahrtabschnitten ANT-IV/3–4**

**The Expedition ANTARKTIS-IV
of RV “POLARSTERN” 1985/86
Report of Legs ANT-IV/3–4**

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

Inhalt

	Seite
Einführung	7
Introduction	9
I. <u>Fahrtabschnitt ANT-IV/3 (Punta Arenas - Kapstadt)</u> (Fahrtleiter: D. K. Fütterer)	
1	<u>Marin-geowissenschaftliches Programm</u> 11
1.1	<u>Zusammenfassung und Fahrtverlauf</u> 11
1.2	Geophysical studies on the structure and development of the Weddell Sea continental margin 23
1.2.1	Previous marine seismic investigations 24
1.2.2	Geophysical instrumentation 25
1.3	Seismic measurements 28
1.3.1	Seismic processing aboard RV "Polarstern" 28
1.3.2	Previous seismic stratigraphic interpretations .. 30
1.3.3	Preliminary circum-Antarctic seismic strati- graphic concept 31
1.3.4	Interpretation and discussion of seismic lines collected during ANT-IV/3 35
1.3.5	Structure and geological development of the Weddell Sea continental margin from meridians zero to 50 °W 54
1.3.6	ODP-drilling in the Weddell Sea 57
1.4	Bathymetry of the Weddell Sea continental margin from 60 °W to 10 °E 58
1.5	Magnetics and gravimetry 60
1.5.1	Data aquisition and data processing 60
1.5.2	Geomagnetic investigations and interpretation... 64
1.5.3	Gravity measurements 66
1.5.3.1	Gravity connections 66
1.5.3.2	Gravity measurements at sea 71
1.5.3.3	Evaluation of the seagravimetric data 72
1.5.3.4	Interpretation of the gravimetric data 73
1.6	Continuous 3.5 kHz sub-bottem echo sounding..... 77
1.6.1	Data aquisition 77
1.6.2	Mapping of 3,5 kHz echo characters 78
1.7	Sedimentation processes at the Antarctic con- tinental margin 80
1.7.1	Sampling procedure 80
1.7.2	Preliminary results and interpretations 81
1.8	High resolution magnetostratigraphy of sediment cores 84
1.8.1	Sampling procedures and measurements 84
1.8.2	Magnetostratigraphic investigations 88

1.9	Benthic foraminifers in the eastern Weddell Sea .	89
1.9.1	Sample processing	90
1.9.2	Preliminary results	90
1.10	Physical oceanography	93
1.10.1	Instruments and methods	95
1.10.2	Field work	95
1.10.3	Preliminary results	96
1.11	Stationsliste ANT-IV/3	100
1.12	List of geophysical lines ANT-IV/3	108
1.13	List of sonobuoy stations	109
2	<u>Das Filchner-Schelfeis-Projekt (Filchner II) und die glaziologischen Arbeiten im Bereich des Ekström Schelfeises</u>	110
2.1.	Photogrammetrische Arbeiten 1985/86 im westlichen Neuschwabenland und auf dem Filchner Ronne Schelfeis	111
2.1.1	Ausrüstung und Aufnahmebedingungen	111
2.1.2	Operationsgebiete	113
2.2	Aerogeophysikalisch-glaziologischer Einsatz der Polar 2	113
2.2.1	Aerogeophysikalischer Einsatz von der Georg-von-Neumayer-Station	114
2.2.2	Aerogeophysikalischer Einsatz von der Filchner-Station	116
2.3	Geodätische Arbeiten	116
2.3.1	Glazialgeodätische Arbeiten auf dem Filchner Schelfeis	116
2.3.1.1	Traversengruppe	118
2.3.1.2	Fluggruppe	118
2.3.2	Glazialgeodätische Arbeiten auf dem Ekström Schelfeis	121
2.3.3	Positionsbestimmungen für Photogrammetrie u.a. ..	121
2.3.4	Navigation	123
2.3.5	Eiskantenaufnahme	124
2.4	Nivologische und Spurenstoff-glaziallogische Arbeiten auf der Filchner II-Traverse und dem Ekström Schelfeis	124
2.4.1	Filchner-II-Traverse	125
2.4.2	Ekström Schelfeis	126
2.5	Heißwasserbohrungen und geophysikalische Untersuchungen auf dem Filchner und Ekström Schelfeis	126
2.5.1	Heißwasserbohrungen auf dem Ekström Schelfeis ...	126
2.5.2	Eisdickenbestimmung im zentralen Bereich des Filchner-Ronne Eisschelfs durch Bohrungen	127

2.5.3	Reflexionsseismische Messungen auf dem Filchner-Ronne Schelfeis	128
2.5.4	Untersuchungen der inneren Strukturen im Ronne Eisschelf durch elektromagnetische Reflexionsmessungen	129
2.6	Reflexionsseismische Messungen auf dem Ekström Schelfeis mit einer repetitiven seismischen Quelle (Ice gun).....	130
2.6.1	Die seismische Quelle	130
2.6.2	Der Meßcontainer	131
2.6.3	Das Aufnehmersystem	131
2.6.4	Verlauf und erste Ergebnisse der Messungen	132
2.7	Arbeiten in den Observatorien der Georg-von-Neumayer-Station	133
3	<u>Die 2. Neuschwabenland-Expedition in die Kottas Berge</u>	134
3.1	Expeditionsverlauf	134
3.2	Geologische Übersicht und zusammenfassende Ergebnisse	137
3.2.1	Metasedimente	138
3.2.2	Metavulkanite	141
3.2.3	Hypabyssale Gesteine	142
3.2.4	Plutonite und Orthogneise	143
3.2.5	Granatamphibolite und Ultrabasite	144
3.2.6	Granulitfazielle Gebiete	144
3.2.7	Strukturgeologische Beobachtungen	147
3.2.8	Permische Sedimente und jurassische Dolerite	150
3.2.9	Schlußfolgerungen	151
3.3	Fauna und Flora	153
3.4	Reflexionsseismische Arbeiten während der Kottas- Traverse	153
3.5	Gletscherkundliche Untersuchungen in den Kottas Bergen	154
3.5.1	Glazialgeologisch-morphologische Beobachtungen ..	154
3.5.2	Glaziologische Arbeiten	156
3.5.3	Ablationsgebiete im Bereich der Kottas Berge	157
3.6	References ANT-IV/3	159

II. Fahrtabschnitt ANT-IV/4 (Kapstadt - Punta Arenas)
(Fahrtleiter: K. P. Koltermann)

4	Zusammenfassung und Fahrtverlauf	167
4.1	Wissenschaftliche Arbeiten	170
4.1.1	Verankerungsarbeiten	171
4.1.2	Hydrographische Arbeiten	172
4.1.2.1	Nährstoffe	173
4.1.3	Al-Si Dynamik	174
4.2	Marin-Geologische Untersuchungen	174
4.2.1	Wissenschaftliche Fragestellung	174
4.2.2	Geologische Probennahme	175
4.2.3	Erste Ergebnisse Profil Agulhas Becken - Weddell Becken	179
4.2.3.1	Sedimente	179
4.2.3.2	Biostratigraphie	182
4.2.4	Erste Ergebnisse zur Biostratigraphie am Maud-Rise	184
4.2.5	Planktonfänge	183
4.2.6	Shallow seismic investigations	187
4.2.7	Geothermische Arbeiten	188
4.2.8	Distribution of nannoplankton	190
4.2.9	Sedimenttrap experiments ..	190
4.3	Mapping and dredging at Atlantic Indic Ridge	191
4.4	Bathymetrie	192
4.5	Literatur	193
	Tab. 2 - Tab. 4	194
4.6	Stationsverzeichnis ANT-IV/4.....	200

Einführung

Die Expedition ANTARKTIS-IV mit FS "Polarstern" vom 3. September 1985 bis 30. April 1986 war in vier Fahrtabschnitte gegliedert. Über die wissenschaftlichen Arbeiten und den Verlauf der Fahrtabschnitte ANT-IV/1a - 1c (Bremerhaven - Las Palmas - Dakar - Rio de Janeiro) und ANT-IV/2 (Rio de Janeiro - Punta Arenas) ist schon in "Berichte zur Polarforschung", Heft 32, berichtet worden.

Im vorliegenden Heft wird über den Verlauf, die wissenschaftlichen Arbeiten sowie über erste Ergebnisse auf den beiden Fahrtabschnitten ANT-IV/3 und ANT-IV/4 berichtet.

Der Fahrtabschnitt ANT-IV/3 begann am 6. Dezember 1985 in Punta Arenas und führte mit einem sehr komplexen Programm aus Wissenschaft und Logistik in das östliche und südliche Weddellmeer. Eingebunden in das wissenschaftliche Programm waren auch die beiden Flugzeuge POLAR 2 und POLAR 4, die aerogeophysikalische und photogrammetrische Messungen durchführten sowie logistische Unterstützung für die verschiedenen Landoperationen gewährten.

Die wesentlichen Unternehmungen, die im Rahmen dieses Fahrtabschnittes erfolgreich durchgeführt werden konnten, waren

- die logistische Versorgung und Ausbau der "Georg-von-Neumayer-Station" sowie der Austausch der Überwinterungsmannschaft,
- die Durchführung eines glaziologischen und aerogeophysikalischen Meßprogrammes in der näheren und weiteren Umgebung der "Georg-von-Neumayer-Station",
- die Durchführung einer geowissenschaftlichen Überlandtraverse mit schweren Schneefahrzeugen von der "Georg-von-Neumayer-Station" in die 500 - 600 km südlich gelegenen Kottasberge,
- die logistische Versorgung der Filchner-Sommerstation auf dem Filchner-Ronne Schelfeis,
- die Durchführung der zweiten Meßphase (FILCHNER II) des glaziologischen "Filchner-Ronne Ice Shelf-Programms" (FRISP) zur Erfassung von Massenhaushalt und Bilanz des Filchner-Ronne Schelfeises,
- die Durchführung eines sehr umfangreichen marin-geophysikalischen Meßprogrammes mit MCR Seismik, Magnetik, Gravimetrie und Bathymetrie als Lokalisationserkundung für Forschungs-Tiefseebohrungen im Rahmen des internationalen "Ocean Drilling Program" (ODP), sowie
- die sedimentgeologische Beprobung auf ausgewählten Profilen vom Schelf bis in die Weddellmeer-Tiefsee zur Untersuchung der quartären Klimageschichte und Paläoozeanographie des Weddellmeeres.

Während die Überlandtraverse in die Kottasberge sowie das aerogeophysikalische Flugprogramm insgesamt planmäßig verlief, hatte das seegeophysikalische Programm mit den in diesem Jahr besonders ungünstigen Eisverhältnissen zu kämpfen. Dennoch

konnten 33 Meßprofile mit einer Gesamtlänge von mehr als 6.000 km mit digitaler Reflexionsseismik, Gravimetrie und weitgehend auch mit Magnetik vermessen werden. Mehr als die Hälfte der geophysikalischen Meßdaten konnte schon an Bord prozessiert und ausgewertet werden.

Dieser mit 98 Seetagen bisher längste Fahrtabschnitt mit seinen nicht immer einfachen Wetterbedingungen stellte an Wissenschaft und Mannschaft hohe persönliche Anforderungen. Kapitän L. Suhrmeyer, seinen Offizieren und der Mannschaft sei für den hohen persönlichen Einsatz, die stetige Unterstützung und die oftmals bewiesene Geduld, die für Durchführung und Gelingen der wissenschaftlichen Aufgaben notwendig war, ganz herzlich gedankt.

Der Fahrtabschnitt ANT-IV/4 begann am 18. März 1986 in Kapstadt und führte zunächst zu geologischen Dredgearbeiten für krustengeochemische Untersuchungen in den Bruchzonen am Atlantik-Indik-Rücken, östlich der Bouvet Insel. Ein weiterer Schwerpunkt wurde von sedimentgeologischen Beprobungen mit Großkastengreifer (GKG) und Schwere-/Kolbenlot auf einem meridionalen Profil vom Agulhas Becken zum Queen Maud Rise gebildet. Intensive geologische Beprobungen und bathymetrische Vermessungen wurden ebenfalls am Maud Rise durchgeführt.

Bei Position 62°1,5'S; 34°45,5'W wurde eine Jahresverankerung mit Strommessern und Sedimentfallen erfolgreich aufgenommen. Ozeanographische Verankerungsarbeiten und profilierende CTD-Messungen auf und zwischen den geowissenschaftlichen Stationsarbeiten vervollständigen das wissenschaftliche Programm.

Dieser Fahrtabschnitt endete am 29. April 1987 in Punta Arenas/Chile. Alle Eingeschifften danken Kapitän Greve und seiner Besatzung für die ausgezeichnete Unterstützung bei den wissenschaftlichen Arbeiten und für die herzliche Gastfreundschaft an Bord während eines von häufigem Schlechtwetter begleiteten Fahrtabschnittes.

Introduction

The Antarctic "Polarstern" expedition from 3rd September 1985 to 30th April 1986 was subdivided into four legs. The scientific and cruise reports from Leg ANT-IV/1a - 1c (Bremerhaven - Las Palmas - Dakar - Rio de Janeiro) and ANT-IV/2 (Rio de Janeiro - Punta Arenas) have already been published in "Berichte zur Polarforschung" vol. 32.

This volume contains the cruise reports, scientific reports as well as the first results of both legs ANT-IV/3 and ANT-IV/4.

Leg ANT-IV/3 began on the 6th December, 1985 in Punta Arenas and comprised a scientifically and logistically complex programme in the southern and eastern Weddell Sea. The POLAR 2 and POLAR 4 aeroplanes were an integral part of the scientific programme, conducting aerogeophysical and photogrammetry measurements. They also provided support for various land operations.

The most important programmes which were successfully completed during this leg were:

- the logistical supplying and extension of the "Georg-von-Neumayer-Station" including the exchange of the overwintering team,
- the execution of a glaciological and aerogeophysical programme of measurements in the vicinity of the "Georg-von-Neumayer-Station",
- the execution of a wide-ranging geological land traverse using heavy snow vehicles from the "Georg-von-Neumayer-Station" to the Kottas Mountains 500 - 600 km to the south,
- the logistical supplying of the Filchner Summer Station on the Filchner-Ronne Ice Shelf,
- the execution of the second phase (FILCHNER II) of the glaciological "Filchner-Ronne Ice Shelf-Programme" (FRISP) to quantify the mass budget and mass balance of this ice shelf,
- the execution of an extremely comprehensive marine geophysical measurement programme using MCR seismics, magnetics, gravimetry and bathymetry as part of a pre-site survey for the Ocean Drilling Program (ODP), including
- the sedimentological sampling of specific profiles from the shelf to the Weddell Sea deep basin in order to investigate the Quaternary climate and palaeoceanography of the Weddell Sea.

Although the land traverse to the Kottas Mountains and the aerogeophysical programme ran according to plan, severe ice conditions caused problems for the marine geophysical programme. Despite this, 33 profiles with a total length of 6000 km could be run using digitalised seismic reflection, gravimetry as well as extensive magnetics. More than half the geophysical data was processed already on board.

This was, to date, the longest leg, lasting for 98 days and because of the difficult weather conditions, made great personal demands on the scientists and crew. Our special thanks go to Captain Suhrmeyer und his officers and crew for their personal engagement, constant support and patience which were necessary for the execution and success of the scientific tasks.

Leg ANT-IV/4 began in Cape Town on the 18th March, 1986. The first scientific project concerned dredging on the Atlantic-Indian Ridge east of Bouvet Island for geochemical investigations of the oceanic crust. Another scientific project consisted of taking sedimentological samples using a giant box corer (GKG) and gravity and piston cores along a meridional profile from the Agulhas Basin to the Maud Rise. Intensive geological sampling and bathymetric measurements were also carried out on the Maud Rise.

A year-long mooring consisting of current meters and sediment traps was successfully retrieved from a position in the Weddell Sea, 62°16,5'S; 34°45,5'W. Oceanographic moorings and CTD measurements along a profile to and between the geological stations completed the scientific programme.

This leg ended on the 29th April 1987 in Punta Arenas, Chile. All participants of this leg extend their thanks to Captain Greve and his crew for their excellent support during the scientific programme and their hospitality on board during this "bad weather" leg.

I. Fahrtabschnitt ANT-IV/3 (Punta Arenas - Kapstadt)

1 Marin-geowissenschaftliches Programm

1.1 Zusammenfassung und Fahrtverlauf (D. Fütterer)

Am 6. Dezember 1985, morgens um 7.30 Uhr, legt FS "Polarstern" von der Bunkerpier von Cabo Negro ab und läuft durch die Magellan Straße nach Osten und weiter mit Kurs 115° Richtung "Georg-von-Neumayer-Station" in den offenen Atlantik hinaus.

Schon am 02.12. hatten auf der Reede von Punta Arenas die umfangreichen Installationsarbeiten für die Seegeophysik auf dem Schiff begonnen und waren besonders die gravimetrischen Anschlußmessungen durchgeführt worden. Vom ruhigen Wetter begünstigt konnten die Einrichtung der Labors sowie die Vorrichtungsarbeiten an Deck in den ersten Reisetagen zügig fortgeführt und abgeschlossen werden.

Am 08.12. wurde bei 55°35'S, 55°02'W die Antarktische Konvergenz passiert die - wie die Registrierungen im weiteren Fahrtverlauf zeigten - in diesem Bereich starke Verwirbelungen aufweist. Am 10.12. wird bei 59°44'S, 35°19'W das erste Treibeis mit 4-6/10 Bedeckung passiert, das sich rasch auf 8-10/10 Bedeckung verdichtet. Die Messungen mit dem Fächer-echolot SEABEAM und dem niederfrequenten Sedimentecholot werden am gleichen Tag bei 60°S, 34°W aufgenommen. Mit eisbedingt ständig wechselnden Kursen (Abb. 1) wird die in den GEBCO Karten zwischen 65° und 67°S, 23° und 26°W eingezeichnete Kette des Islas Orcadas Seamounts mit dem Fächerecholot überlaufen. Die ganze Region wird von einer einförmigen, ungestörten Tiefsee-Ebene eingenommen, die untermeerischen Kuppen der Islas-Orcadas Seamounts existieren nicht!

Am 12.12. wird bei 65°04'S, 27°48'W, der Position eines Bohrvorschlages für das Ocean Drilling Program (ODP-W5), in einer größeren Wake eine geologische Beprobungsstation mit Schwerelot und Kastengreifer gefahren. Die gleichen Geräte kommen auch am folgenden Tag bei 67°51'S, 20°43'W (entsprechend ODP-W5A) zum Einsatz.

Am 14.12. hat Polarstern den dichten Treibeisgürtel passiert und gelangt bei 69°35'S, 11°35'W in das offene Wasser der Küstenpolynya. Um 11.30 Uhr wird die Atka Bucht erreicht, die noch eine mächtige geschlossene Meereisdecke trägt. Fünf Stunden boxt sich FS "Polarstern" mühsam durch einige hundert Meter Presseisrücken bis ein günstiger Entladeplatz erreicht ist. Unter schwierigen Bedingungen werden an den folgenden Tagen Fahrzeuge, Ausrüstungs- und Versorgungsgüter, die für die anstehende Expedition in die Kottas Berge und für Baumaßnahmen an der Station dringend benötigt werden, entladen und ca 20 km über das Meereis zur "Georg-von-Neumayer-Station" gebracht.

Am Morgen des 17.12. bricht sich "Polarstern" aus dem Eis der Atka Bucht frei und läuft nach Westen zum Kontinentalrand vor Kapp Norvegia, da wegen der ungünstigen Eislage im Maud Rise-Gebiet nicht gearbeitet werden kann. Nach Justierung des seismischen Streamers beginnt vor Kapp Norvegia die Vermessung des ersten seismischen Profils (86-001). Unerwartet dichte Eisbedeckung zwingt zu ständigen Kursänderungen und schließlich zum Abbruch der Messungen.

Um die Zeit trotz der ungünstigen Eislage zu nutzen, werden an den folgenden Tagen geologische Beprobungsarbeiten auf Profilen vom Schelf über den Kontinentalhang durchgeführt (Abb. 3 Profil bis Lyddan $71^{\circ}50'S, 19^{\circ}00'W$; $72^{\circ}20'S, 16^{\circ}46'W$).

Am 21.12. wird die seegeophysikalische Profilmfahrt wieder aufgenommen und trotz schwierigster Eisverhältnisse werden mit Hilfe von intensiver Eisaufklärung durch die bordeigenen Helikopter die Profile 86-002, 86-003, 86-004 und 86-005 mit eisbedingten ständig wechselnden Kursen abgelaufen. Am 24.12. erzwingt die Eislage wiederum den Abbruch der seismischen Profilmfahrt. Es folgen an den nächsten Tagen wieder geologische Beprobungen auf dem Profil Ekström und Profil Atka Bucht (Abb. 4 und 5), die am 30.12. jedoch wegen Schwerwetter zeitweise eingestellt werden müssen, da das Schiff in der Eisdrift nicht auf Position zu halten ist.

Nach einem Treffen mit der britischen RRS "Bransfield" in der Silvesternacht vor der Atka Bucht und der Übernahme von Treibstoff am 1.1.86 werden in einem zweiten Anlauf vom 2.1. bis 5.1.86 Versorgungs- und Entladearbeiten für die "Georg-von-Neumayer-Station" unter äußerst schwierigen Umständen über das schon sehr mürbe Meereis der Atka Bucht durchgeführt. Nach der Anbordnahme von Teilnehmern, Maschinen und Ausrüstung für das glaziologische Filchner Programm läuft "Polarstern" am 5.1. aus der Atka Bucht mit Kurs SW ab. Mit geophysikalischer Profilmfahrt werden bis zum 9.1. ca. 700 km MCR Seismik ohne wesentliche Probleme durchgehend vermessen.

Am 9.1. wird die britische Station Halley angelaufen, um ein Treibstoffdepot für die DO-228 Flugzeuge anzulegen. Zahlreichen Expeditionsteilnehmern wird Gelegenheit zum Besuch der Station gegeben. Nach einigen Stunden läuft "Polarstern" ab zur Filchner Station und macht dort an der Kante des Filchner-Ronne Eisschelfs am 11.01. auf Position $76^{\circ}54'S, 50^{\circ}25'W$ fest. Die Inbetriebnahme und Versorgung der Filchner-Ronne Station sowie die wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Eisschelf binden das Schiff auf dieser Position bis zum 14.01.86.

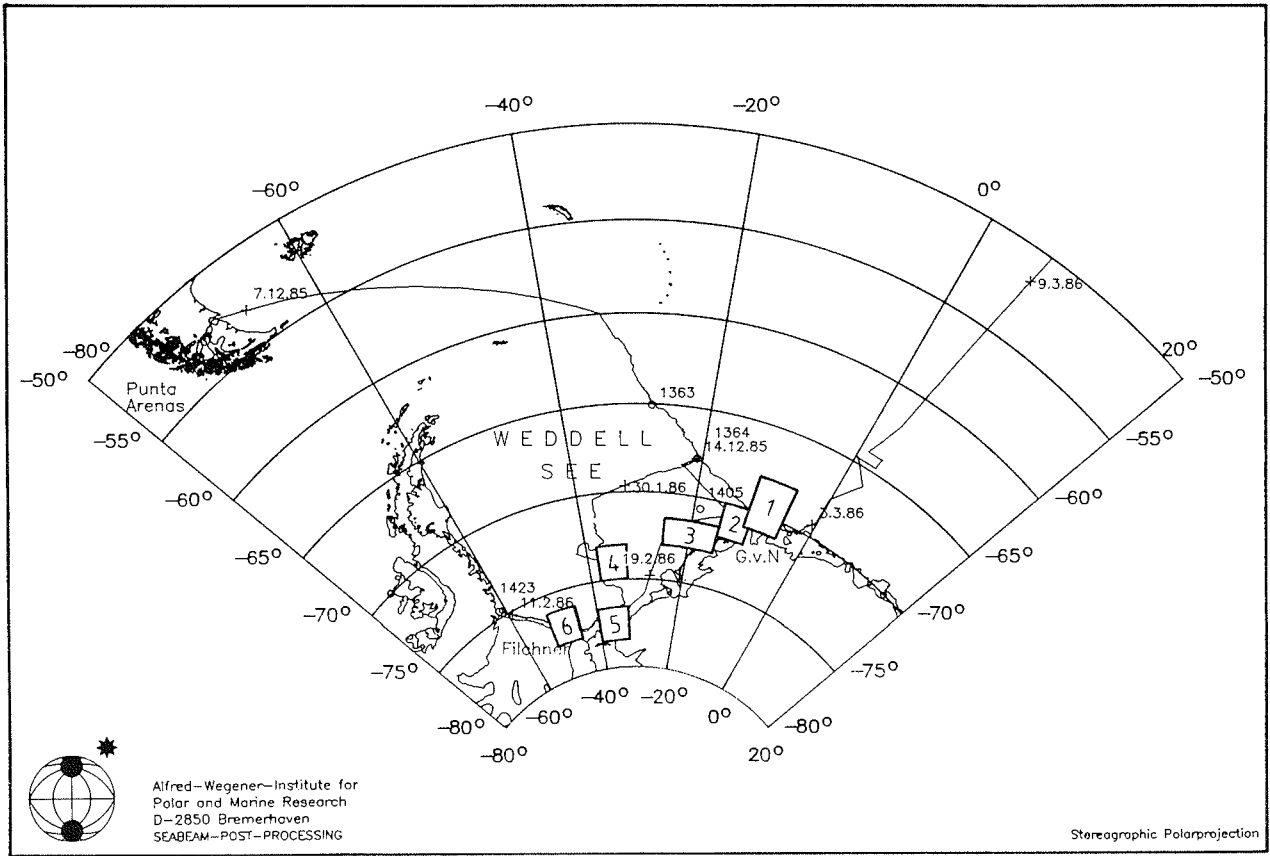


Abb. 1: Übersicht über Fahrtroute und Arbeitsgebiete während ANT-IV/3. Die Ziffern 1 bis 6 beziehen sich auf die Detailkarten der Abbildungen 2 bis 8.

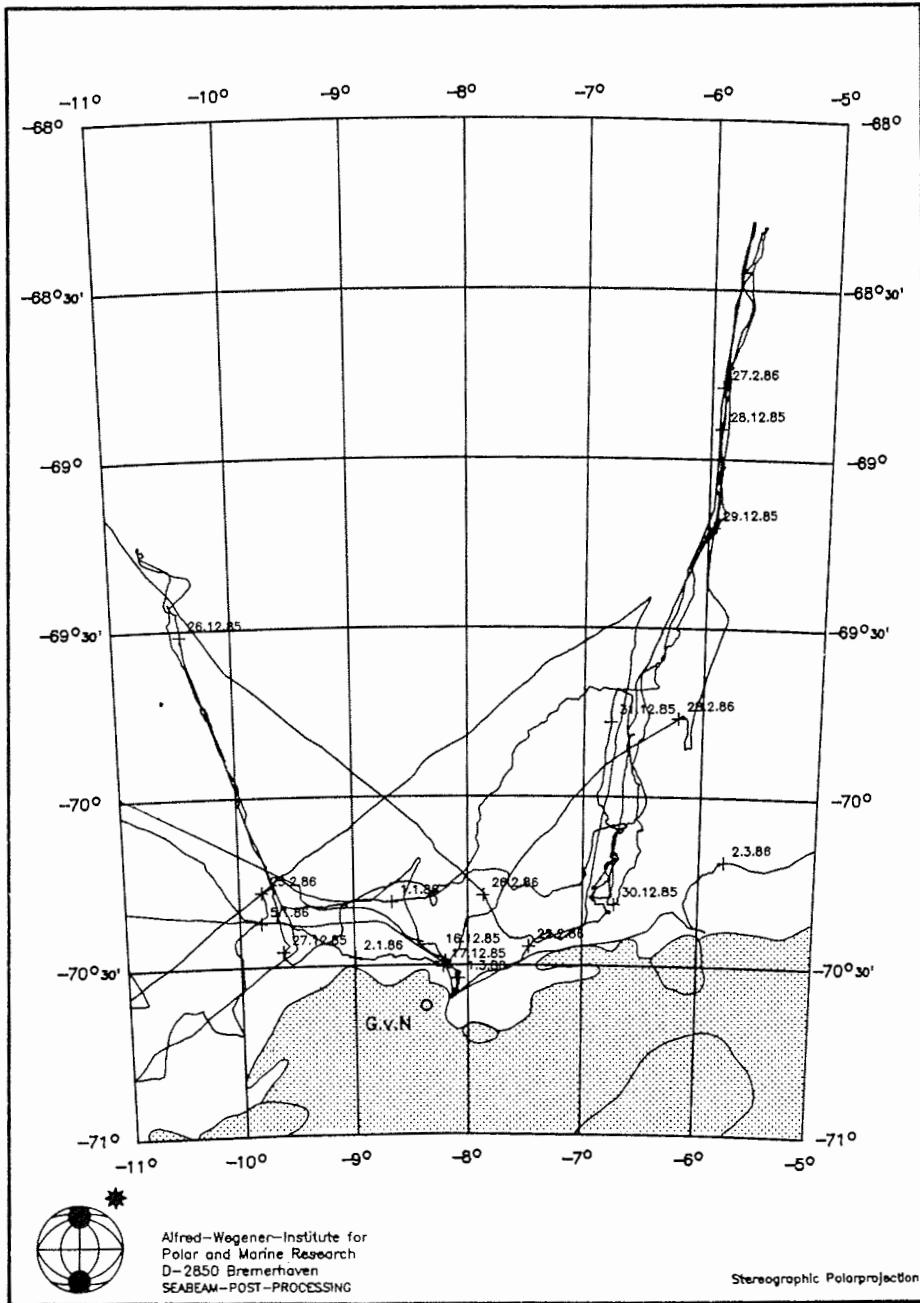


Abb. 2: Arbeitsgebiet 1 aus Abb. 1 mit den Fahrtrouten von FS "Polarstern" im Bereich der "Georg-von-Neumayer-Station"

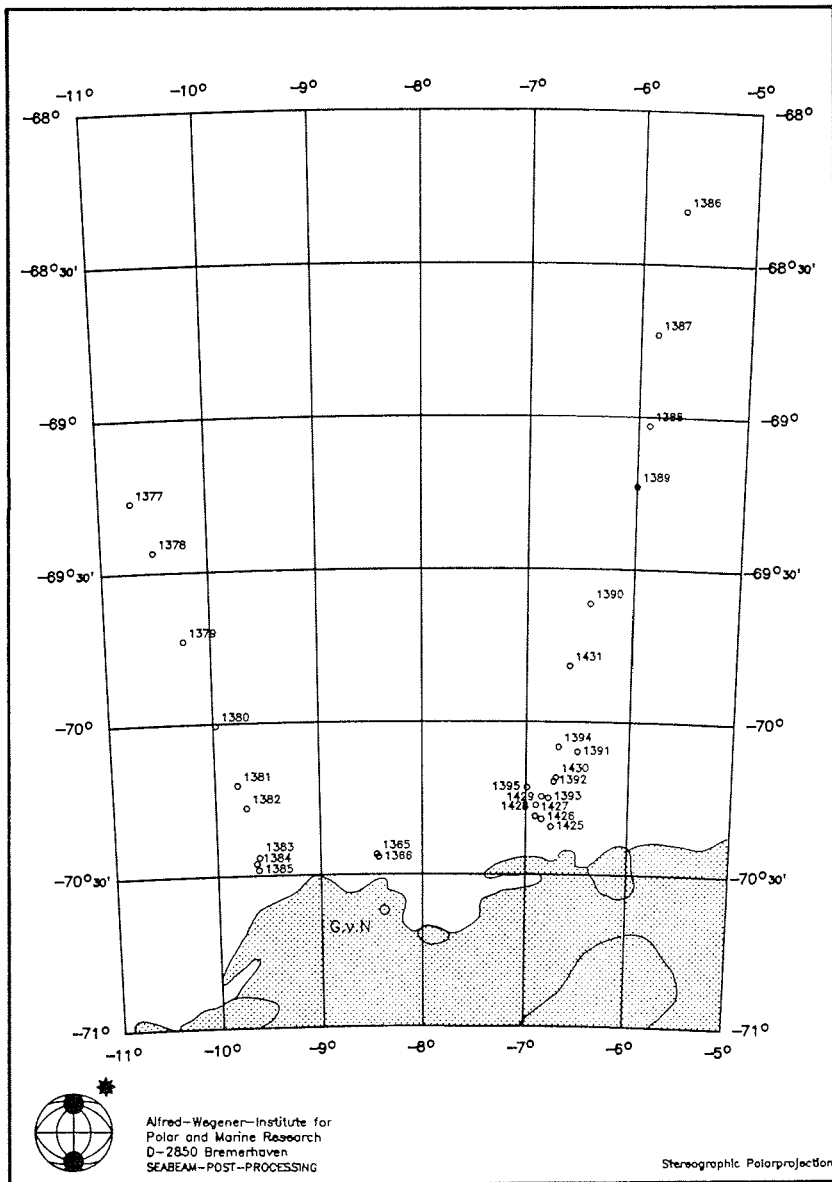


Abb. 3: Arbeitsgebiet 1 aus Abb. 1 mit Lage der geologischen Probenstationen in den Profilen Ekström und Atka Bucht nördlich der "Georg-von-Neumayer-Station"

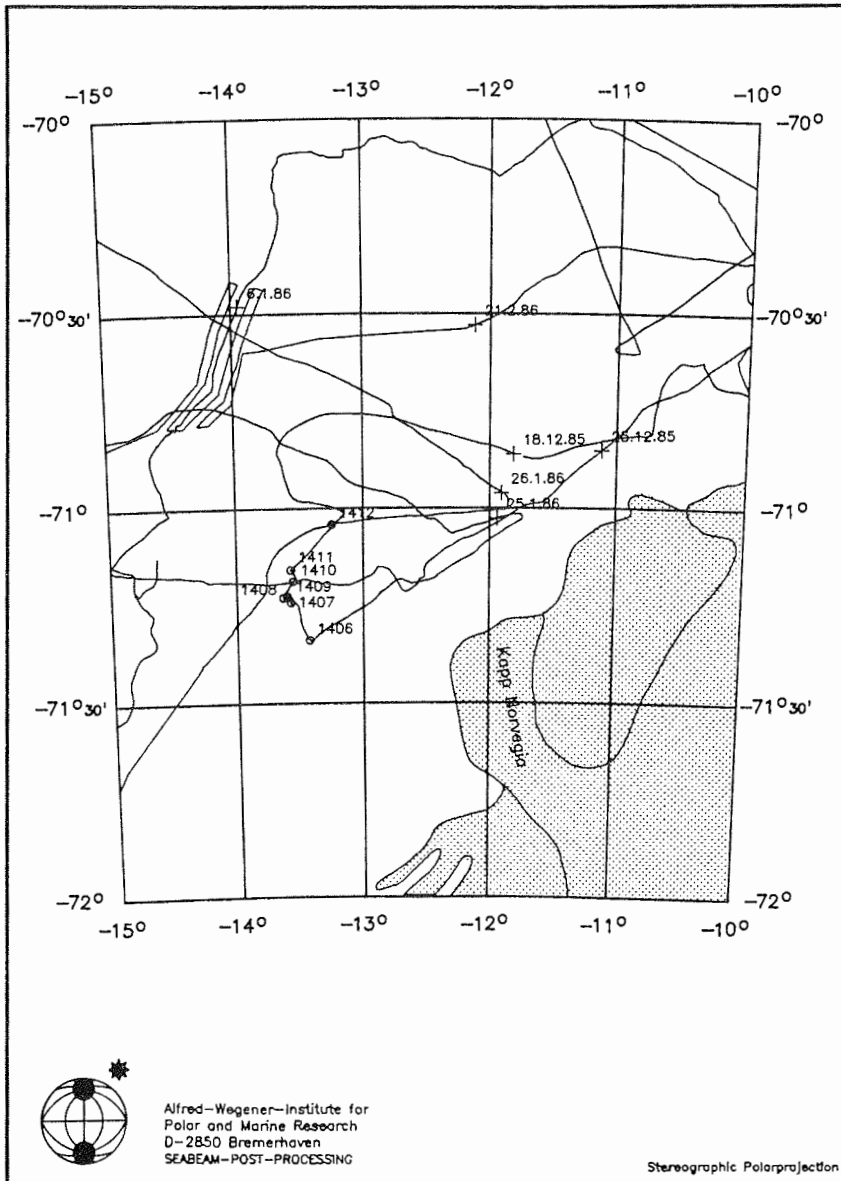


Abb. 4: Arbeitsgebiet 2 aus Abb. 1 mit den Fahrtrouten von FS "Polarstern" und Lage der geologischen Stationen nördlich Kapp Norvegia

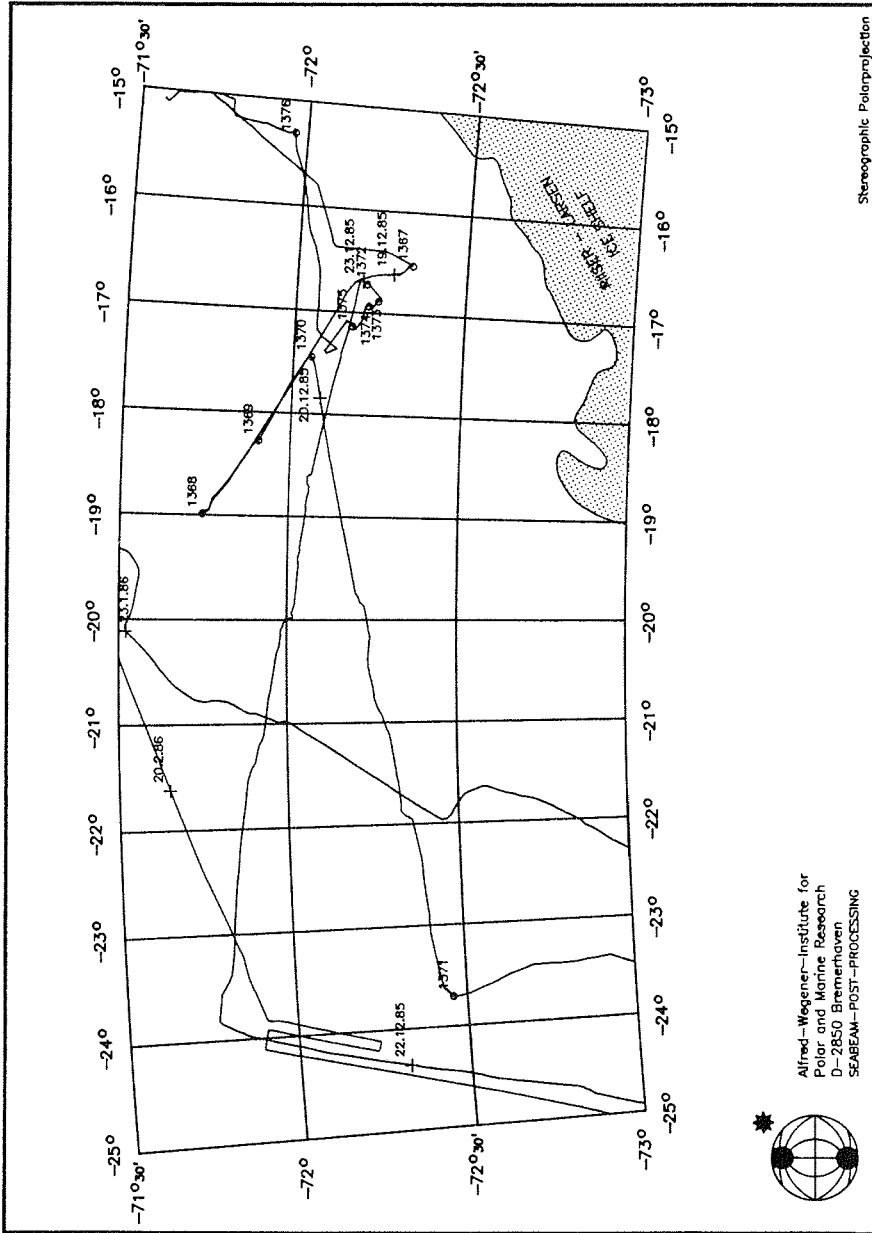


Abb. 5: Arbeitsgebiet 3 aus Abb. 1 mit den Fahrtrouten von FS "Polarstern" und Lage der geologischen Stationen mit Profil Lyddan.

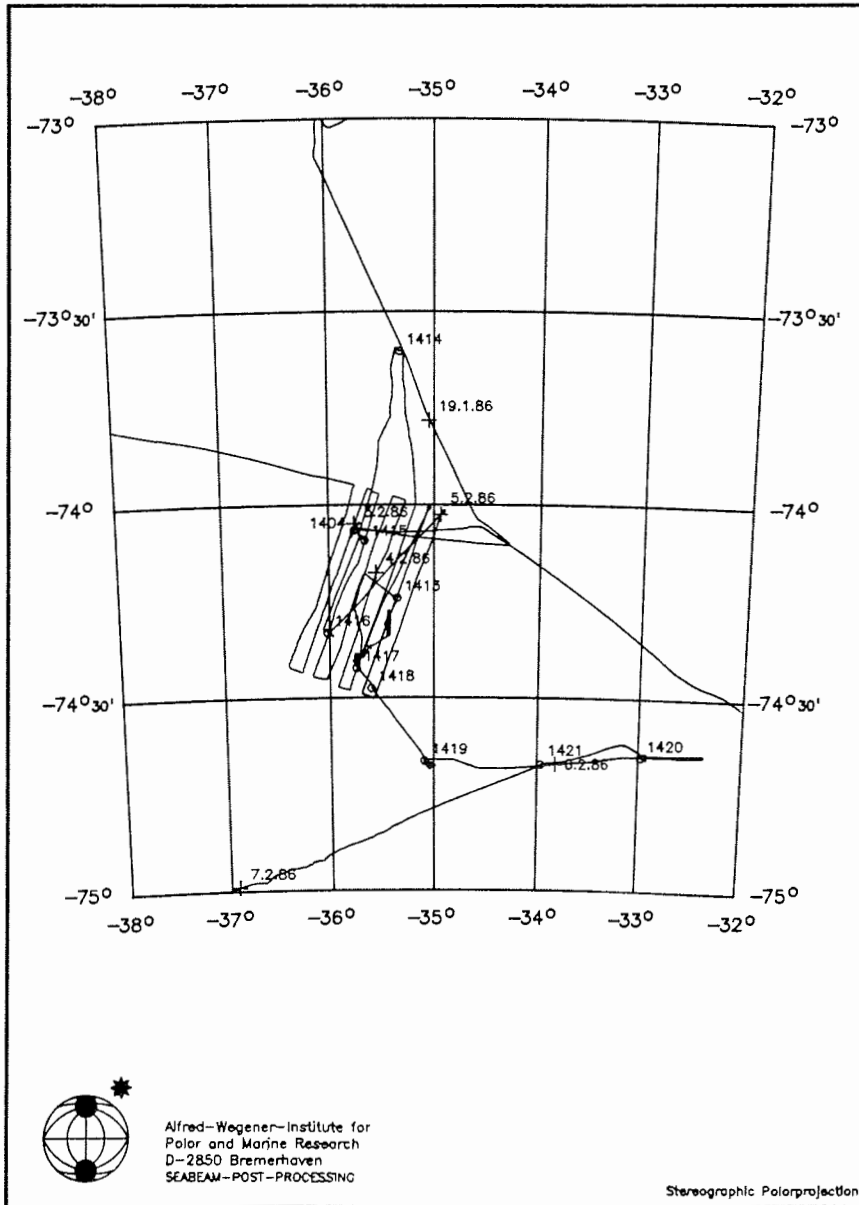


Abb. 6: Arbeitsgebiet 4 aus Abb. 1 mit Fahrtroute der "Polarstern" und Lage der geologischen Probenstationen nördlich der Filchner Depression

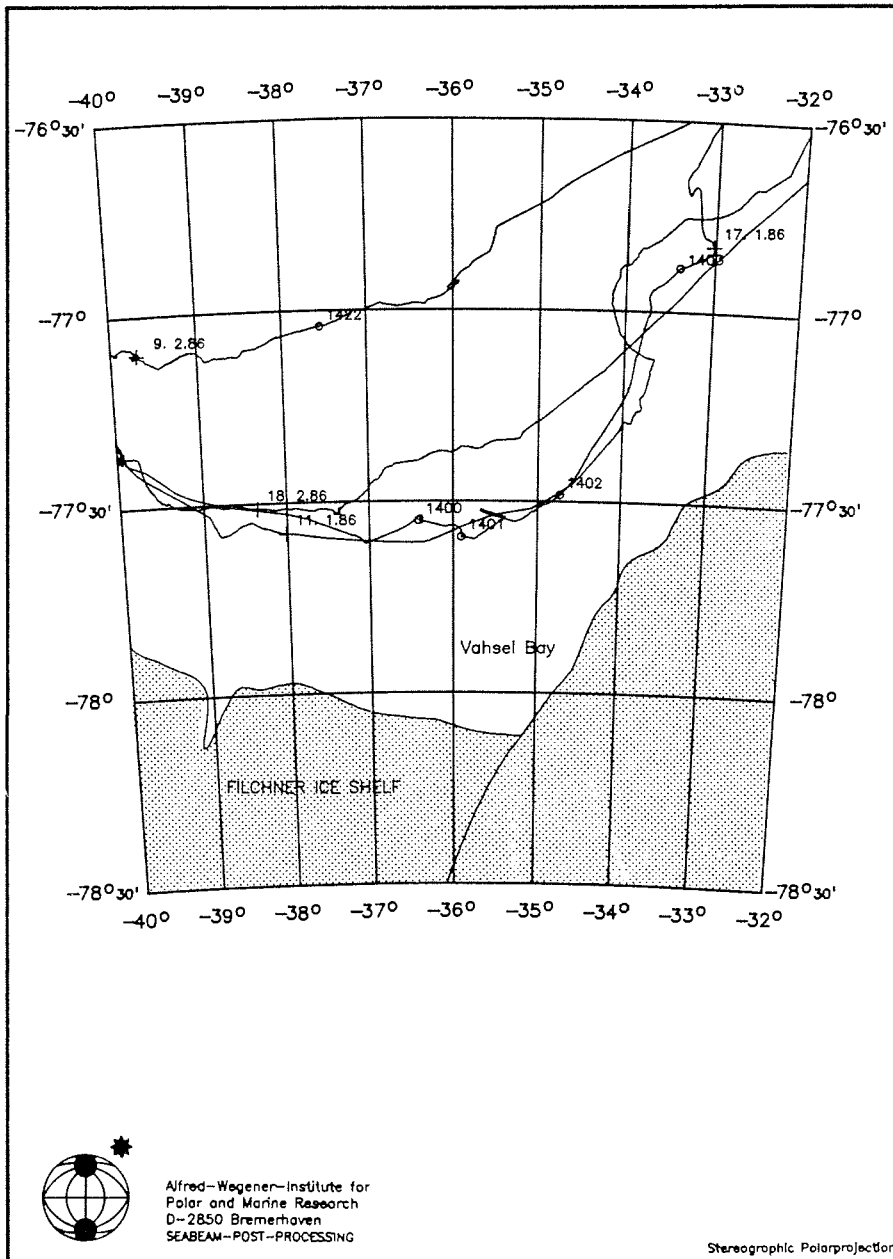


Abb. 7: Arbeitsgebiet 5 aus Abb. 1 mit Fahrtroute der "Polarstern" und geologischen Probenstationen in der Vahsel Bucht und Filchner Depression

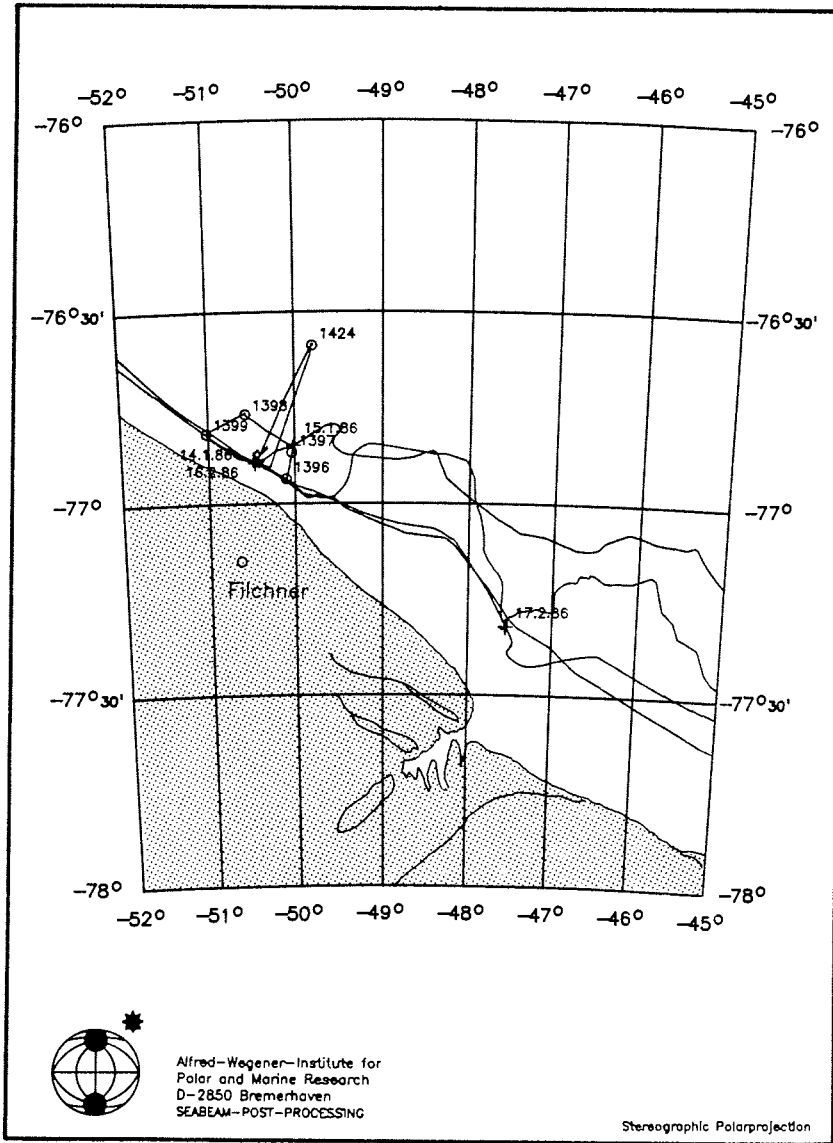


Abb. 8: Arbeitsgebiet 6 aus Abb. 1 vor dem Filchner Schelfeis mit Fahrtrouten der "Polarstern" und geologischen Probenstationen.

Am 15.01. läuft "Polarstern" auf Profilmfahrt (86-010) durch die Küstenpolynya vor Berkner Island. Die stark kompaktierten Sedimente verursachen starke Mehrfachreflexionen, so daß nur unbefriedigende Ergebnisse erzielt werden. Im Bereich der Filchner Depression und der Vahsel Bucht werden am folgenden Tag geologische Stationsarbeiten durchgeführt (Abb. 7).

In der folgenden Zeit vom 17.01. bis zum 02.02. werden fast ohne Unterbrechungen die geophysikalischen Profile 86-011 bis 86-022 abgefahren (Abb. 9). Günstigere Eisbedingungen und intensive Hubschrauberaufklärung, aber besonders die zunehmende Erfahrung, wann die Eisverhältnisse wirklich einen Abbruch einer Meßfahrt erfordern, haben hierzu beigetragen. Dabei mußten natürlich häufige Kursänderungen, bzw. auch weite Abweichungen vom Sollkurs in Kauf genommen werden. Häufig mußte auch mit verkürztem Erregersystem und ohne Gradientenmagnetometer gemessen werden.

Am 2. und 3. Februar werden am nördlichen Rand der Filchner Depression (Arbeitsgebiet 4, Abb. 6) bathymetrische Flächenkartierungen und geologische Beprobungen durchgeführt. Darüber hinaus werden 4 ozeanographische Verankerungssysteme, die im Vorjahr vom norwegischen Forschungsschiff "Andenes" ausgelegt worden waren, erfolgreich geborgen.

Aus diesem Arbeitsgebiet läuft "Polarstern" in der Nacht zum 4. Februar mit südwestlichem Kurs durch teilweise schweres Packeis, besonders am Horn von Drushnaya, in die Küstenpolynya und weiter bis zur Antarktischen Halbinsel. Bei Lufttemperaturen von -20° C bildet sich in der Küstenpolynya rasch eine geschlossene Neueisdecke. Dennoch kann ein geophysikalisches Profil von der Antarktischen Halbinsel bis zur Höhe der Filchner Station vermessen werden.

Vom 12.02. bis 16.02. erfolgt die Übernahme der Wissenschaftler, die am glaziologischen Programm und an der Station tätig gewesen waren und ihrer Fahrzeuge. Ein technischer Defekt an einem der Flugzeuge bindet "Polarstern" zur technischen Unterstützung länger als geplant. Die Wartezeiten wurden für geologische Beprobung genutzt (Abb. 8).

Am 16.02. läuft "Polarstern" vom Filchner-Ronne Eisschelf ab mit Kurs auf die "Georg-von-Neumayer-Station". Starke Eispresungen verhindern ein zügiges Vorankommen vor Berkner Island. An der russischen Sommerstation Drushnaya wird am 17.02. ein Treibstoffdepot gewartet und erweitert. Die gegenseitigen Informationsbesuche verlaufen in der gewohnten herzlichen und freundschaftlichen Atmosphäre.

Dichter Nebel, Schneeschauer und eine starke Dünung begleiten "Polarstern" auf der Weiterfahrt. Ein geplantes Anlaufen der britischen Station Halley muß unterbleiben, da Seegang und Nebel ein Anlegen des Schiffes ebenso unmöglich machen wie den Einsatz der Helikopter. Am Morgen des 21.02. wird die inzwischen völlig eisfreie Atka Bucht erreicht. Die glaziologischen Arbeitsgruppen verlassen das Schiff, um die verblei-

bende Zeit auf dem Ekströmeis zu nutzen. An der Schelfeiskante werden Treibstoff und die restlichen Versorgungsgüter für die kommende Überwinterung entladen. Im Laufe dieses Tages trifft auch die Mannschaft der geowissenschaftlichen Kottasexpedition erschöpft aber gesund und wohlbehalten wieder an der "Georg-von-Neumayer-Station" ein.

Am Abend des 21.02. läuft "Polarstern" von der Atka Bucht ab, um über dem Kontinentalhang vor dem Ekström Eisschelf einen weiteren geophysikalischen Site-Survey für das Ocean Drilling Program durchzuführen.

Unter wieder einmal widrigen Eis- und Wetterverhältnissen mit Nebel und Sturm können bis zum 27.02. die Profile 86-25/26/27 und 28 digitaleisemisch vermessen werden. Diese für die außenbords geschleppten Meßsysteme risikoreichen Fahrten im Treibeis mit 4/10-6/10 Bedeckung zehren an den Nerven und Kräften von Schiffsführung und Wissenschaft.

Besonders die Dunkelheit zwischen 21.00 und 03.00 Uhr morgens macht sich bei der Eisfahrt mit den geschleppten Systemen sehr negativ bemerkbar. Ein letztes geologisches Probenprofil wird mit Kastengreifer und Schwerelot am 26.02. erfolgreich abgeschlossen.

Am 28.02.1986 macht "Polarstern" an der Schelfeiskante in der Atka Bucht fest. Die Einschiffung der Überwinterer und der Sommerarbeitsgruppen mit ihrer Ausrüstung sowie die letzten Versorgungs- und Entsorgungsmaßnahmen für die "Georg-von-Neumayer-Station" erfolgen zügig am 28.02. und 01.03.1986. Nach Verabschiedung der "neuen" Überwinterer läuft "Polarstern" ab zum Fimbul Eisschelf, um dem südafrikanischen Versorgungsschiff "Agulhas" beim Absetzen von schweren Fahrzeugen und Maschinen für die Station Sanae zu helfen.

Dieses Unternehmen muß am 02.03. abgebrochen werden, da auch für die Hebezeuge der "Polarstern" die 20 m hohe Schelfeiskante ein unüberwindliches Problem darstellt.

"Polarstern" läuft von der südafrikanischen Station Sanae ab zum Maud Rücken und vermißt auf der Anfahrt entlang des 0° Meridians ein MCR Profil (86-29), um den Verlauf einer Bruchzone in diesem Bereich besser zu fassen.

Auf dem Maud Rücken werden vom 04.03. bis 06.03.1986 vier Profile (86-30/31/32/33) mit einer Gesamtlänge von 450 km mit MCR Seismik, Gravimetrie und Magnetik zur Festlegung einer geeigneten ODP-Bohrlokation vermessen. Das seismische Meßprogramm wird am 06.03.1986 um 12.41 Uhr beendet. Beim Ablaufen nach Kapstadt werden die magnetischen und gravimetrischen Messungen bis zum 11.03. kurz vor Kapstadt fortgesetzt.

Im dichten Nebel macht "Polarstern" nach 98 Seetagen am Morgen des 13.03. um 10.00 Uhr im Hafen von Kapstadt fest.

1.2 Geophysical studies on the structure and development of the Weddell Sea continental margin (K. Hinz)

It has been proposed that scientific drilling be carried out in the Weddell Sea on "Joides Resolution"'s Leg 113 of the Ocean Drilling Program (ODP) in order to investigate the following principal problems:

- the timing of the Gondwana fragmentation that were associated with the separation of Antarctica and Africa;
- the tectonic and magmatic-volcanic processes that were associated with the separation of Antarctica and Africa;
- the nature, age and origin of regional seismic unconformities;
- the depositional environment during the Antarctic-African fragmentation and the history of sedimentation in the Weddell Sea and on the East Antarctic continental margin;
- the paleoclimatic and paleoglacial evolution of Antarctica;
- the geological nature of submarine plateaus, e.g. Maud Rise and Astrid Ridge;
- the exact location of the boundary between continental and oceanic crust, and the nature of positive magnetic slope anomalies.

Based on single channel seismic data of RV "Ara Islas Orcadas", and multichannel seismic data of the BGR-Antarctic cruise 1978, the JOIDES Southern Ocean Panel has selected four potential areas for ODP Leg 113, scheduled for January and February 1987, which need additional site surveys. These areas are:

- the Caird Coast continental margin,
- the Weddell Sea basin,
- the Maud Rise and the Astrid Ridge.

The Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) agreed to carry out these geophysical site surveys in co-operation with the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (AWI) which provided RV "Polarstern" for Leg ANT-IV/3 Weddell Sea investigations.

The main objective of the geophysical studies on the continental margin of the Caird Coast and off Queen Maud Land was, to find suitable and safe drilling locations where the following scientific problems can be addressed:

Nature and age of the distinct "Weddell Sea unconformity" which is tentatively interpreted as the break-up unconformity, and the nature and age of the EXPLORA wedge, which is characterized by a suite of seaward dipping reflectors. The lithostratigraphy and the biostratigraphy, and the depositional environment of (?) Mesozoic to Pleistocene sediments at high latitudes, and the age and nature of regional seismic markers and/or seismic unconformities.

Further objectives were to run geophysical reconnaissance profiles across the approximately north-south trending boundaries of specific tectonic provinces, e.g. the Ronne Synclise, the Luitpold Ridge and the Brunt Megatrough. Regional geophysical and geological surveys carried out by Russian scientists have resulted in the delineation of these tectonic provinces for the Weddell Sea basin (Masolov, 1980).

On the Maud Rise, a drilling location had to be found where the Early Cenozoic and older biogenic carbonate section is expected to be relatively free of dissolution effects and terrigenous influence.

The objective of the proposed ODP drill site in the central Weddell Sea basin, where sediments presumably are mainly turbiditic and the seafloor lies below the present carbonate compensation depth, is to understand the history of Antarctic Bottom Water (AABW) formation, how bottom water influences turbidite deposition, and how turbidite production is influenced by glaciation.

In order to extrapolate our new seismic stratigraphic concept, suggested for the Antarctic continental margins, we planned to survey a long seismic line from the continental margin of the Caird Coast to the southern part of line BGR 78-002, (approximately 69°30'S/19°00'W, Hinz and Krause 1982).

At this location oceanic crust of approximately magnetic anomaly M 17 age (approx. 135 m.y.B.P.) is expected (LaBrecque and Barker, 1981). Our still unproven seismic stratigraphic concept was originally developed for the Ross Sea (Hinz and Block, 1984), and used for the South Tasman Rise and off western Tasmania (Hinz and Willcox, 1985) with few modifications later.

1.2.1 Previous marine seismic investigations (K. Hinz)

Marine geophysical investigations of the southern Weddell Sea started in the mid 1970's. During the "Ara Islas Orcadas" cruises 12 and 15 some single channel reflection seismic lines were recorded off Queen Maud Land (Gordon & LaBreque, 1977). The first multichannel seismic reconnaissance survey in the Weddell Sea took place as part of the Norwegian Antarctic Research Expedition (NARE) in 1976-1977 (Haugland, 1982; Orheim, 1977; Fossum et al., 1982). During this cruise approximately 1000 km of 16-channel data were recorded on the continental slope and shelf between longitudes 8°W and 40°W.

In 1978 the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) collected 5854 km of 48-channel data off Queen Maud Land between longitudes 20°E and 30°W (Hinz, 1978; Hinz & Krause, 1982, Hinz, 1984). From these data it was recognized that the continental margin of Queen Maud Land consists of two units: a flat lying and tectonically undisturbed upper unit up to 3 seconds (TWT) thick, comprising several regional seismic

sequences, and a consolidated (v_p 4 km/s) lower unit. The distinct "Weddell Sea unconformity", tentatively identified as Jurassic in age, separates these units. The dominant feature of the lower unit is the elongated Explora-Wedge which is characterized by a very thick suite of seaward dipping reflectors. The northeast-southwest trending Explora-Escarpment, discovered between 69.5°S / 8°W and 72.5°S/25°W probably lies along the edge of continental crust.

During the Norwegian Antarctic Research Expeditions in 1978/1979 and 1984/1985 approximately 4000 km of seismic data with a coverage of 800 % and 1200 % respectively have been acquired mainly in the southern Weddell Sea (Haugland, Kristoffersen et al., 1985; Fossum et al., 1982). From these data it appears that the Explora Escarpment forms the northern boundary along an "outer basement high" (Hinz & Krause, 1982) which is continuous in a westsouthwest direction at least to latitude 38°W. Sediment thicknesses of more than 5000 meters and a submarine fan complex - the Crary Fan - have been observed on the southeastern margin of the Weddell Sea Embayment

The U.S.S.R. collected 12-channel seismic data (Grikurov, personal communication, 1982) off the Ronne and Filchner Ice Shelves, but no results are available. In addition deep seismic soundings were carried out around Berkner Island (Petrik, Sergejev et al., 1983).

In austral summer 1982/1983 the RV "Hakurei Maru" from the Japan National Oil Corporation acquired approximately 1500 km of 24-channel data in the Weddell Sea (Okuda et al., 1983).

Some 1000 km 10-channel seismic measurements were carried out off the Ronne and Filchner Ice Shelves during cruise ANT-II/4 of RV "Polarstern" (Kohnen, 1984).

1.2.2 Geophysical instrumentation

Airgun system: A tuned linear array consisting of 10 airguns with a total volume of 25.6 lt (1562 cu.in.), operating pressure of 140 bar (2000 psi) and operating depth of 6 m.

For firing control a microprocessor-controlled airgun-synchronization unit type VZAD was used.

Six free piston compressors, manufactured by Junkers, with a capacity of 2.02 m³/min each were used.

Streamer: The total length of the streamer, manufactured by PRAKLA-SEISMOS, was 1682 m. The streamer consisted of the following components:

- 1 lead-in section with fairing reaching 76 m behind ship's stern,
- 2 adapters,

- 2 stretch sections for streamer noise suppression; length:
2 x 50 m,
- 15 live sections of type HSSD with one hydrophone group;
number of hydrophones per group 16; length of section:
50 m,
- 5 depth transducer sections arrayed within the streamer;
length 1 m,
- 6 depth-control "birds" fitted along the streamer for
stabilization of the streamer.
Instead of a tail-buoy a drag was used in ice covered
areas.

Recording Instruments:

- 1 digital seismic recording system with 48 channels and 6
auxiliary channels, type DFS V, manufactured by Texas
Instruments. The setting were:
Recording time: 10 s or 12 s
Sampling rate: 4 ms
Gain constant: 24 dB
Filter LC: 5.3 Hz, Filter HC: 64 Hz

Packing intensity was 1600 bpi on a 1/2 inch/9 track tape
using SEG-B format.

Near trace paper monitors were made using 1 EDO Western
recorder (10 s sweep) and 2 EPC recorders (4 and 8 s sweep,
respectively).

- 1 camera, type SDW-300, 32 channels for multichannel paper
monitors.
- 1 sonobuoy receiver, type Teleseis STR 70-2F. The refraction
seismic data were recorded on auxiliary channel 4.

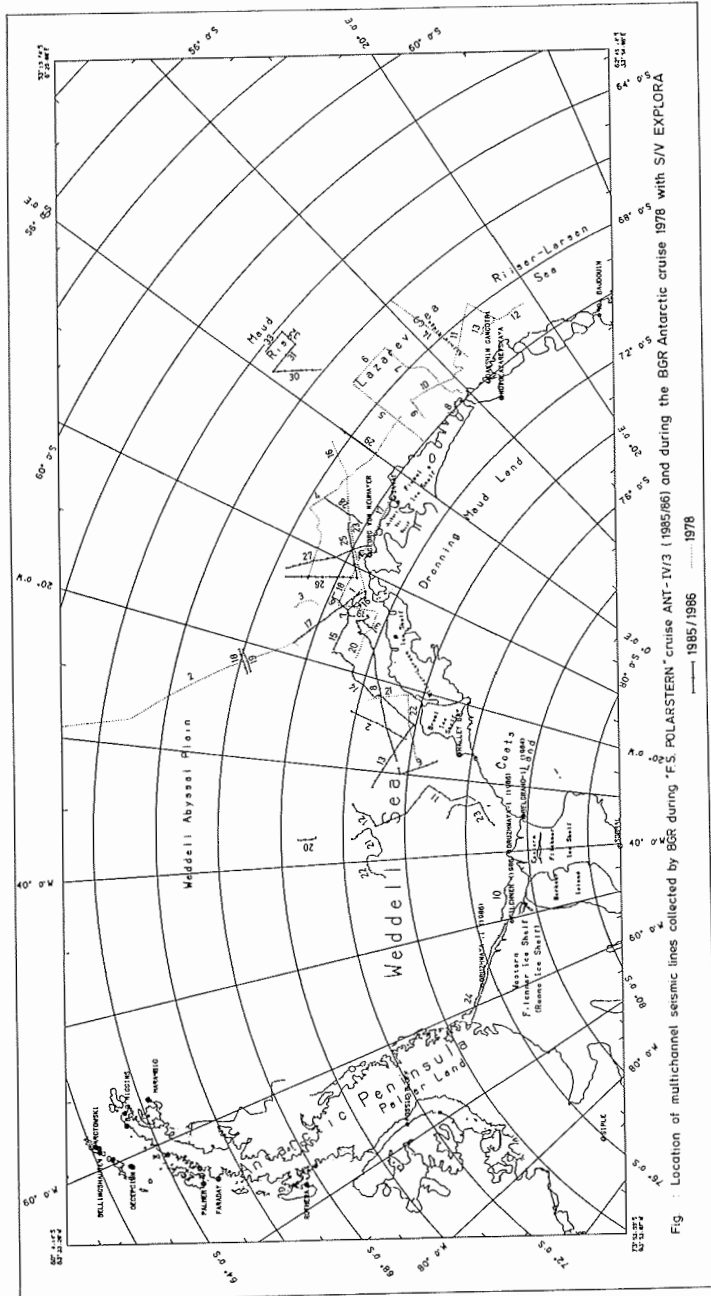
Seismic Data Processing:

Approximately 50 % of the collected seismic field data, that
are 3350 line km have been processed on board with the
Raytheon computer RDS 500 using the Command processing package
(see chapter 1.3.1).

Gravimetric and Magnetic Equipment:

- Gravimeter model G no. 480 (LaCoste-Romberg),
- Seagravimeter Gss3 no. 53 (Askania),
- Gyro-stabilized platform (Anschütz),
- Seagravimeter system Kss31 no. 22 (Bodenseewerk Geosystem
GmbH),
- High sensitivity proton gradiometer G-811G (Geometrics) with
winch (Seebeck),

Abb. 9



- Minicomputersystem PDP-11/34 (Digital Equipment) with 256 KB main memory, floating-point processor, cache memory, data acquisition system MIOS, winchester disk Fujitsu 2322 (134 MB), 21 floppy disk drives with 0.5 MB each, 1 mastape drive Pertec 37.5 IPS, 800 BPI, 1 drum plotter Calcomp 1039, 8 terminals, 1 line printer; operating system RSX-11M,
- 1 interface for the simulation of doppler-sonar by GPS.

1.3 Seismic measurements

1.3.1 Seismic processing aboard RV "Polarstern" (H. Meyer)

Aboard RV Polarstern the processing of the seismic lines was done with a RATHTEON RDS 704/500 computer, the COMMAND II (Petty-Ray, Geophysical INC.) basic-processing package and own written programs.

The hardware consisted of the following main components:

CPU 704/500, 16 bit, 32 k words memory
 ARRAY TRANSFORM PROCESSOR, 4 DISK MEMORIES (385 k)
 2 KENNEDY TAPE DRIVES 9300, GOULD PLOTTER 5000 (11 inches)
 and some additional equipment.

The COMMAND II basic processing package was partly modified by addition of BGR programs, especially for velocity analysis, for velocity interpretation, and for a more efficient handling and presentation of the data. The ship-based computer - VAX 11/750 was used for some programs.

The seismic processing sequence was as follows: The seismic data were recorded on a DFS V with 1600 bpi in SEG B format and had a record-length of 10 to 12 seconds for 30 traces of a 1500 m streamer. The shot interval of 50 m was controlled by an INDAS V (PRAKLA-Seismos) integrated satellite navigation system.

After demultiplexing of the field-tapes, the records were sorted into CDPs with 25 m spacing. To get an unequivocal relation between CDP-numbers, the starting point for the CDP numbering was chosen such that the number of the CDP-point was exactly twice of the shot point number, related to the ship's antenna position at the shot.

The velocity analysis from the CDP-gathers were done on the ship's VAX 11/750. After dynamic correction and stacking of the CDP gathers the data were filtered with a time-variant-bandpass, gain-recovered or equilized and plotted. As the GOULD plotter allows only a paper size of 11 inches, the sections were plotted in different time ranges. Additionally, a compressed or vertical-stacked version of the lines was

produced in order to get a better overview for long lines, which had sometimes more than 10,000 shotpoints (= more than 20,000 CDP-points).

The deconvolution before stack and migration processes were not used at sea because they were very time-consuming with the software available. Some data will be reprocessed at BGR's processing center after the cruise.

Processing difficulties: The main processing problems resulted from air-gun failures due to freezing, geometry changes due to heavy ice conditions and streamer noise.

Demultiplexing problems: The Command II processing package works with 16 bit computer words. Therefore it was necessary to apply a proper gain function to get the full dynamic range during demultiplexing of the field tapes. Several seismic lines were run across the continental margin from the shelf into deep water areas, and hence it was not possible to use only one gain function. Additionally, sometimes the guns failed due to freezing, or the air-gun array had to be shortened due to pack ice. These variations of the tuned source signal made it also necessary to change the gain-function. The problem was to integrate all these different parts of a seismic line into a homogeneous seismic section.

Sorting problems: Pack ice was the cause of many changes in heading. The sorting of shotpoints into CDP-gathers is not correct for those parts of a seismic line where a course change occurred, because we had no sorting program for crooked lines. Such parts of a seismic line, where a course change occurred, should be reprocessed.

Velocity analysis: Abrupt course changes and rapid variations of the ship's speed changed the streamer geometry, i.e. the streamer was then no longer in a straight line. In these cases the interval velocities derived from NMO velocities are very uncertain.

Conclusion: The processing of most of the lines was finished aboard. However, for some lines, migration, DBS and multiple-suppression processes are still necessary. This will be carried out at BGR's processing center.

The processing aboard RV "Polarstern" was very effective. Except for some small hardware problems and trouble with the power supply at the beginning, there was no serious interruption in the processing up to the end of the cruise. The daily output amounted to an average of 1000-1200 processed shotpoints with 30 traces and a record length of 10 to 12 seconds. During "Polarstern" cruise ANT-IV/3 134,000 CDP = 67,000 shotpoints = 3,350 seismic line km have been processed.

1.3.2 Previous seismic stratigraphic interpretations (K. Hinz)

Since no boreholes have been drilled on the Antarctic continental margin of the Weddell Sea, previous researchers attempted to assess the age of recognized seismic sequences by assuming that:

- i) regional unconformities were mainly caused by rapid falls of sea level (Vail, Mitchum et al., 1977);
- ii) Antarctic glaciation was the dominant mechanism in the Neogene which posed on relative short-period changes of eustatic sea level, superimposed on longer-period changes caused by processes such as variations in sediment flux and volume of the midoceanic ridge systems (Pitman III, 1979).

Hinz & Krause (1982) recognized two units in multichannel seismic records from the continental margin of Queen Maud Land. A tectonically undisturbed sedimentary unit overlies a complex lower unit. A distinct unconformity, named "Weddell Sea continental margin unconformity" separates the two units, which differ markedly in seismic velocity. The lower unit has much higher velocities, which increase with depth from about 4 to 5 km/s. The dominant feature of the lower unit beneath the "Weddell Sea continental margin unconformity" is a thick suite of oceanward dipping reflectors, approximately 50 to 70 km wide, up to 5000 m thick, which have been called the "Explora Wedge". Hinz & Krause (1982) infer that the latter is composed of Late Jurassic volcanic and volcanoclastic sedimentary rocks. Up to four depositional sequences (WS-1, WS-2, WS-3B and WS-3A), separated by erosional unconformities have been recognized within the upper sedimentary unit. The sediments above the erosional unconformity forming the boundary between the sequences WS-3A have been interpreted to consist mainly of glacial sediments of Neogene age.

Roqueplo (1982) analysed 4kJ-sparker records from the southeastern Weddell Sea shelf collected during the Norwegian expedition NARE-1977. She defined two depositional sequences beneath the shelf of Coats Land between longitudes 24°W and 33°W, namely a lower prograding sequence "A" and an overlapping sequence "B". Both sequences are separated by an erosional unconformity which has been correlated by Roqueplo with a worldwide eustatic event at approximately 29 m.y.B.P. (Vail, Mitchum et al., 1977). The Pliocene unconformity, separates recent deposits from sequence "B".

Haugland, Kristoffersen and Velde (1983) interpreted seismic multichannel data collected during the Norwegian Antarctic Research Expeditions 1977 and 1979. They subdivided the thick sediments of the southeastern Weddell Sea Embayment into six depositional sequences, and identified two erosional unconformities.

They correlated their sequences SWS-A to SWS-C (and possibly also SWS-D) with those of the Eastern Basin / Ross Sea (Haves & Frakes, 1975; Hinz & Block, 1984) by comparison of the internal reflection pattern. These sequences all indicate strong shelf progradation, similar to the shelf progradation in the Eastern Basin, Ross Sea in post-early Miocene time (Hinz & Block, 1984). The lower boundary of sequence SWS-E, represented by an erosional unconformity is correlated with a sea level low-stand in the Late Oligocene (Vail, Mitchum et al., 1977).

1.3.3 A preliminary circum Antarctic seismic stratigraphic concept (K. Hinz)

According to our interpretation of multichannel seismic data collected by the Institut du Pétrole in the Dumont d'Urville Sea (Wanneson et al., 1985), by the U.S. Geological Survey off Wilkes Land and in the Ross Sea (Eittreim and Cooper, 1984), and by BGR in the Ross Sea (Hinz and Block, 1984), off western Tasmania and on the South Tasman Rise (Hinz and Willcox, 1985) and in the Weddell Sea (Hinz & Krause, 1982), we speculate that at least nine regional seismic unconformities exist in the circum Antarctic region. The tentative identification of these unconformities, labelled U9 to U1, together with a compilation of the Mesozoic and Cenozoic plate tectonic, tectonic and volcanic-magmatic events, and palaeoenvironmental and palaeoceanographic changes in the southern oceans and on Antarctica, are summarized in Fig. 10.

Unconformity U9: This unconformity, named "Weddell Sea continental margin unconformity" by Hinz & Krause (1982), is the most distinct unconformity of the continental margin of Queen Maud Land. There is a striking change in seismic velocities at this unconformity, but undoubtedly its most prominent characteristic is that it forms the upper boundary of a suite of oceanward dipping reflectors. Hinz & Krause (1982) infer that this underlying sequence is comprised of volcanic and volcanoclastic sedimentary rocks deposited during the early opening of the Weddell Sea. A late Middle Jurassic age for this unconformity has been assumed because potassium-argon dates ranging between 163 m.y. and 179 m.y. have been measured on samples from the Dufek Massif and the Ferrar Group (Behrend, 1981), and a pre-Late Jurassic to Early Cretaceous age has been suggested for the opening of the Weddell Sea from observed magnetic lineations (LaBrecque & Barker; 1981; Bergh & Barrett, 1980; Bergh, 1977; Spieß, 1985).

Rift-onset occurred on the continental margin of western Tasmania possibly in the Late Jurassic/Early Cretaceous. The recognized unconformity forming the top of the main fault blocks beneath the continental margin of western Tasmania (Hinz & Willcox, 1985) might be contemporaneous with unconformity U9.

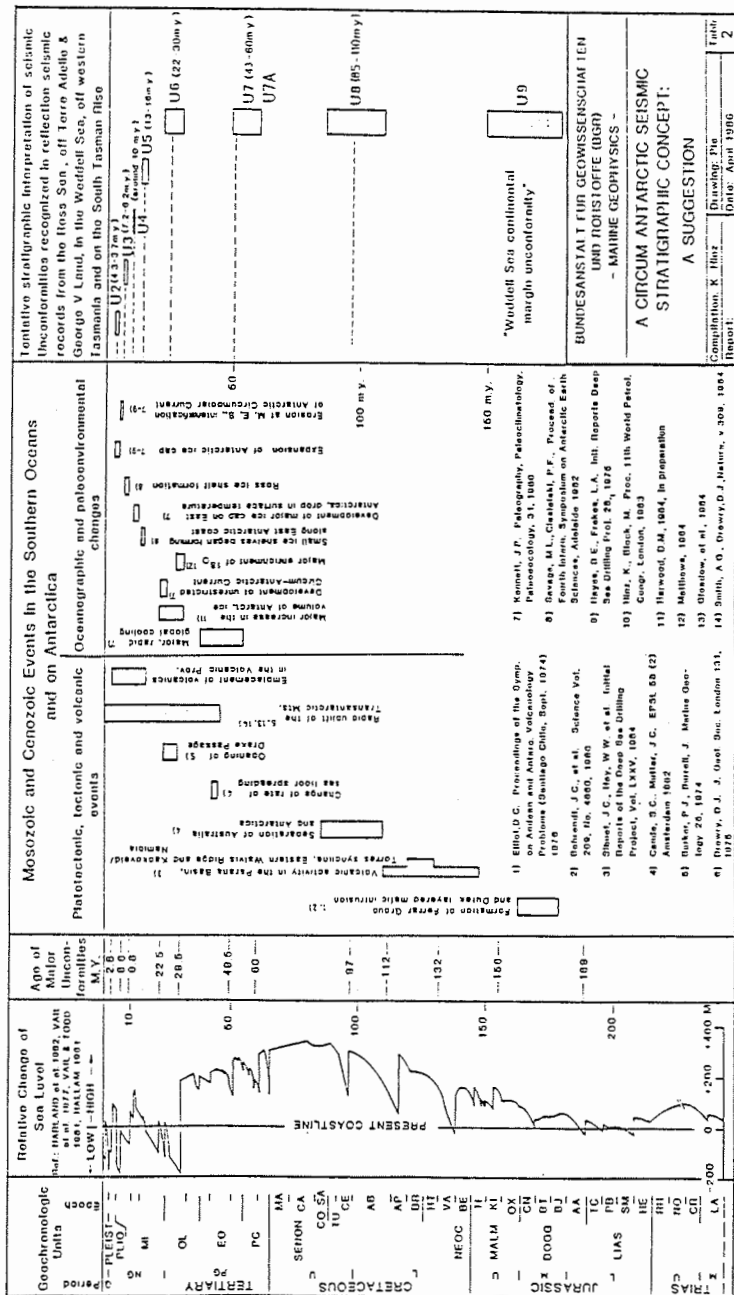


Fig. 10: Seismic stratigraphic concept for the Weddell Sea region.

Unconformity U8: This unconformity has been recognized in the Otway Basin/South Australia and beneath the shelf of western Tasmania (Hinz & Willcox, 1985; Ellenor, 1976). It may represent the break-up of Australia from Antarctica which occurred in the Middle Cretaceous, approximately Cenomanian according to the revised identification of the magnetic anomalies south of Australia and along the conjugate margin of Antarctica (Cande & Mutter, 1982).

Unconformity U7: Unconformity U7 is a prominent unconformity in the areas off Terre Adelie, Wilkes Land (Wanneson, 1985) and off western Tasmania. It is interpreted to represent a distinct increase of the spreading rate of the South Indian Rift from 0.45 cm/y. (half spreading rate) to much faster rates at anomaly 19 time, approximately 43 m.y.B.P. (Cande and Mutter, 1982). In the seismic records from the western Tasmanian shelf, a distinct seismic marker of presumably Latest Cretaceous or Paleocene age exists beneath unconformity U7.

Unconformity U6: This unconformity is a prominent and extensive unconformity in the Ross Sea. According to the results of DSDP Site 270, unconformity U6 has a late Oligocene age, because it lies in the same level at Site 270 as the drilled boundary between basal glacial sediments with an inferred age of 25 m.y.B.P. and preglacial green sands for which a K-Ar date of 26 m.y. has been established (Hayes & Frakes, 1975).

An Oligocene age for a prominent erosional unconformity has been ascertained by the results of DSDP Site 281, located on the South Tasman Rise, where the unconformity is often at the top of characteristically bevelled basement blocks. According to the results of DSDP Site 281 (Kennett, Houtz et al., 1974) the intensity of the developing Antarctic circumpolar current increased around the Eocene-Oligocene boundary and in the Oligocene, producing a Late Eocene - Early Oligocene disconformity and an Oligocene disconformity spanning most of the Oligocene at Site 281.

The Drake Passage opened in the Oligocene (Barker and Burrell, 1974), and a major increase in the volume of Antarctic ice occurred (Harwood, 1984). Therefore it appears reasonable that previous researchers (Abb.10) correlated a regional erosional event in the Weddell Sea with these important paleoceanographic and paleoenvironmental events. We assume an age between 22 and 30 m.y.B.P. for unconformity U6.

Unconformity U5: This unconformity forms the base of a well developed series of fluvio-marine delta lobes in the eastern Ross Sea. Hinz and Block (1984) believe that the sediments comprising this prograding wedge in the eastern Ross Sea were largely derived by glacial erosion. They probably were deposited by melting of debris-charged icebergs and/or the floating extension of the grounded Ross Ice Shelf, and were

mainly transported by Antarctic coastal currents and/or dense Antarctic bottom waters across the eastern Ross Sea shelf and slope, forming the observed series of prograding delta lobes.

Similar progradational sequences comprising the Crary Fan, and an unconformity at the base of this progradational unit have been recognized by Haugland et al. (1985) on the southeastern margin of the Weddell Sea Embayment. We assume an age between 13 and 16 m.y.B.P. (Early Middle Miocene) for unconformity U5, which constitutes the base of the prograding wedges in the eastern Ross Sea and on the southeastern margin of the Weddell Sea, because small ice shelves began forming at this time (Savage and Ciesielski, 1982).

There is a great degree of uncertainty regarding the age of the younger unconformities and/or prominent and extensive boundaries of depositional sequences recognized by us in different circum-Antarctic regions. We have tentatively attributed the following unconformities and/or prominent and extensive sequence boundaries to the following glacial episodes:

Unconformity U4: This unconformity is clearly recognizable in the eastern Ross Sea. A decrease in the carbonate content from predominantly carbonate to a carbonate-siliceous regime was observed in holes drilled during DSDP Leg 35. Since this shift is attributed to a worldwide cooling, unconformity U4 has been correlated with this event, and an age of approximately 10 m.y.B.P. has been assumed. There is also evidence for a hiatus in the early Late Miocene at DSDP Sites 573, 574 and 575 and for the existence of an extensive Ross Ice Shelf in the early Late Miocene at DSDP Site 274.

Unconformity U3: Beneath the outer part of the Ross Sea shelf this unconformity forms the lower boundary of a prodelta sequence characterized by an oblique reflection pattern.

A distinct and extensive depositional boundary in the Weddell Sea has been assumed as an equivalent of the Ross Sea unconformity U3, which might be attributed either to an intensification of the Antarctic circumpolar current between 7.2 and 6.2 m.y.B.P., or to remarkable expansion and build-up of the Antarctic ice cap between 4.3 and 3.7 m.y.B.P. (Kennett, 1980; Savage & Ciesielski, 1982).

Unconformity U2 and U1: If unconformity U3 and its interpreted equivalent in the Weddell Sea represents the Late Cenozoic glaciation, then the recognized unconformities U2 and U1 should represent Late Pliocene and Pleistocene glacial episodes respectively.

1.3.4 Interpretation and discussion of seismic lines collected during ANT-IV/3 (K. Hinz with contributions by H. Dostmann and H. Schröder)

In the following we discuss our onboard interpretation of the geological structure of the physiographically different continental margin segments of the southern Weddell Sea, from the Ronne Ice Shelf to the Jelbart Ice Shelf (long. 60°W to long. 5°W), by means of selected seismic lines. We start our discussion from the area off Cape Fisce/Antarctic Peninsula.

LINE, BGR 86-24 (Figure 11): Compacted rocks characterized by refraction seismic velocities of 4 - 4.5 km/s and an opaque reflection pattern outcrop on the veneered shelf in front of the westernmost part of the Ronne Ice Shelf and off Cape Fisce.

A distinct NNE-trending fault, detected between latitudes 75°10'S to 75°20'S and between longitudes 59°W to 59°30'W, separates this West Antarctic terrane from a huge sedimentary basin in front of the Ronne Ice Shelf. The fault is overlain by a NNE-trending monocline.

The seismic records of the lines BGR 86-24 and BGR 86-10 collected along the front of the Ronne Ice Shelf and off Berkner Island show flat lying sedimentary deposits, which often top lap against the sea floor, suggesting strong erosion by grounded ice in front of the ice shelf. Common and characteristic seismic features in the monitor records of these lines are strong repeated multiple reflections of the sea floor and locally side echoes (Figure 12). The latter might be refractions in near-sea floor sediments reflected at a steep lithologic boundary beneath ice shelf or at a grounded ice shelf.

Russian scientists (Kamenev and Ivanov, 1983; Petrik et al., 1983) reported that the sedimentary deposits thicken to approximately 10 000 metres in front of the Filchner Ice Shelf. This value is consistent with our findings on line BGR 86-11.

LINE BGR 86-11 (Figures 13 and 14): Large and heavy pack-ice around 75°S/35°W prevented seismic recording along longitude 35°W as originally planned. Line BGR 86-11 traverses the easternmost part of the Weddell Sea Embayment, where water depths are less than 1000 m, and the northeastern branch of the Cray Trough, a north-south trending bathymetric depression.

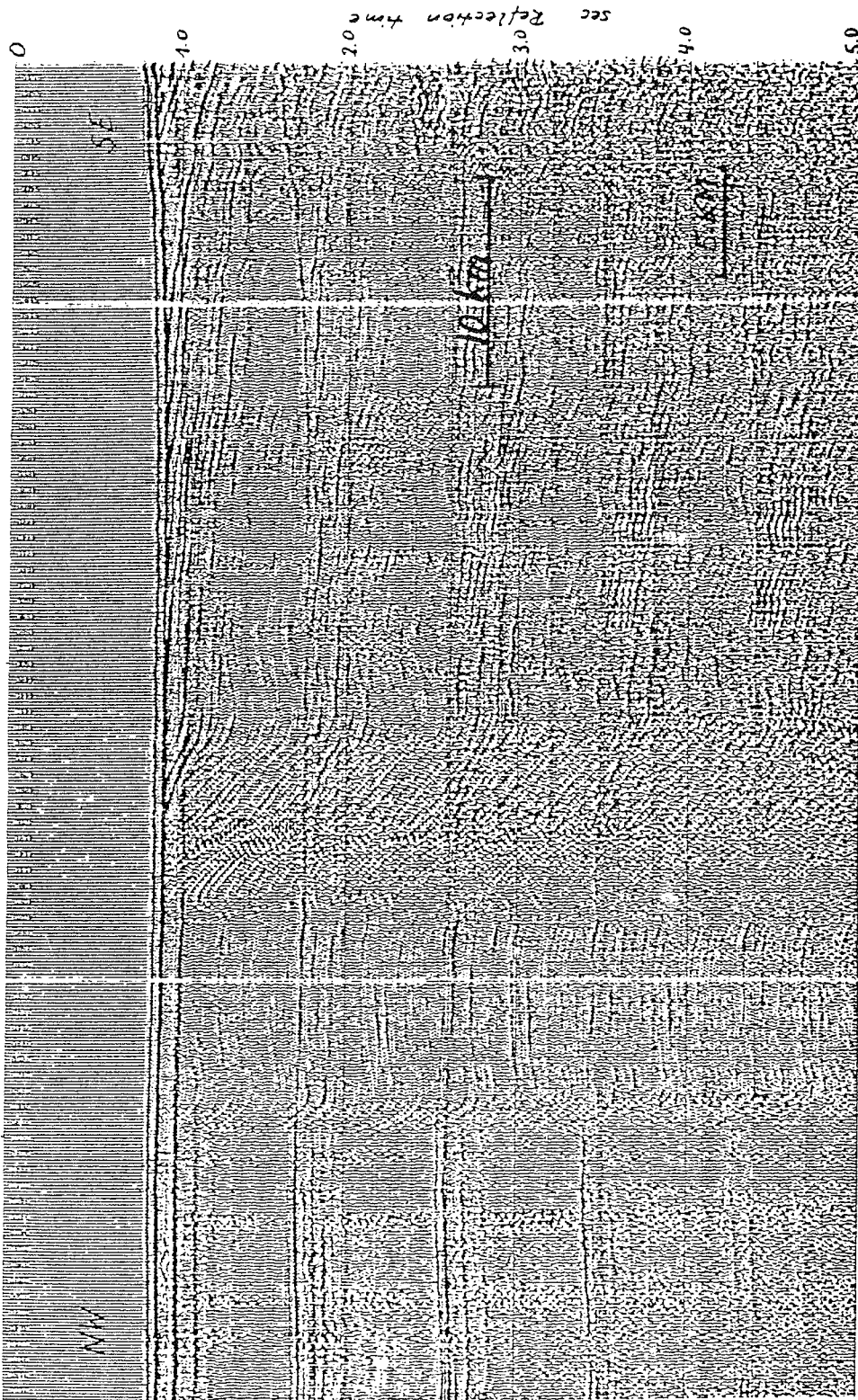


Fig. 11: Compressed version of line BGR 86-24 (SP 1550 to 2800). A NNE-trending fault zone associated with monoclinal structures separates the West-antarctic tectonostratigraphic terrane from a sedimentary basin.

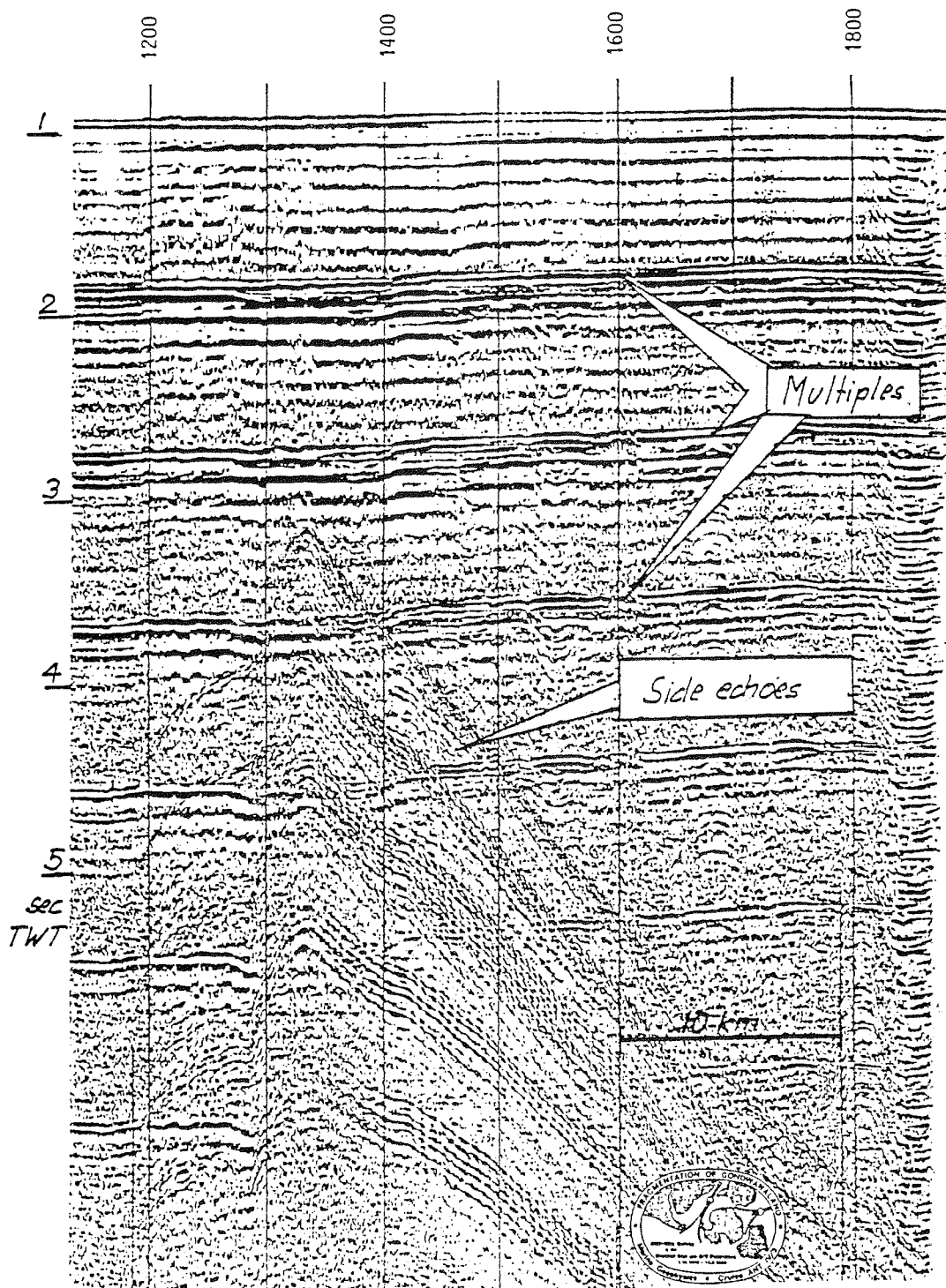


Fig. 12: Monitor record of line BGR 86-24 (SP 1200-1800) in front of the Ronne Ice Shelf showing repeated strong simple multiple reflections of the sea floor, and side echoes from the ice shelf.

Repeated simple multiple reflections of the sea floor and of depositional boundaries, superposed with peg-leg multiples, are a severe problem for all reflection seismic measurements in the relatively shallow Weddell Sea Embayment. No unambiguous primary reflections were detectable in the seismic monitor records beneath the occurrence of the first simple multiple of the sea floor, and it appears very questionable whether this problem can be solved by seismic processing.

The sediments along BGR 86-11 consist of a series of successively northward prograding depositional sequences. In the southern part of line BGR 86-11 each sequence is characterized by an oblique reflection pattern with clinoforms terminating updip by toplap against an erosional unconformity, forming the lower boundary of a 0.1 - 0.2 sec (TWT) thick sub-sea bottom layer (Figure 13). This distinct unconformity suggests intensive truncation by grounded ice some time in the Late Cenozoic and/or in the Pleistocene, because stiff pebbly mud interpreted as till and/or glacially compacted glaciomarine sediments has been encountered from the sea floor in the Crary Trough, indicating repeated grounding and expansion of the ice shelves, at least during the Pleistocene (Orheim and Elverhoi and Roaldset, 1983; Elverhoi and Maisey, 1982).

This Pleistocene truncation by grounded ice was less intensive in the area of the present outer shelf of the southeastern Weddell Sea. Here, the individual northward prograding sequences show a complex sigmoid-oblique reflection pattern which is interpreted to represent a prodelta facies which merges landward, i.e. towards the ice shelves, into the much thinner delta plain facies characterized by a subparallel pattern (Figure 14). Extensive erosion of the inner shelf regions has resulted in the preserved delta plain deposits being older than the delta lobe deposits beneath the outer shelf (Figure 13).

The delta front of each individual delta lobe is thought to represent the position of the previous shelf break in the southern Weddell Sea. If this is correct, it follows that the shelf edge in the Weddell Sea Embayment, along line BGR 86-11, migrated approximately 250 km northwards by progradation and aggradation of predominantly glaciogenic sediments, in the last 15 m.y.

Unconformity U5 constitutes the base of the glaciogenic prograding wedges around Antarctica according to our seismic stratigraphic concept. We estimate that the thickness of the glaciogenic prograding sediments may exceed 4000 m beneath the

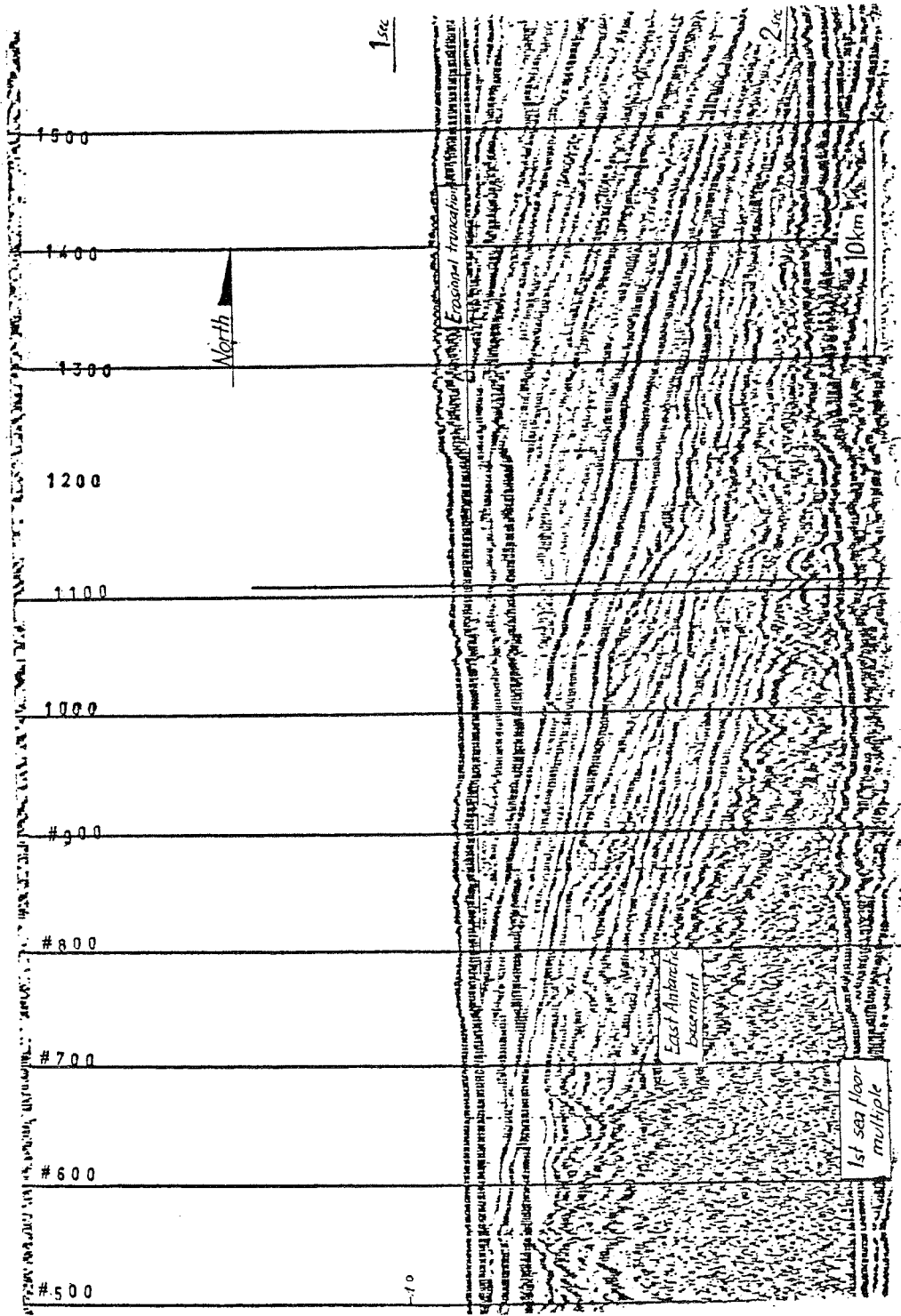


Fig. 13: Monitor record of line BGR 86-11 (SP 500-1500) showing a series of successively northward prograding depositional sequences.

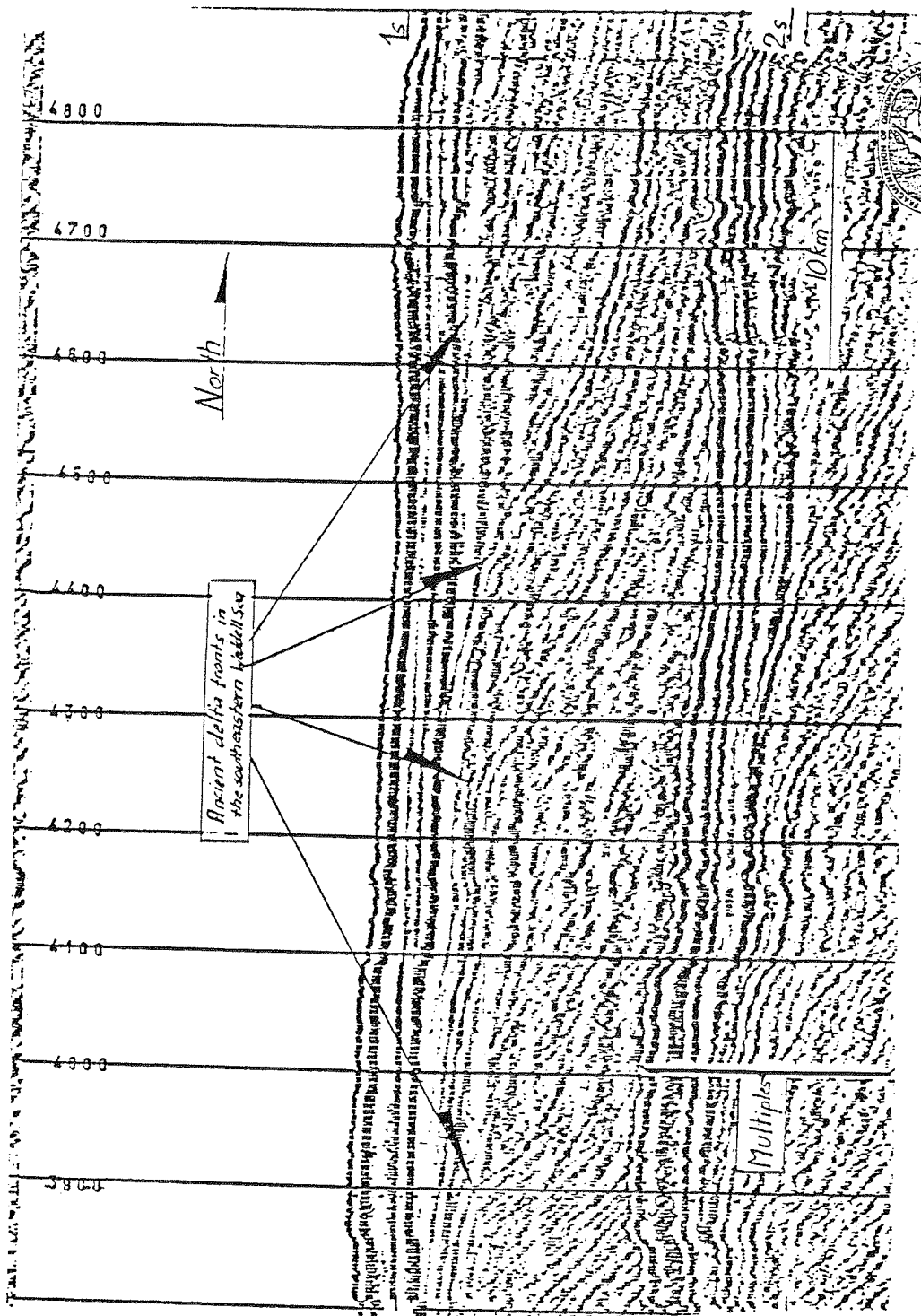


Fig. 14: Seismic monitor record of line BGR 86-11 (SP 3800-4900). Ancient delta fronts indicating the position of the previous shelf break are clearly recognizable.

present shelf edge on line BGR 86-11, and we speculate that the thickness of these deposits increases towards the central part of the Weddell Sea Embayment, which is nearly always covered with perennial ice. The total sediment thickness beneath the outer shelf on line BGR 86-11 may reach 8,000 to 10,000 metres.

A positive gravity anomaly on line BGR 86-11, between SP 4600 and 5600, may represent the same basin recognized on line BGR 86-13.

LINE BGR 86-12 (Figures 15 and 16): This line is the continuation to the north of line BGR 86-11 discussed before. The line starts at 74°03.5'S/34°29'W and runs to 72°16.8'S / 33°41'W. Large and impassable ice fields caused several course changes. The objective of this line was to investigate the cause of a prominent east-west trending positive magnetic anomaly detected between 71°30'S and 72°30'S during an American aeromagnetic survey (LaBrecque, personal communication).

Figure 15 shows a line drawing of line BGR 86-12, which reveals several prominent basement structures beneath a thick pile of tectonically undisturbed sediments. At its southern end is a wedge-shaped body, bound at its top by an unconformity (U9), and characterized by a thick suite of divergent reflectors having southward dip. Adjacent, to the north, is a basement feature which can be described as a plateau. This 120 km broad feature is subdivided by an escarpment (SP 2700 - 2800), having a vertical offset of more than 1000 m, into an upper plateau (SP 1500 - 2700) and a lower plateau (SP 2800 - 3809). Both plateaus are apparently blockfaulted. The northern boundary of the lower plateau is defined by a fault scarp at SP 3800 and a distinct change of the seismic basement characteristics at this location, which is also associated with a prominent positive magnetic anomaly. This important boundary lies exactly in the trend of the Explora Escarpment discovered during the BGR-Antarctic cruise 1978. The basement, seaward of the lower plateau, exhibits seismic characteristics typical of oceanic crustal areas.

The thickness of sediments exceeds 3 seconds TWT at the northern end of line BGR 86-12, but decreases towards the Antarctic continent. The reflection pattern of the tectonically undisturbed sediments is predominantly continuous subparallel, suggesting that they are mainly turbidites.

Erosional forms and channel-infill structures are clearly recognizable only within the sedimentary sequences above seismic unconformity U5 (Figure 16), suggesting that Antarctic bottom water flowing down the slope and Antarctic coastal currents played an important role in the depositional regime

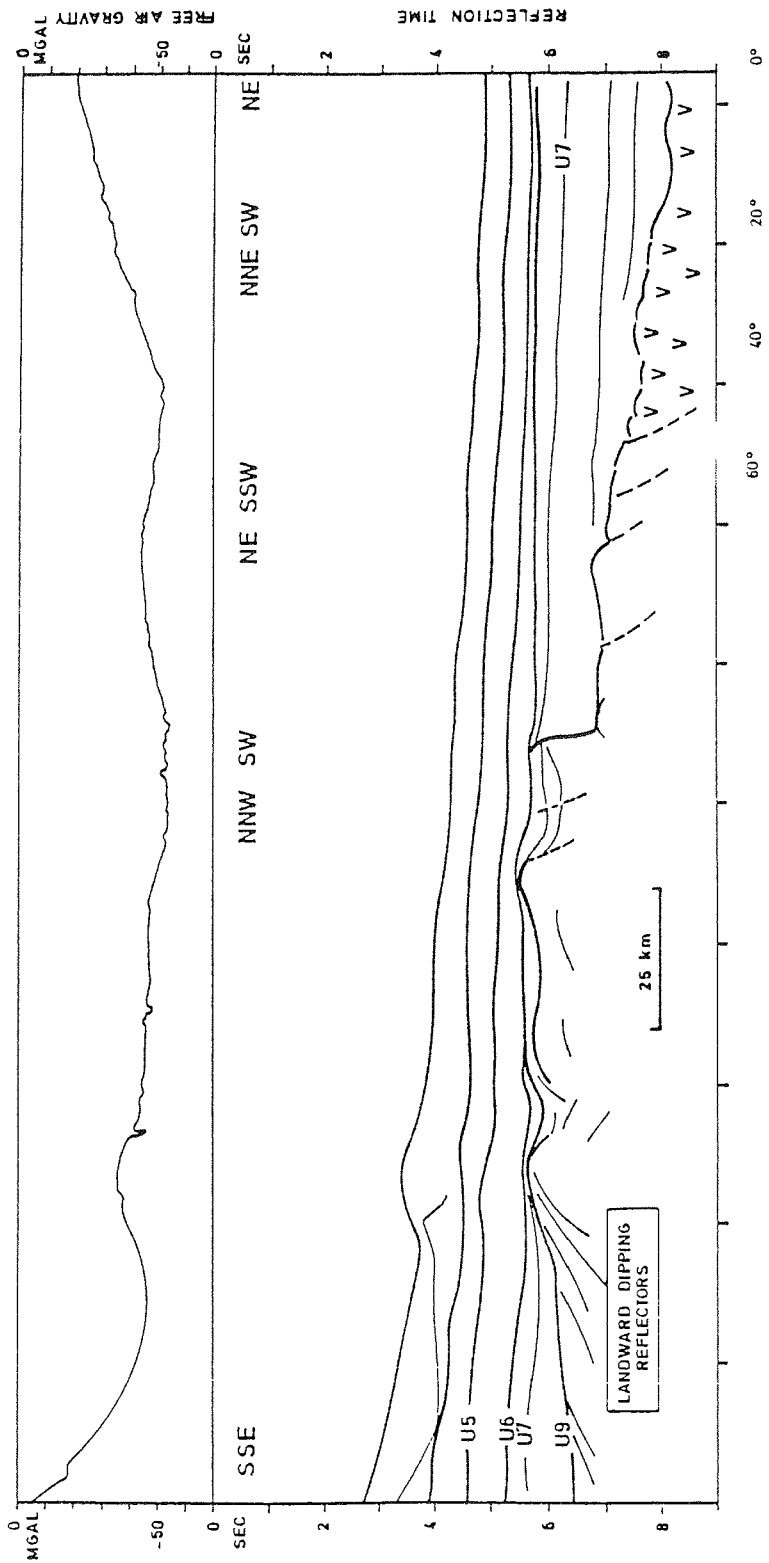


Fig. 15: Line drawing of line BGR 86-12 U5 to U9 refer to the identified seismic markers/unconformities discussed in chapter ?

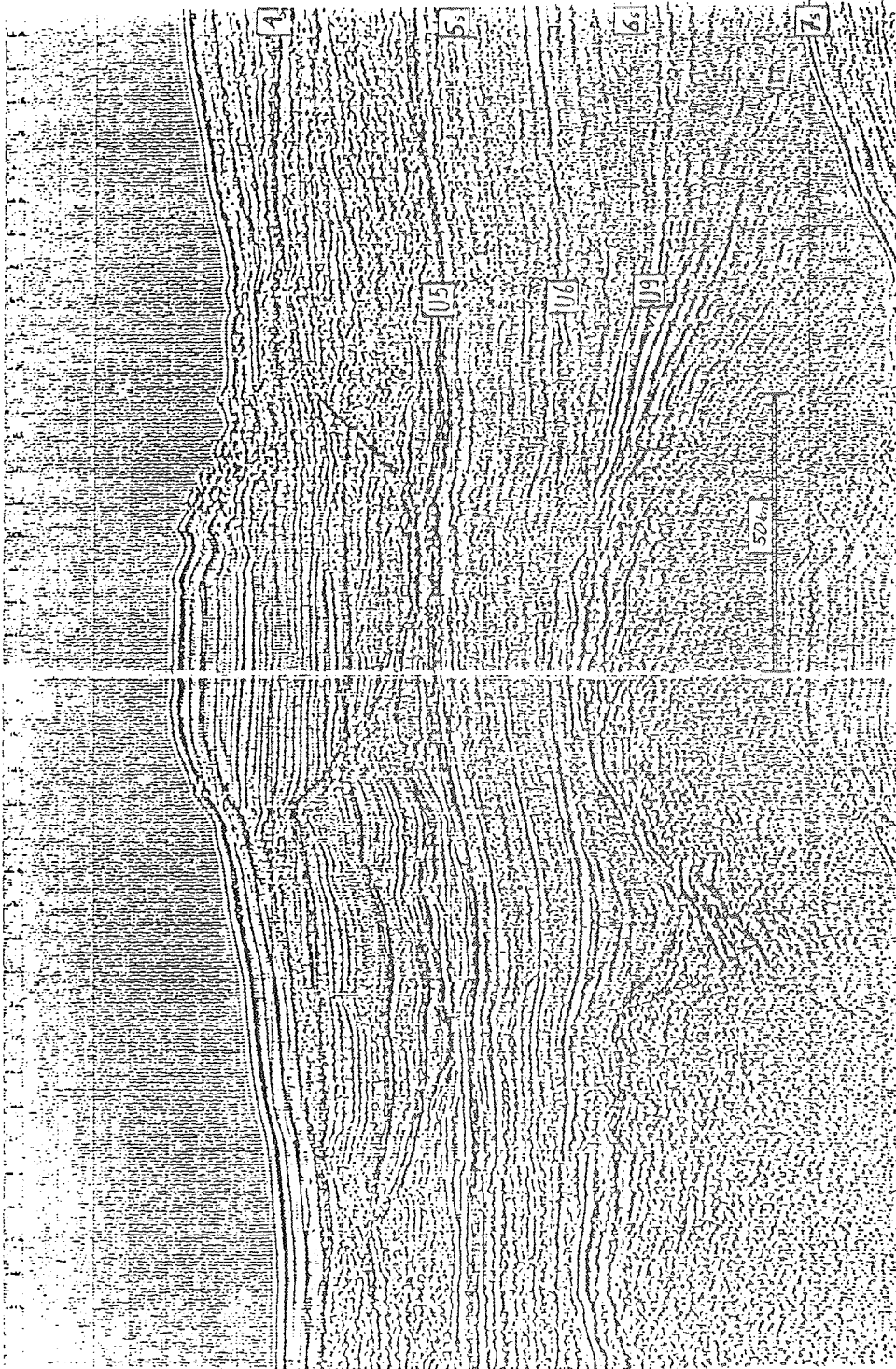


Fig. 16: Seismic record of line BGR 86-12 (SP 600-1750) showing erosional forms and infill structures within the sedimentary sequence above unconformity U5. U5 to U9 refer to the identified seismic markers/unconformities discussed in chapter ??.

which followed the formation of unconformity U5. Unconformity U5 constitutes the base of predominately glaciogenic sediments according to our seismic stratigraphic concept.

LINE BGR 86-13 (Figures 17 and 18): Line BGR 86-13 runs from the edge of the narrow shelf off the Brunt Ice Shelf, to the northwest, across the slope and rise into the Weddell Sea Basin, up to the 3,300 m isobath. There it was abandoned due to heavy pack-ice.

This seismic line reveals the presence of three remarkable basement structures beneath a thick pile of sediments.

Two wedge-shaped bodies bound at their top by a prominent unconformity labelled U9, and characterized by an internally divergent pattern of reflectors around an approximately 150 km wide basement unit. The wedge in the southeast has a width of about 40 km and is characterized by seaward dipping reflectors. This is part of the EXPLORA-Wedge, observed by Hinz & Krause (1982) on the lower continental margin of Queen Maud Land between latitudes 30°W and 12°E.

The wedge in the northwest is about 40 km wide, and the divergent pattern of reflectors has a southward dip. The very deep laying basement of the zone between the two wedges has a relatively rough relief similar to the relief of oceanic crust.

A positive free air gravity anomaly coincides with this zone which according to our preliminary interpretation may represent a failed drift basin.

A pile of tectonically undisturbed and flat lying sediments, approximately up to 5,000 m thick, overlays the different basement units. The sediments beneath the seismic marker U5 are characterized by predominantly semi-transparent reflection characteristics, with some continuous subparallel reflectors (Figure 17). The sediments above marker U5, for which an early Middle Miocene age is assumed, show a predominantly high-amplitude subparallel bedding of high continuity. Large proportions of the Late Cenozoic sediments have been eroded by Antarctic coastal currents and/or dense bottom waters flowing down the slope.

LINE BGR 86-02 (Figure 19): The major structural elements clearly recognizable beneath a tectonically undisturbed and thick sedimentary upper unit on this northeast-trending line reveal a conspicuous symmetry. A graben-like basement depression, roughly 25 km wide and approximately 7 500 m deep around the middle of line BGR 86-02, separates two plateau-like basement bodies. The relatively flat top of these

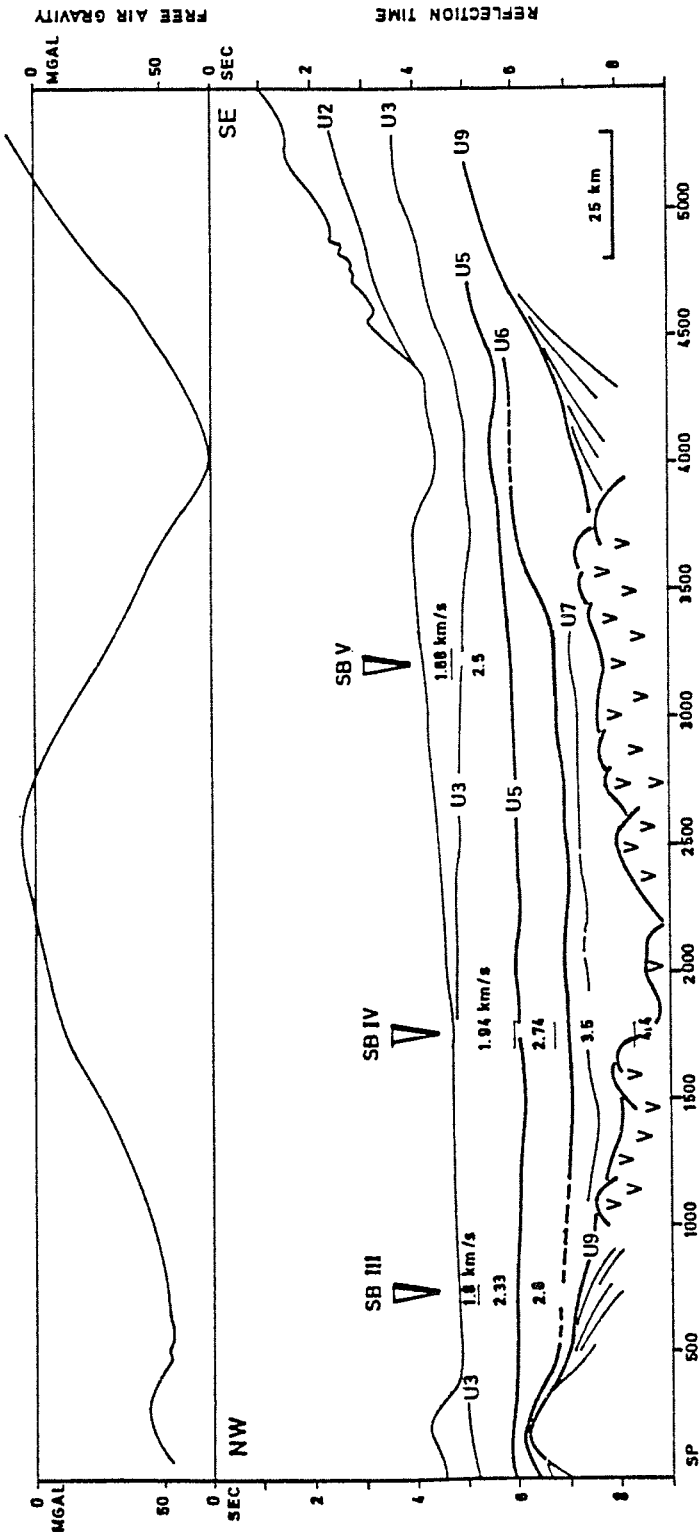


Fig. 17: Line drawing of line BGR 86-13 U3 to U9 refer to identified seismic unconformities/markers.

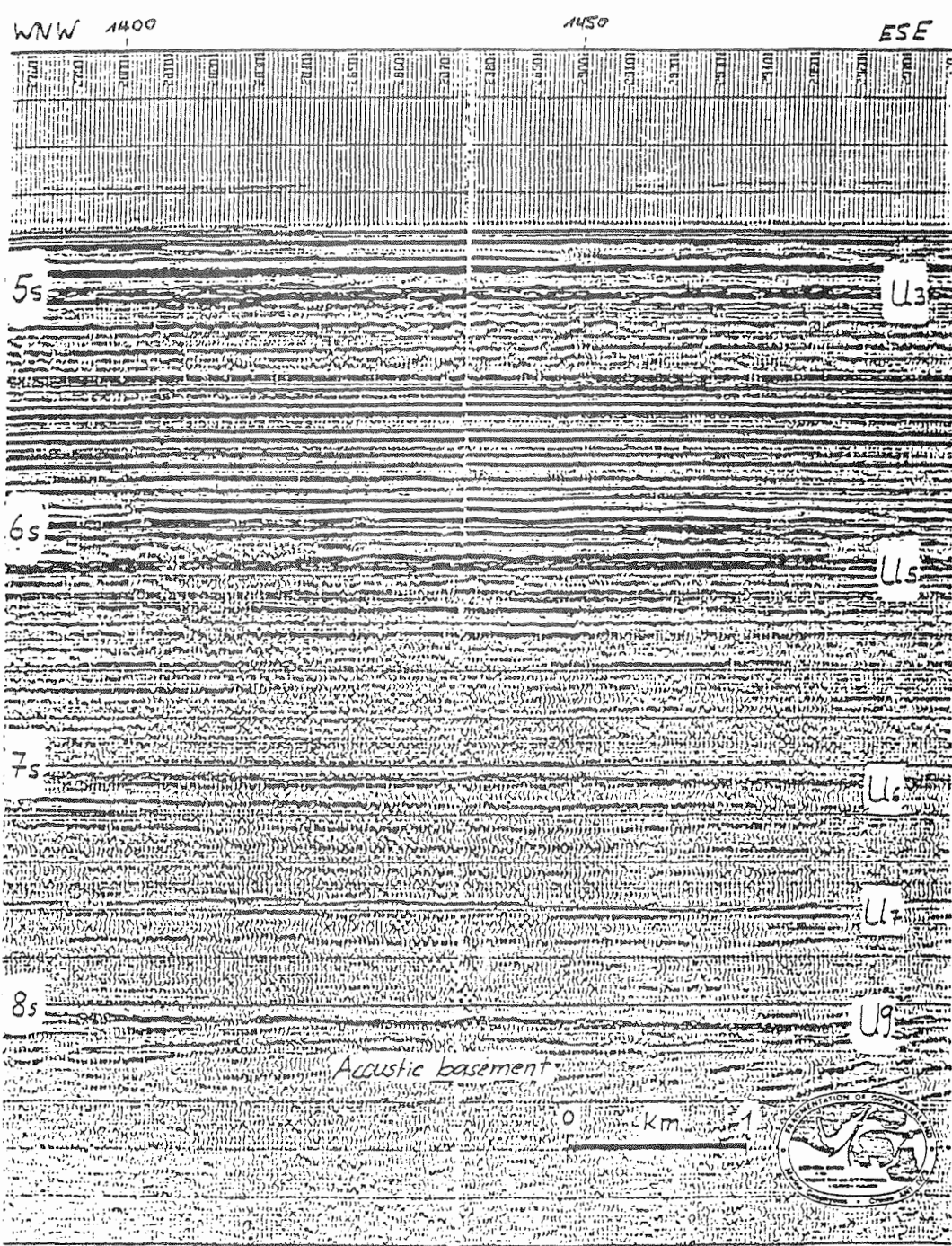


Fig. 18: Seismic record of line BGR 86-13 (SP 1390-1490). The sediments above marker U5 are characterized by a high-amplitude bedding of high continuity, suggesting that they are mainly turbiditic. The sediments beneath marker U5 show a semitransparent reflection pattern with some continuous subparallel reflectors. U8 to U9 refer to identified seismic markers/unconformities.

plateau-like features, each around 25 - 30 km broad and apparently slightly blockfaulted is about 0.7 seconds (TWT), i.e. 1000 m to 1200 m less deep than the basement within the separating basin.

Whether or not these small plateaus contain continental components is an open question. We speculate, that extruding and intruding mafic volcanics play an important role in their construction, because the EXPLORA-Wedge lies adjacent to the south of the southern plateau. A conjugate feature to the EXPLORA-Wedge having the same seismic characteristics, namely, a basinward dipping divergent reflection pattern and seismic velocities of 4 - 5 km/s, lies to the north of the northern plateau. The results of recent ODP drilling on the Voring Plateau/Norwegian Sea are consistent with the suggestion (Hinz, 1981; Mutter et al., 1982) that wedges of basinward dipping reflectors consist predominantly of extrusive volcanic rocks.

A peculiarity of line BGR 86-02 is the existence of a large piercement structure at the northern end of the line, that causes uplift and tilting of the volcanic wedge characterized by a divergent and landward dipping pattern of reflectors. We interpret this piercement structure as a mafic intrusion of presumably Neogene age, which overprinted also the distinct Explora escarpment on this line.

LINE BGR 86-14 (Figure 20): This 445 km long, NE-trending line lies off the Riiser-Larsen Ice Shelf, around 45 to 50 nautical miles east of line BGR 86-02 discussed before. It was measured in 5/10 pack-ice including thick old ice flows, which forced us to shorten the tuned air gun array to only two guns, i.e. to a volume of 262 cu.in. instead of the volume of 1 562 cu.in., and which caused numerous course changes.

Two units are recognizable on the seismic record: a buried lower unit characterized by a suite of seaward dipping reflectors, named the "EXPLORA Wedge" by Hinz & Krause (1982), and an upper sedimentary unit. A distinct unconformity labelled U9, separates both units. The upper sedimentary unit shows an undeformed and predominantly subparallel reflection pattern, and it is subdivided by several seismic markers, labelled U2 to U7. Numerous canyon-like incisions with depths of up to 1000 m cut the continental slope, whereas the continental rise is flat.

The upper sedimentary unit reaches thicknesses of up to 4 500 m beneath the upper slope, where the proportion of interpreted glaciogenic sediments, i.e. deposits above seismic marker U5 amounts to more than 50 %.

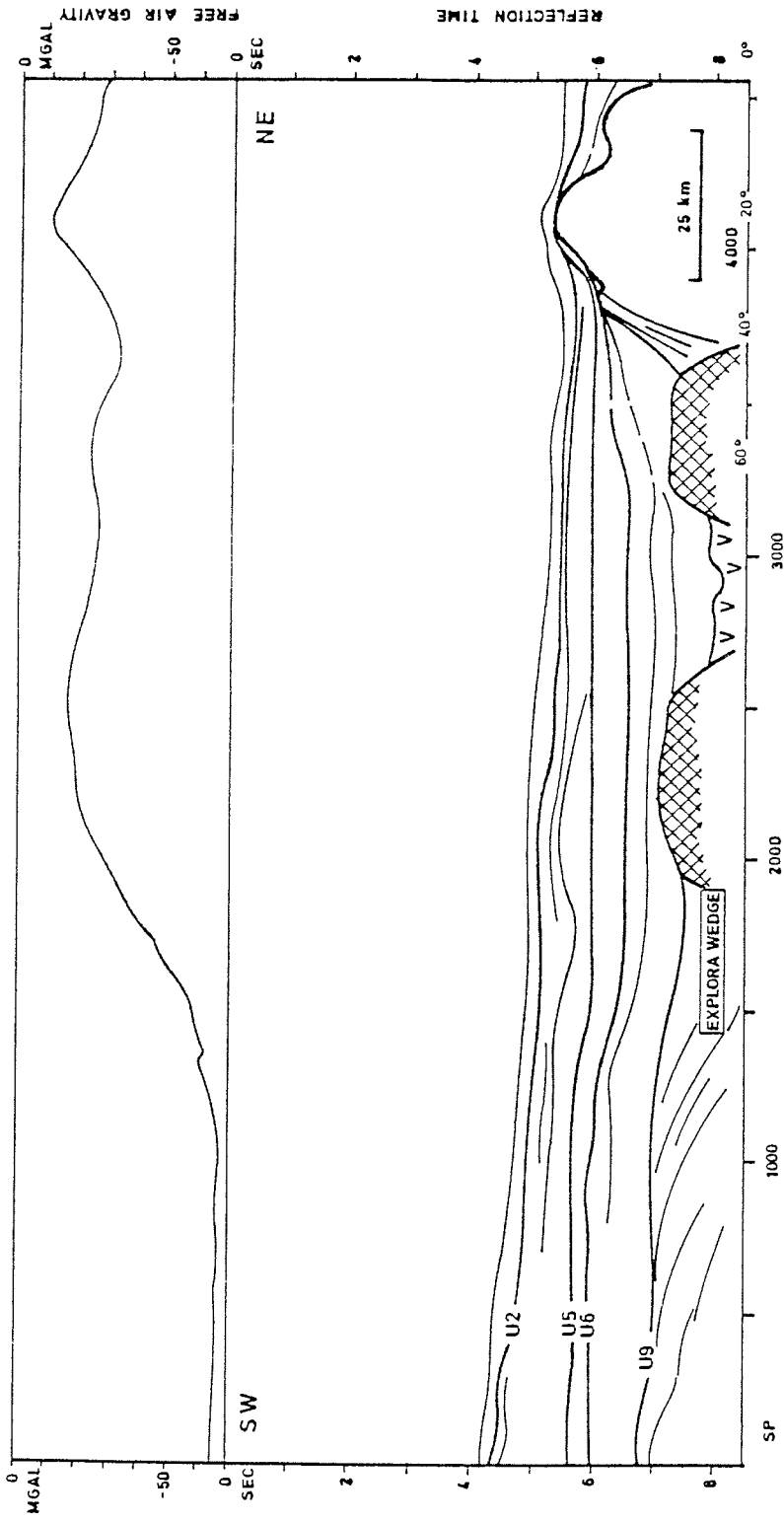


Fig. 19: Line drawing of line BGR 86-02 U2 to U9 refer to identified seismic markers/unconformities.

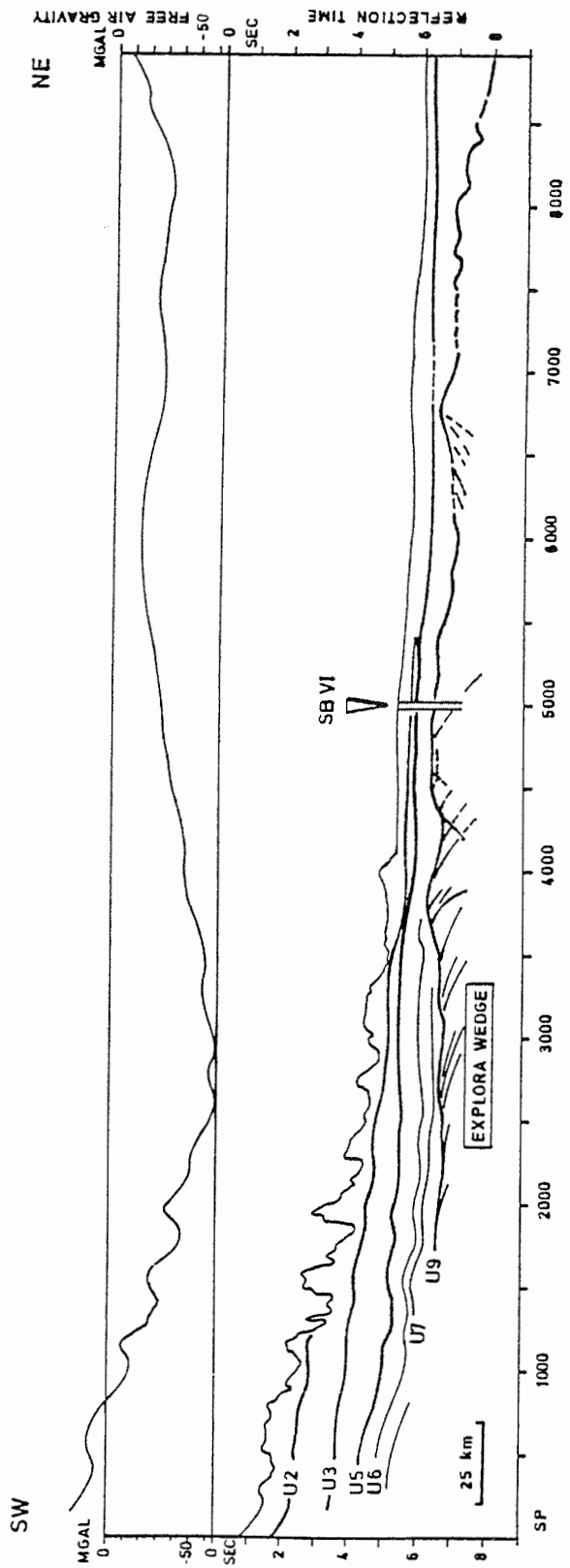


Fig. 20: Line drawing of line BGR 86-14 U2 to U9 refer to identified seismic markers/unconformities.

The thickness of the upper sedimentary unit decreases towards the continental rise, presumably as a result of intensive erosion by Antarctic coastal currents and dense Antarctic bottom water flowing down the slope. This strong erosion affected the continental margin after the formation of seismic marker U3.

The dominant feature of the lower unit beneath unconformity U9 is the EXPLORA Wedge, which extends to SP 4300. The adjacent body to the northeast has a relatively flat relief and similar seismic characteristics to the plateau-like features observed on line BGR 86-02. It is noteworthy, that a landward dipping conjugate feature to the EXPLORA Wedge is missing on this line.

The section between SP 5500-7000 is not of great value, because heavy pack-ice forced us to record along the EXPLORA-Escarpment. The acoustic basement seaward of the escarpment, i.e. to the northeast of SP 7000, has a relatively rough relief.

LINES OFF KAPP NORVEGIA (Figures 21 and 22: The continental margin off Kapp Norvegia offers excellent opportunities to address the principal ODP drilling objectives, namely, history of sedimentation on the East Antarctic continental margin and paleoglacial evolution of Antarctica, timing of Gondwana fragmentation, and tectonic and magmatic volcanic processes that are associated with the separation of Antarctica and Africa.

The continental margin off Kapp Norvegia is a starved margin cut by several canyons. All seismic records from this margin show a tectonically undisturbed sedimentary unit that overlies a complex lower unit. The sediments of the upper unit are subdivided by unconformities and/or seismic markers labelled U3, U5, U6 in the line drawings of lines BGR 86-17, BGR 86-15, BGR 78-19 and BGR 86-07 and 06, shown in Figures 21 and 22. The sediments above horizon U3 normally show a semi-transparent pattern, which is indicative of glaciomarine sediments (Elverhoi, 1984). The sequence between markers U3 and U5 shows non-coherent to moderately subparallel bedding, which is interpreted as representing more coarse grained glacial sediments. The sedimentary sequence between markers U5 and U9, which is subdivided by the erosional unconformity U6, is characterized by a continuous subparallel pattern.

Unconformity U9, also called the "Weddell Sea unconformity", forms the top of the lower unit, which is characterized by a wedge of seaward dipping reflectors, interpreted to represent extrusive volcanics. This wedge (EXPLORA Wedge) terminates seawards against a basement high thought to consist of oceanic

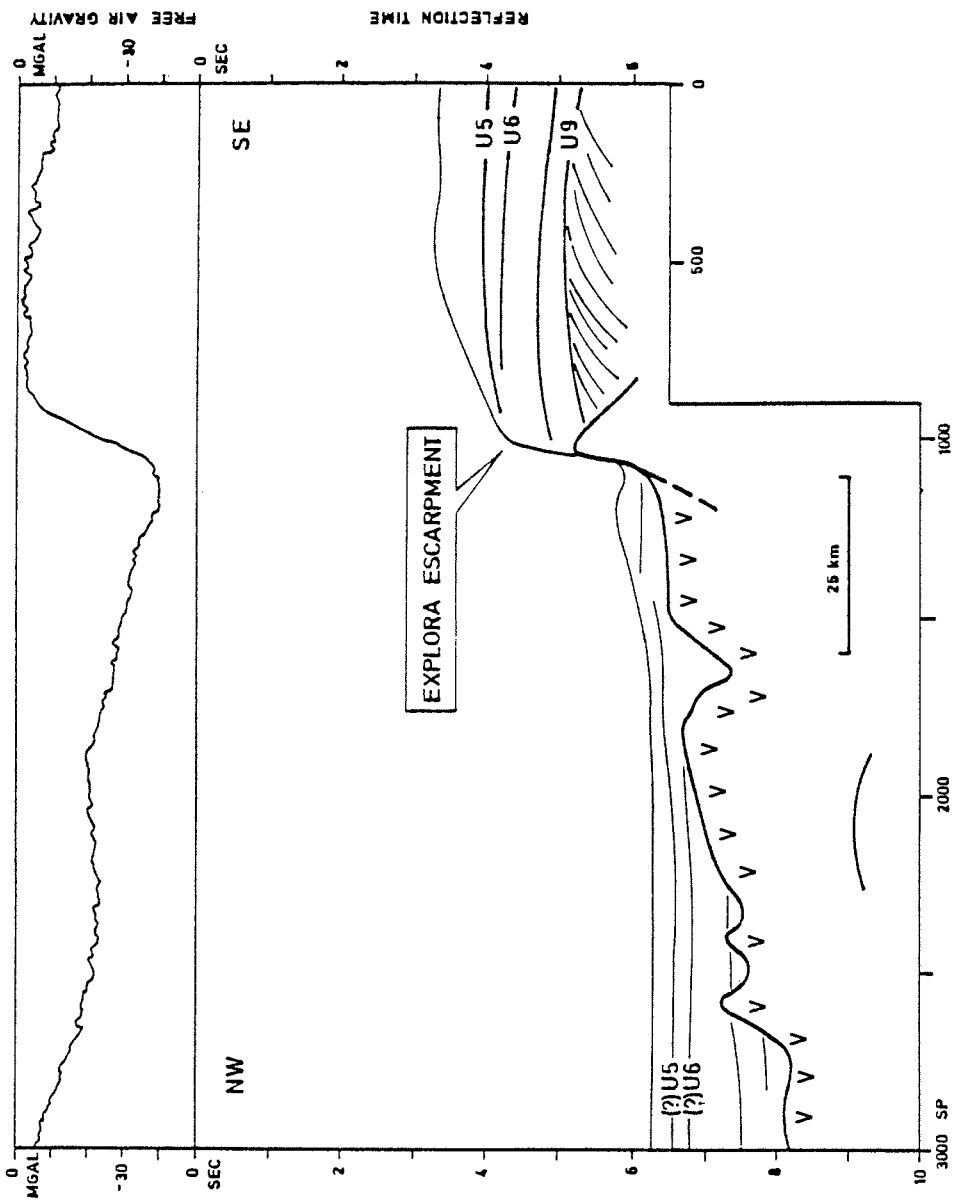


Fig. 21: Line drawing of line BGR 86-17 crossing the Explora Escarpment.

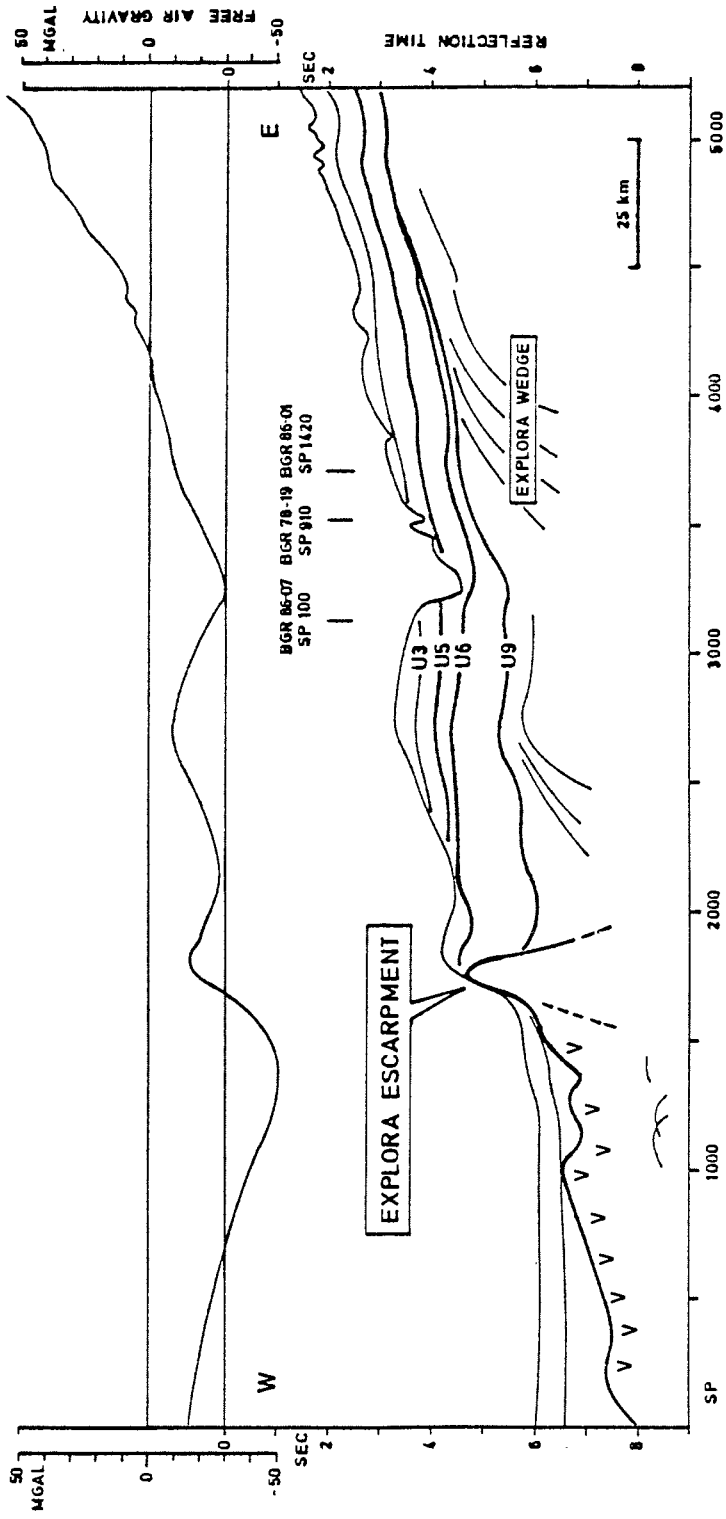


Fig. 22: Line drawing of line BGR 86-15; U3 to U9 refer to identified seismic markers/unconformities

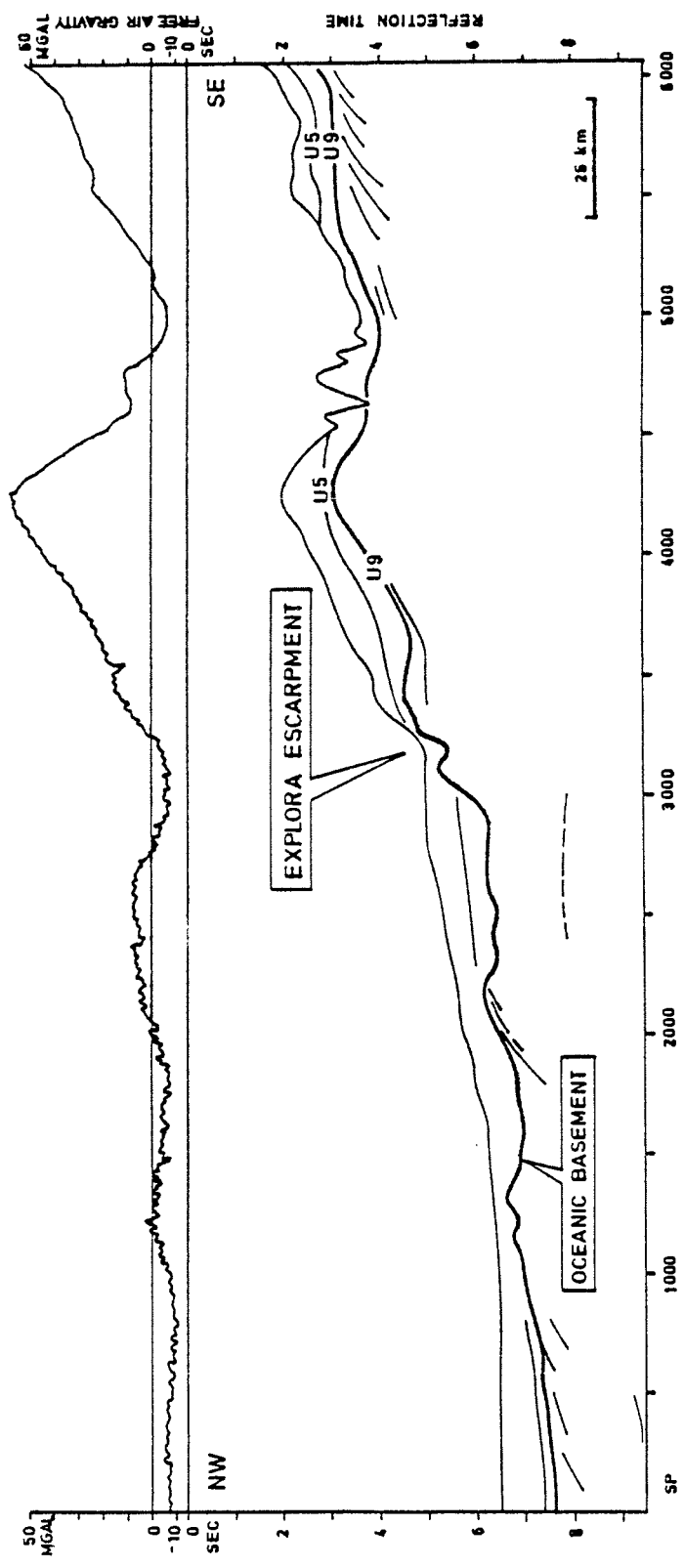


Fig. 23: Line drawing of line BGR 86-27

crust. The northern boundary of the normally narrow basement high is sharply defined by an escarpment, called EXPLORA-Escarpment by Hinz (1978). The crust immediately seaward of the escarpment is several hundreds metres to approximately 1 km deeper than the crust on its landward side. The depth of the crust increases from 6 to 6.5 seconds (TWT) immediately seaward of the escarpment to approximately 8.5 seconds (TWT) in the Weddell Sea basin.

The sediments overlaying the northward deepening crust, exhibit a landward onlapping pattern, which clearly indicates that successively younger sediments overlay it. It is noteworthy that a conjugate feature to the EXPLORA Wedge is lacking on the continental margin off Kapp Norvegia.

Lines off the Ekström Ice Shelf (Figure 23): The lines off the Ekström Ice Shelf exhibit a similar structural style to the lines off Kapp Norvegia, i.e. landward of a distinct escarpment a tectonically undisturbed and deeply eroded sedimentary unit overlies a wedge characterized by seaward dipping reflectors. The wedge terminates to the north by offlapping against a zone showing subparallel stratification beneath seismic marker U9. The deep-laying acoustic basement seaward of the escarpment is interpreted to consist of basaltic flows.

1.3.5 Structure and geological development of the Weddell Sea continental margin from meridians zero to 50°W (K. Hinz)

Our preliminary map for the basement structure of the Weddell Sea continental margin from meridians zero to 50°W is shown in Figure 26. The basement is buried by flat-lying sediments of predominantly Cenozoic age. A prominent fault zone, called the EXPLORA-ANDENES Escarpment, has been recognized between 40°W/72°40'S and 10°W/69°20'S. It separates the continental margin from the Weddell Sea basin. The EXPLORA-ANDENES Escarpment is approximately, 1 000 km long and consists of several segments that trend from N80°E to N60°E. The basement seaward of the escarpment exhibits seismic characteristics typical of oceanic crust. In general it lies deeper than the basement landward of the escarpment. The basement landward of the escarpment mostly is bound at its top by the prominent unconformity U9. The displacement of the basement on the EXPLORA-ANDENES escarpment varies between 1 s to 2 s (TWT) or about 1100 m to 2400 m, if the velocity 2.4 km/s is assumed.

It appears that the EXPLORA-ANDENES escarpment, which is associated with a large positive magnetic anomaly continues to the northeast as far as the southeastern flank of the Maud Rise.

he multichannel reflection profiling on the ANT-IV/3 cruise has revealed the presence of some remarkable and symmetric basement structures beneath a thick pile of tectonically undisturbed sediments. For example, between longitudes 40°W and 20°W, two extensive wedge-shaped basement units occur, which are bound at their top by the distinct U9 unconformity, also called Weddell Sea unconformity, and which are characterized by an internally divergent pattern of reflectors around an approximately N50°E trending basement depression. The latter shows a relative rough relief similar to the relief of oceanic crust. The northern wedge terminates against the EXPLORA-ANDENES Escarpment between longitudes 30°W and 25°W. Its divergent pattern of reflectors has a southward dip. The southern wedge, known as the EXPLORA-Wedge, shows a northward dipping reflection pattern.

The seismic characteristics, i.e. seismic velocities of 4 km/s to 5 km/s and the divergent pattern, as well as DSDP and ODP drilling results suggest that both wedges are formed from extrusive/intrusive volcanic rocks.

Our favoured mechanism for the emplacement of these remarkable and symmetric wedge-shaped units, is for the eruption of massive volcanic sequences over highly distended continental crust in a sub-aerial to shallow marine environment. Eruption is centered within the rift axis, building the thickest volcanic sequence there. The intra-continental rift axis later becomes the initial site of seafloor spreading, and when this occurs the thinned and contaminated crust with its overlying volcanic pile splits and subsides, acquiring a tilt towards the former rift axis. The boundary between thinned continental crust and oceanic crust is placed where the wedges reach their greatest thickness.

We therefore interpret this basement depression, trending approximately N50°E, and following the trend of a negative magnetic anomaly (Masolov, 1980) and a positive gravity anomaly (Fritsch, this report) as a failed drift basin. The gravity modelling on line BGR 86-13 (Figure 24) supports this interpretation.

We assume that the opening of the Weddell Sea basin was preceded by rifting and locally drifting between East Antarctica and the Antarctic Peninsula.

This early phase of the Gondwana fragmentation resulted in the development of series of failed propagating rift/drift basins of that kind recognized on the ANT-IV/3 cruise. The exposed late Paleozoic to early Mesozoic basement, (i.e. the Trinity Peninsula Series) on the Antarctic Peninsula suggests, that i)

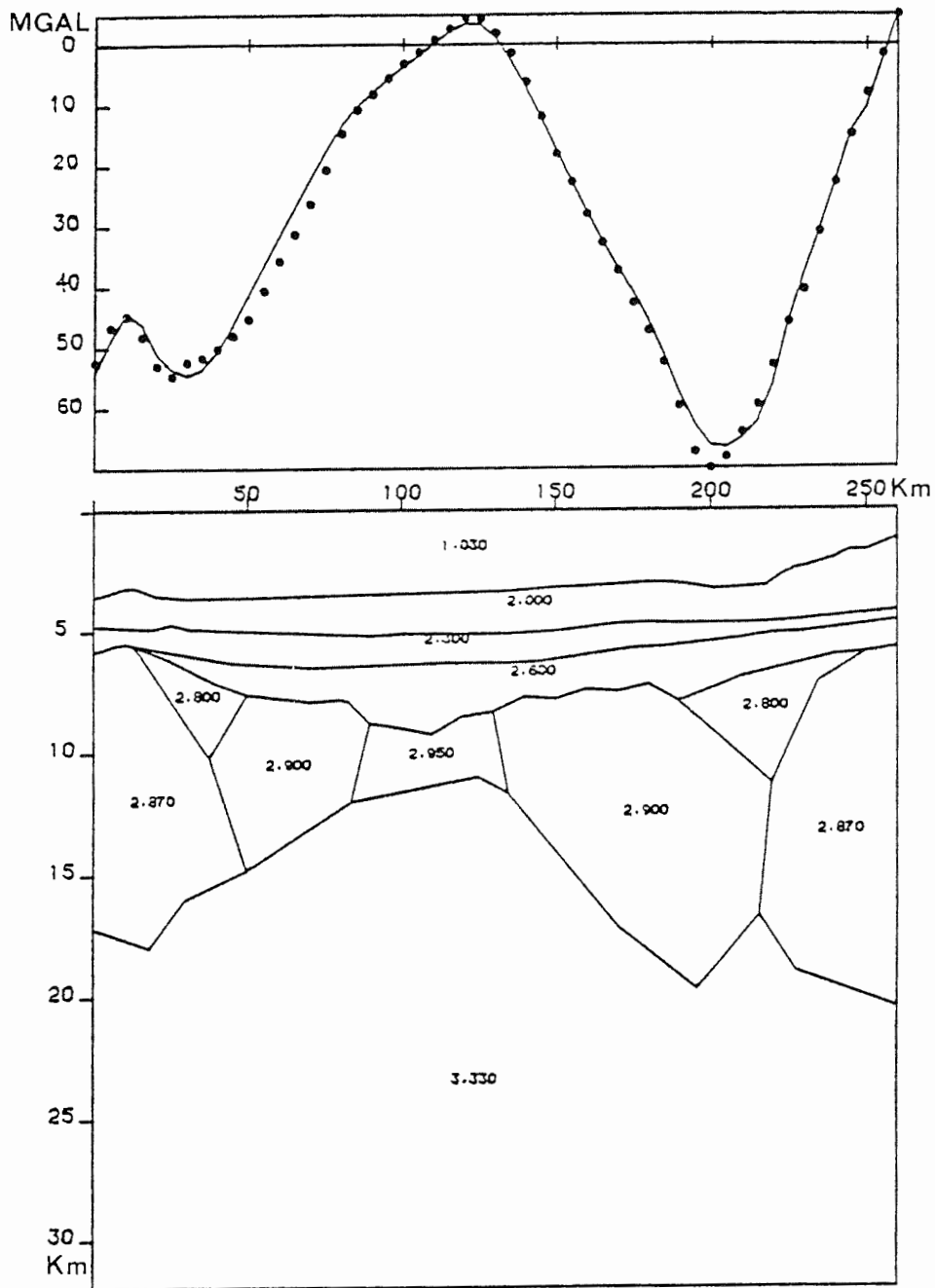


Fig. 24: Crustal section along line BGR 86-13 derived from gravity model and reflection seismic data. The number in the crustal section (lower diagram) are densities. Dots represent measured gravity values in mGal, the line represents the calculated gravity anomaly in mGal (upper diagram).

the Antarctic Peninsula existed in some form prior to the breakup of Gondwanaland, and ii) that the Antarctic Peninsula once rested closer to East Antarctica. Propagating rifting and drifting along the failed basins caused counterclockwise rotation of the Antarctic Peninsula and the formation of a prominent transform fault, i.e. the EXPLORA-ANDENES Escarpment, between Africa and Antarctica. The initial Gondwana fragmentation was attended by prolific volcanism that led to the emplacement of the voluminous Ferrar Group, the Dufek layered mafic intrusion and the wedges of "dipping reflectors", including the zones with sub-horizontal reflectors beneath the unconformity U9. The distinct unconformity U9 (Weddell Sea unconformity) presumably marks the end of this Jurassic tectonic-magmatic/volcanic regime followed by the opening of the Weddell Sea basin by transtension and propagating drifting along the EXPLORA-ANDENES Escarpment.

1.3.6 ODP-drilling in the Weddell Sea (K. Hinz and H. Dostmann)

The seismic data collected on POLARSTERN cruise ANT-IV/3 and on the BGR-Antarctic cruise (1978) have been interpreted and preliminary maps have been prepared aboard such as time contours of unconformity U9 or oceanic basement in sec (TWT), reflection time interval between seafloor and unconformity U9 or oceanic basement in seconds (TWT), reflection time interval between seafloor and unconformity U5 in seconds (TWT). Unconformity U5 constitutes the base of glaciogenic prograding wedges.

On the basis of this interpretation we suggest ODP-drilling on the continental margin of Kapp Norvegia and off the Ekström Ice Shelf, in the Weddell Sea basin and on the Maud Rise. We found 13 suitable drilling locations where the following problems can be addressed:

- lithostratigraphy, biostratigraphy of Cenozoic sediments,
- nature, age and origin of regional seismic markers/unconformities,
- paleoglacial and paleoclimatic evolution of Antarctica,
- nature, age and origin of dipping reflectors beneath unconformity U9,
- age and composition of basement landward and seaward of the EXPLORA-ANDENES Escarpment.

The detailed ODP Site proposals are given in a special BGR-report (BGR 99194 part II).

1.4 Bathymetry of the Weddell Sea continental margin from 60° W to 10° E (G. Wissmann and H.W. Schenke)

During the ANT-IV/3 survey the 1500 m/s calibrated waterdepth information of the NBS 30 kHz echo sounder was registered continuously on electrosensitive paper and digitally on magnetic disc. These data were navigation corrected (INDAS or GPS) and reduced by the BGR PDP-11 computer considering the 10-meter ship's draught and the Matthews corrections in polynomial form for the different velocity of sea water in Carter Area 32 (Echo-sounding correction tables, D.J.T. Carter, British Hydrographic Department, 1980). They were then plotted along the profiles on 1 : 10⁶ maps of the survey area in two modes:

- a) Equidistant (one 2 mm high figure every 4 mm) depth values and,
- b) only intersections of isobaths spaced every 200 m. Subsequently these values were plotted by hand, as there are still not enough reconnaissance type profiles to ensure a grid sufficiently dense for an automatic contouring program to operate unambiguously. Future bathymetric compilations of the Antarctic continental margin should, however, envision a processing by computer of magnetically stored data.

The water depth information of the ANT IV/3 cruise was supplemented by data from previous surveys (BGR-Antarctic cruise 1978, Norwegian cruises in 1979 and 1985, Japanese cruise 1984), which were Matthews corrected manually, if the original profiles or copies in the literature were available on board "Polarstern". As this was not the case for quite a few profiles (especially the 1985 Norwegian and all previous POLARSTERN cruises) the resulting bathymetric maps can be considered an incomplete compilation, which is nevertheless much improved over the existing GEBCO 1 : 10⁶ plotting sheets.

The major structural grain (troughs, banks, rises, major canyons) of the GEBCO sheets were confirmed (and retained were there was no new data) by the on board evaluation of the ANT-IV/3 data. Nevertheless, position differences between both studies of individual isobath lines of 30 nautical miles were not uncommon.

In the following, bathymetric features with structural importance shall be discussed from the Antarctic Peninsula in the west (61°W) to the Maud Rise (5°E).

Antarctic Peninsula to Ronne Ice Shelf (56°W)

The 600-m isobath borders an asymmetric trough, which reaches its NE trending axis of ca. 650 m depth 30 km to the east of the more steeply sloping (100 m vertical to 3 km horizontal, 2°) basement of the Antarctic peninsula. Near 57°W the ocean floor climbs to the 340 m crest of a NE trending ridge.

Ronne Ice Shelf to Brunt Ice Shelf (25°W)

The map shows a 350 km wide Antarctic shelf area to the south of the 600 m isobath at about 74°30'S. South of the shelf break the 400 m contour outlines a 180 km broad shallow region north of Berkner Island, which may not be a simple structural extension of the island as the island strikes north in contrast to the NE-striking offshore bank. On the other hand the structural domain of Berkner Island extends probably at least to the 300 m contour as defined by ANT-IV/3 profiles. The shallowest point of the ocean floor, the 200 m contour, was however encountered NW not N of Berkner Island near Filchner Station.

The shallow bank associated with Berkner Island is flanked by a 500 m deep N-trending trough at 52.2°W and the NE-trending Crary Trough that extends south under the Filchner Ice Shelf, reaching 1200 m depth long its axis at 37.5°W. The asymmetrical Crary Trough has the steeper flank on the eastern side, where the basement of the eastern Antarctic Shield (Roqueplo, 1982) rises to 200 m on a shelf which is incised by NE trending canyons. The linear character of the 1000 m and 800 m contours strongly suggest a tectonic origin for the east flank of the Crary Trough.

North of the shelf break at 600 m the continental margin is gently sloping northeast to 4000 m depth. The slope's gradient increases to 1 : 5 east of 27°W.

A canyon east of a peculiar NE trending spur on the continental margin at 36°W was surveyed in detail by SEABEAM.

The northward convex bulging of the continental margin between 30° and 35°W has previously been interpreted as a deep sea fan. However, it is strange how a fan could build directly north of the Crary Trough before this trough is filled first with sediments.

Brunt Ice Shelf to Fimbul Ice Shelf (0°E)

The bathymetry shows a simple NE-dipping deep abyssal plain, only structured by NE trending erosion channels and a possibly tectonic, NE trending spur of the 3800 m contour near 25°W.

In contrast, the continental margin is rather complex and structured by many canyons and ridges. The maximum complexity is reached north of Georg-von-Neumayer-Station, which may reflect the larger amount of data there, but may equally well have a tectonic cause. The width of the continental margin between the 400 m shelf break and the 3000 m isobath increases from 40 km near 25°W to 100 km off Kapp Norvegia (12°W).

In the west numerous canyons of smaller size were detected, whereas two large canyon systems near 15°W may separate northwardly convex portions of the continental margin that resemble areas of sediment fan deposition. The margin is further structured by promontories or ridges that seem to be base-

ment, rather than sedimentary features: The 2000 m contour near 11°W, 1400 m contour near 9°W and 7°W all trend NW, whereas the 3000 m spur at 5.5°W trends N and thus signifies a new structural domain.

Jelbert Ice to Fimbul Ice Shelf (5°E)

Northtrending canyons and intermediate ridges are limited by the east-west trending foot of the continental margin defined by the 4400 m isobath, which separates the Antarctic margin from the N-trending south limb of the Maud Rise, rising to 2000 m near 65°S.

An abyssal plain shallower than 4200 m dips west and empties any sediment transported from the east via the bottle-neck between Maud Rise and Antarctic continental slope at 68°S, 5°E.

The northbulging 4800 m and 5000 m contours in the deep NE trending abyssal plain west of the Maud Rise indicate that such sediment is then transported northeast by bottom currents that also carved the previously mentioned deep-sea erosion channels and possibly the NE-trending nose of the 4200 m contour at 7°W.

The northern part of Maud Rise is also structured by gradients in a SW-NE direction, either stemming from the original? volcanic formation of the ridge or later tectonic subdivision by lateral faults, reaching from the base to the top.

As a concluding remark it should be noted that POLARSTERN on the approach profile to the Antarctic proved that the Islas Orcadas Seamounts near 66°S, 25°W do not exist (Figure 25).

1.5 Magnetics and Gravimetry

1.5.1 Data Acquisition and Data Processing (H.A. Roeser)

Data acquisition and data processing for gravity and magnetics was carried out with a PD-11/34 system which has been used for 10 cruises already. Several changes were necessary to meet the special requirements of this cruise:

- A new cartographic system was introduced which allows the implementation of a wide range of projections and especially the stereographic polar projection which is the standard projection for large-scale-maps in the Antarctic regions.
- Latitude, longitude, course, speed and echo sounder values from the INDAS integration and data distribution system of the ship are delivered not in parallel but serially and in a different format.

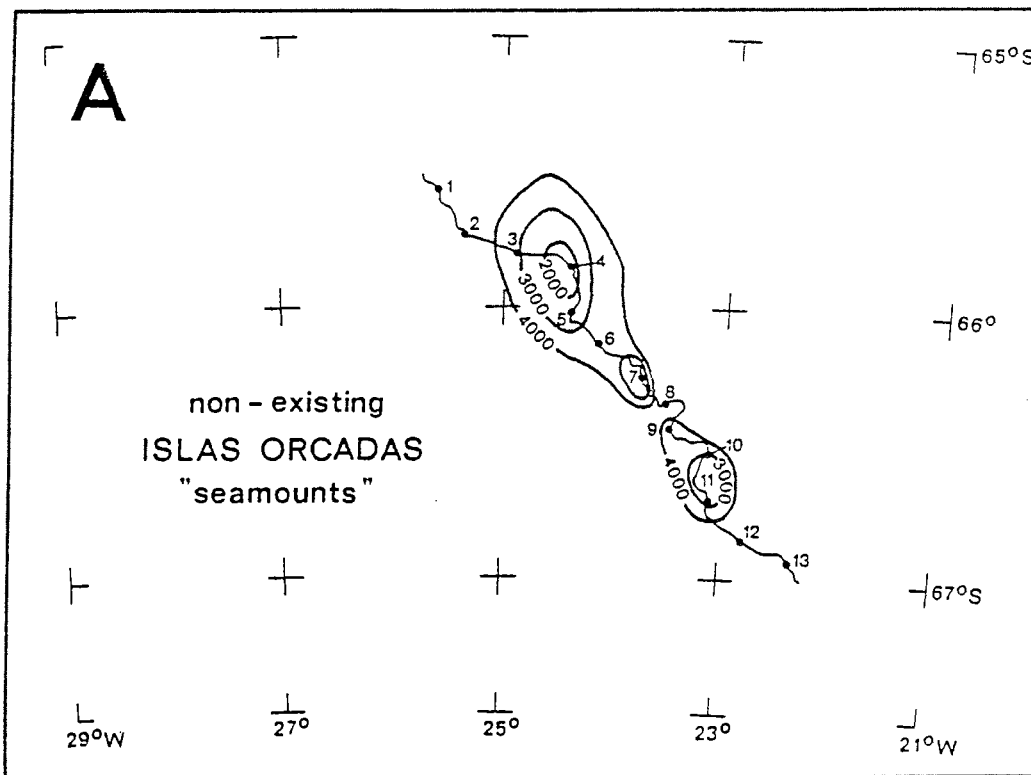
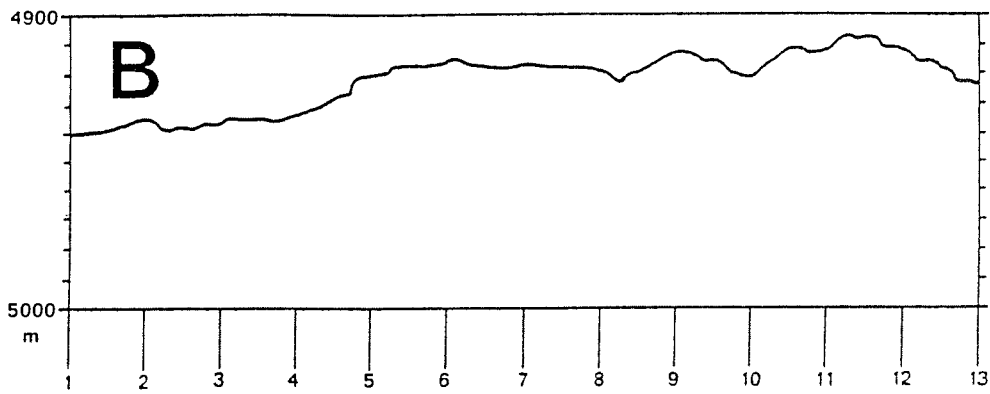


Fig. 25: a) RV "Polarstern" Track on 13th December, 1985 across the 2000 metres high reported "Islas Orcadas seamounts"
 b) RV "Polarstern" actual NBS echosounder registration on 13th December, 1985

- The position of a GPS receiver Magnavox T-Set were made available via the VAX 11/750 shipboard computer. The inclusion of these data had a major impact not only on the data acquisition but also on the processing of the position as will be explained later.

In addition to these new requirements several hardware problems had to be solved by software changes.

- The data acquisition system developed a fault, it did not send any interrupts. Therefore the interrupt routine was replaced by a time routine at the appropriate time.
- The module for the analog output of the gravity meter became defective. Therefore a digital/analog converter was attached to one of the MIOS output modules. From the gravimeter data the values were computed which were necessary to give the proper input voltage for the recorder. To avoid the normal 'range hunting' of the record, a small overshoot was included into the voltage, thus the record is more readable than the original one.
- The realtime clock of the data acquisition system broke down several times. Therefore a switch-selectable option was included into the data acquisition program which read the time from the computer clock instead of the realtime clock. The main disadvantage of this is that there is no control of errors of the clock whereas we record the difference between the two clocks to see possible jumps of one of the clocks.

The program SATFIX for the calculation of the TRANSIT satellite positions was not activated because the adaptation of the program to the POLARSTERN receiver would have required too much time. Further, it would not have been possible to run the satellite watches with the available personnel. Consequently the area of the realtime tasks became much simpler than on previous cruises (Fig. 26 is an overview).

The backbone is not a program but the system common KOMFIX. The program RDDALL reads all the incoming serial data and writes them into the system common, partly with a note that they are new. Further RDDALL sends the navigational data to the gravimeter Kss31 to improve the levelling of the stabilized platform. DEPFIV reads the serial data out of KOMFIX, marks them as being read and reads the 16-bit-parallel data from MIOS. All these data are placed into a data record which is written every 30 seconds into KOMFIX. Further DEPFIV informs DEPDSK that a record is available for storage on the disk. After the storage DEPDSK send a message to DEPFIV that the record is written. The record remains available for any other programs which may be interested to read it.

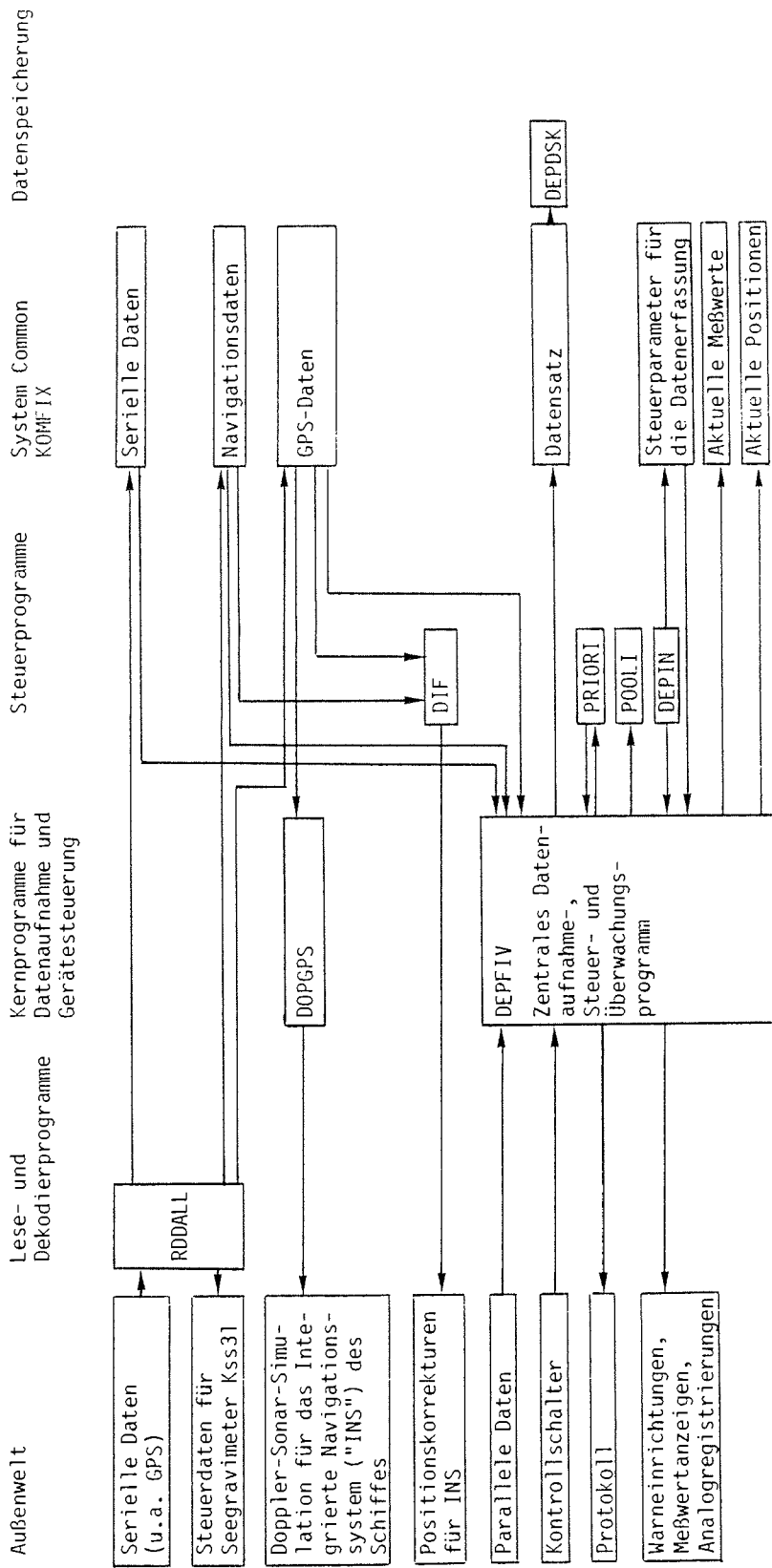


Fig. 26: Outline of the realtime and intertasks connections of the PDP-11/34 system on cruise ANT-IV/3

The air-conditioning of the lab was excellent, the vibrations were small in comparison to those on other ships. Except of the usual blackouts there were no problems with the stabilized power supply of the ship.

GPS turned out to increase significantly the time required for the processing of the positions. There were several programs necessary to manipulate the GPS data, to compare their quality with that of the INDAS data, and to combine them into a set of best positions. This time-consuming process was considered necessary in view of the quality of the geophysical data. Unfortunately the Transit satellite receiver does not provide sufficient information to assess the accuracy of the fixes. Therefore during the data processing only those satellite fixes could be removed which obviously had large errors.

1.5.2 Geomagnetic investigations and interpretation (H.A. Roeser and V. Spieß)

The greatest correction term for the observed total intensity data is the main field of the earth approximated by the international Geomagnetic Reference Field (IGRF, IAGA 1981). The IGRF is described as a spherical harmonic expansion of degree and order 10. The direct computation of the expansion for every data point would take too much computertime. Therefore we determine usually an approximation polynomial which can be calculated in reasonable time. It turned out impossible to determine one polynomial for the whole survey area. Instead the area was divided into two parts along the Greenwich meridian. For the western part of polynomial of 5th degree in latitude and longitude was determined which nowhere differs by more than 2 nT from the IGRF 1980. This is sufficiently accurate because the errors caused by diurnals will be much larger even after their reduction.

Due to lack of time the course-dependent influence of the magnetic field of the ship and the sensors could not be measured in an appropriate manner. Only a short test was possible on the sea ice in the Atka Bay showing that at least the master sensor is not clean magnetically. Unfortunately, the electronics developed a fault during the test and the measurements had to be terminated.

The time-dependent changes of the magnetic field were in part very large. The intended removably integrating the longitudinal gradient of the gradiometer was impossible. It will be investigated whether the geomagnetic records of the Georg von Neumayer observatory can be used for the reduction.

The Weddell Sea holds a key position in the Gondwanaland reconstruction of the continents South America, Africa, Antarctica, India and Madagascar and several continental fragments. Topographic and tectonic features of the oceanic crust in this area trace the early movements after the breakup of the supercontinent. The structural analysis with geo-

physical margins of South America, Africa and Antarctica and the paleogeographic position of the Antarctic peninsula as a part of the mobile West Antarctic mountain belt. Only a few marine geophysical expeditions have been carried out before. The small data base with large gaps in the profile coverage and inadequate profile arrangement because of the combination of different geophysical methods result in a poor knowledge of number and location of fracture zones. Their systematic analysis is important for the explanation of the complex topography and tectonic structure in the Cenozoic and Mesozoic parts of the central Weddell Sea and the unknown effect of the Scotia back arc system and the associated subduction zones. In this connection marine magnetic investigations are essential for the resolution of ages and plate kinematic parameters.

The few published data sets and the poor knowledge of the tectonics of the Antarctic continental margin explain the difficulties in interpreting the magnetic anomalies in this area (Barker & Jahn, 1980; LaBrecque & Barker, 1981). Even the magnetic profiles of the 1987 BGR-EXPLORA-Expedition are insufficient for a detailed interpretation. The seismic studies of this cruise show a very complicated picture of the continental margin between 0°W and 40°W explaining these difficulties.

The whole survey contains only very few lines which allow a geomagnetic interpretation. Models were calculated for lines BGR 86-11/12 and BGR 86-13. The intention was to find out the mean magnetization of the blocks of continental crust and to determine the magnetic properties of the oceanic crust in that part where seismics and gravimetry indicate it. The zero level turned out to pose the main problem to a reliable interpretation. Obviously, a considerable part of the anomalies is produced by deep-lying sources, that means the continental basement. They cause not only the positive anomalies above them but also a negative anomaly north of them. However, for both profiles the minimum is deeper than that which could be considered is the north minimum. It can be explained easily by the assumption that it is partly due to inversely magnetized oceanic crust. The main discrepancy is, however, that inversely magnetized oceanic crust would produce a much steeper gradient of the magnetic field along its edges. However, that is a problem which it often encountered at the edges of old oceanic crust. Although the reason for that is not known we may state that it is not a severe argument against inversely magnetized oceanic crust.

Another possibility would be that the true zero level is considerably deeper than that given by the IGRF. Then oceanic crust with a magnetization parallel to the present field of the earth would be sufficient to explain the observed anomalies. However, the character of all our data indicates that the zero level is not bad.

Consequently, we prefer the interpretation of a narrow strip of predominantly inversely magnetized oceanic crust in that area where the seismic and gravimetric data indicate a failed rift/drift basin (Fig. 27).

Another important result is that the amount of magnetic material decreases much faster than the thickness of the crust when we approach the oceanic crust from the continental crust in the south. Also the block in the north has a much lower magnetization than the crust in the south, parts of it are nearly non-magnetic. There are two possible interpretations. The first is that the continental crust is fractured at a line where its magnetic properties change. This change would be connected in some way with a change in the mechanical properties which made the crust apt for disruption. Secondly, the fracturing of the rocks together with many secondary processes could have destroyed a part of the original magnetization.

The available data do not allow a distinction between these two possibilities.

The northern boundary of the EXPLORA Escarpment seems to be associated with a large positive anomaly of longer wavelength implying deep source bodies. In the oceanic crust north of the EXPLORA Escarpment some short limbs of magnetic lineations can be identified although higher amplitudes and longer wavelengths call in question the sea floor spreading origin.

Perhaps a combination of sea floor spreading and shear movement with a larger number of obliquely striking fracture zones (leaky transform faults?) is responsible for the complex magnetic picture. Sometimes anomalies are related to escarpments in the oceanic crust.

1.5.3 Gravity Measurements (J. Frisch and P. Kewitsch)

1.5.3.1 Gravity Connections

Gravity measurements on land were carried out with a LaCoste & Romberg gravimeter model G (no. 480) to establish calibration points in the vicinity of RV "Polarstern".

In Punta Arenas (Chile) a gravity reference point is located in the meteorological office of the airport "Presidente Ibañez". Its designation in the Chilean National Gravity Net is PUQ J7915 with a gravity value of 981297.591 mGal and geographical co-ordinates of 53.00833 S/70.84667 W, height 39.5 m (personal communication ARANEDA, 1985). Obviously, it is identical with the gravity point 512 30 L of the International

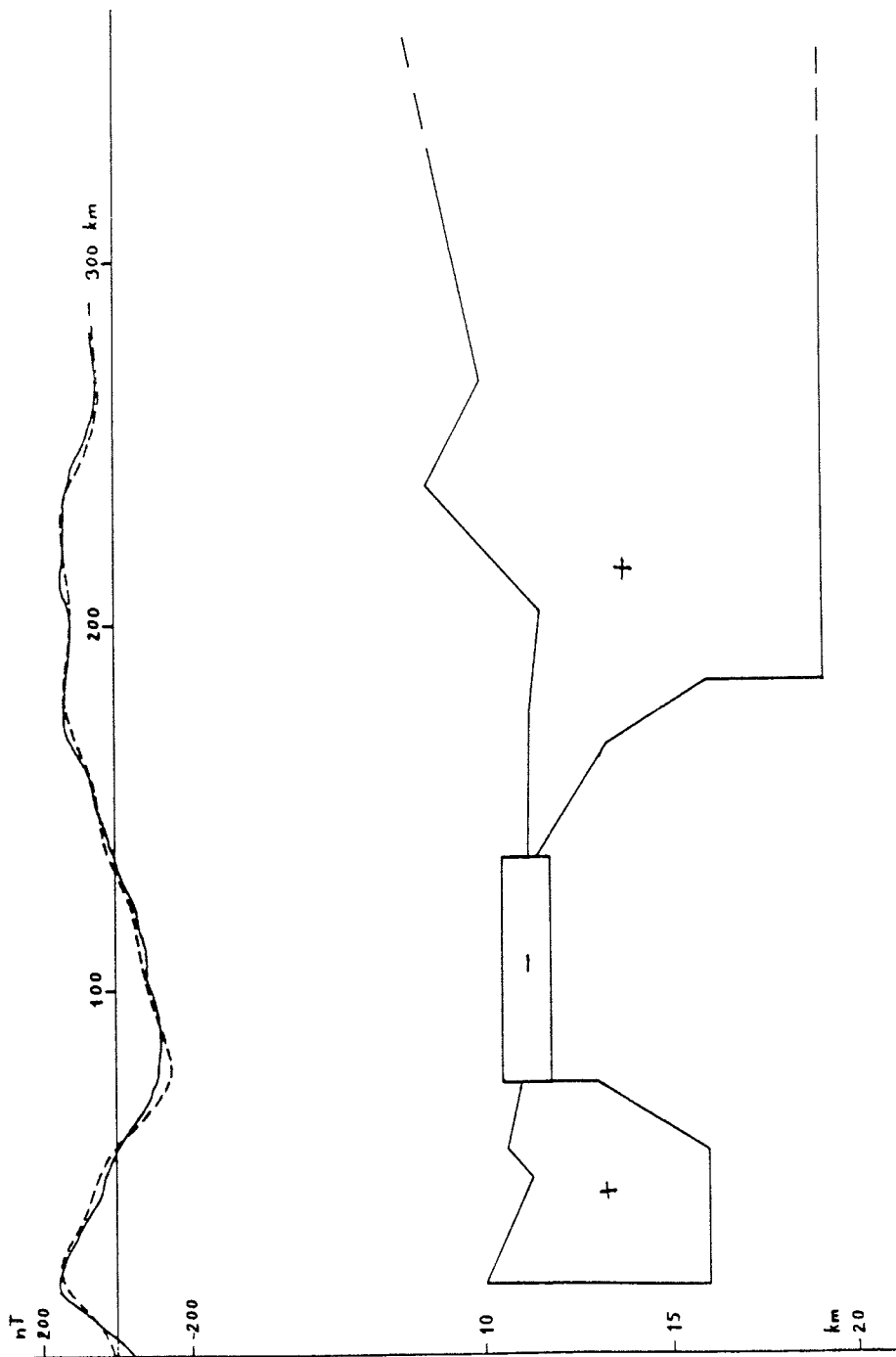


Fig. 27: Model calculation for line BGR 86-13. The magnetization is assumed to be parallel to the present field except of the central part with inverse magnetization 2 A/m. Continuous line = observed field, dashed line = computed field

Gravity Standardization Net 1971 (IGSN 71, the value of 981297.61 mGal given in (IAG, 1971)). The difference of 0.019 mGal is negligible in this context.

Three auxiliary points were established between 27th of November and 5th of December to connect the seagravimeters aboard RV "Polarstern" with the IGSN 71:

- gravity point A is located within the small guard house at the end of the bunker pier "Cabo Negro" (Fig. 28 a,b,); the height is 4.5 m above sea level
- gravity point B is located at the pumping station in the entrance of the bunker pier "Cabo Negro"; the height is approx. 4.5 m above sea level
- gravity point C is located within the warehouse of the harbour, just to the right hand of the main entrance in the custom area (Fig. 29); the height is approx. 4 m above sea level.

The following table shows the corresponding gravity values of the different stations:

station	gravity value	remarks
PUQ J7915	981297.591	reference value
A	981295.8	bad value, noisy readings
B	981296.92	fair value, difficult readings
C	981320.87	good value, various readings

On Antarctica the gravity measurements could be performed only on the shelf ice suffering the well known difficulty of a slowly moving ground for the land gravimeter. The readings were unstable, sometimes stopped the cross-hair at one end of the scale.

There was also the problem of the instrument. Nevertheless, the gravity observations at two stations are included here for completeness:

- Gravity point D is located in the entrance of the antimagnetic container of the magnetic observatory belonging to the "Georg-von-Neumayer-Station"
- Gravity point E is located on the edge of the shelf ice where RV "Polarstern" anchored to supply the Filchner summer station.

The listing below shows the readings of these measurements which could be used after completion of the survey for the estimation of the survey for the estimation of the absolute gravity values at points D and E.

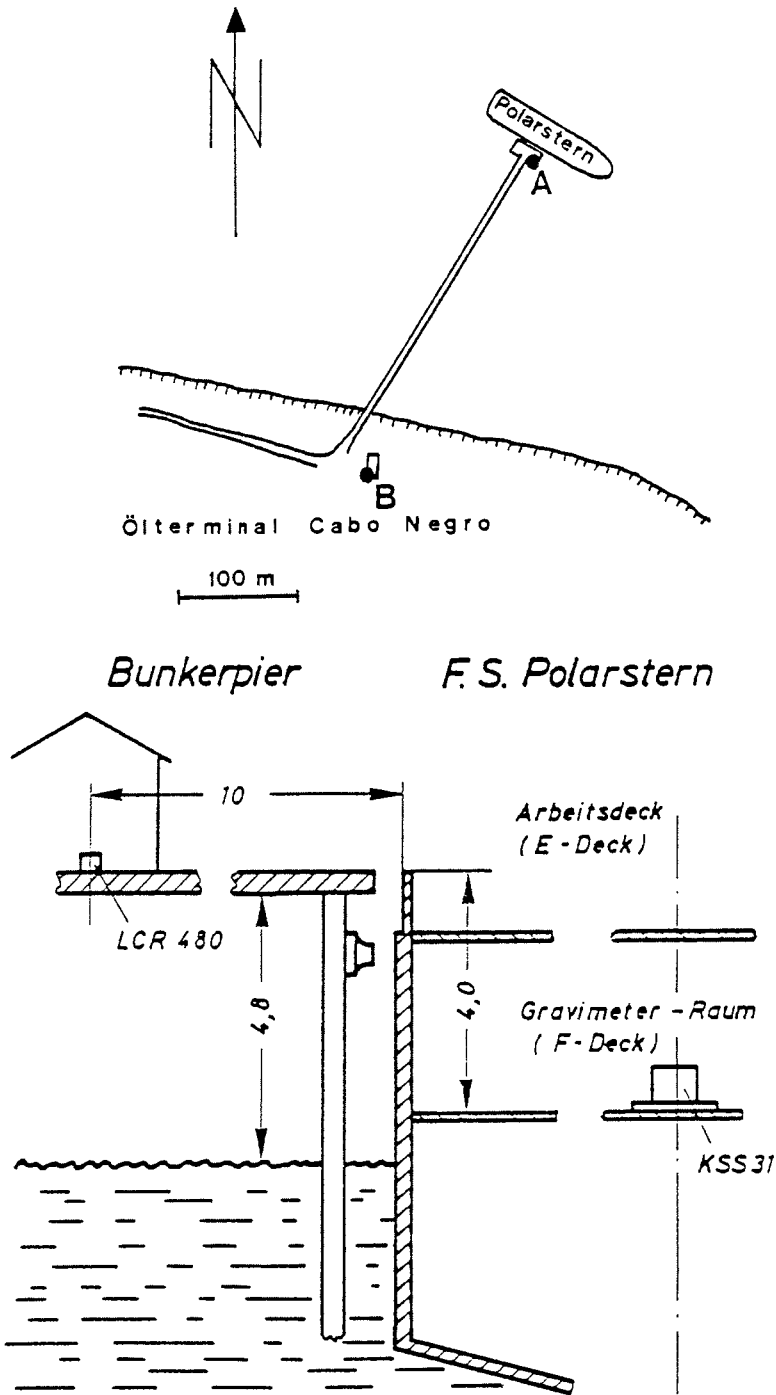


Fig. 28: a) Location of auxiliary gravity points A and B at terminal Cabo Negro / Punta Arenas
 b) Location of auxiliary point A on bunker pier relative to RV "Polarstern"

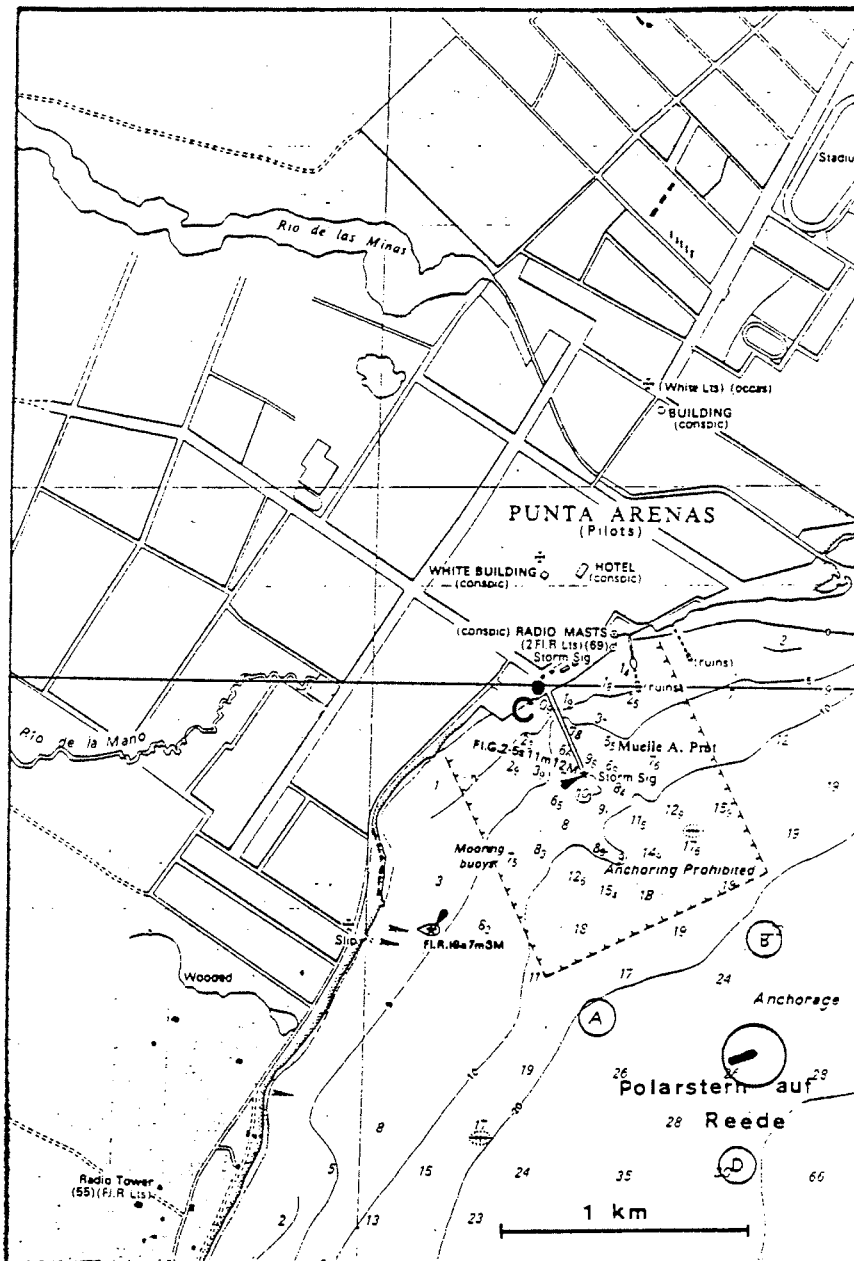


Fig. 29: Location of auxiliary gravity point C at harbour Punta Arenas and position of RV "Polarstern"

station	date	reading	mGal
D	03-Jan-86	6196.75	6305.87
E	12-Feb-86	6384.40	6497.33
D	21-Feb-86	6197.50	6306.64

In Cape Town a connection was made between poller no. 78 at the northern quay of the New Container Harbour (point F) and the gravity base of the University of Cape Town, Department of Surveying (UCT New). According to the gravity value of UCT New of 976 616.80 \pm 0.02 mGal (Merry, 1980), the gravity value at auxiliary point F results in 979 639.10 mGal.

Before leaving Hannover on November 21st, 1985, a reading of 4768.01 c.u. was made at the base point (room D025) with absolute gravity of 981267.942 mGal (DSGN 72). After completion of the cruise and returning to Hannover on March 19th, a reading of 4773.40 c.u. was made at the same place. The difference is 5.49 mGal in 116 days, and the total drift is calculated to 0.0474 mGal/day.

1.5.3.2 Gravity Measurements at Sea

Gravity measurements at sea were carried out with two sea-gravimeter systems operating independently.

Seagravimeter GSS 4 no. 53 (Askania) was mounted on a gyro-erected platform (Anschütz). Both subsystems have been in operation by BGR since 1970 in more than fifteen missions. They are now assigned to be discarded from duty because of serious defects in several parts which are difficult to repair or to replace by spare parts after nearly 20 years since the equipment was built. The seagravimeter GSS 3 is sensitive to changes in the environmental temperature. Because the air-conditioning of the gyro-room, where the seagravimeters were installed, was unable to keep the temperature constant within 2 degrees Celsius, the readings of the GSS 3 are considered dubious.

The seagravimeter GSS 3 served on cruise ANT-IV/3 only as a redundancy system for the new seagravimeter KSS 31 no. 22 in case of trouble. The seagravimeter KSS 31 was acquired by BGR in 1984, and cruise ANT-IV/3 was its second mission. This new seagravimeter KSS 31 is designed to operate under more severe conditions than the former one; up to now it performed very well. The complete system consists of the gravity sensor mounted on a comparatively small gyro-stabilized platform, and a data handling subsystem.

All modern gravimeters have a stabilization of the internal temperature and need a long time for warming up, if they had been disconnected from power for a certain time. As long as the internal temperature has not reached its final value, the gravimeter suffers a considerably drift. In order to avoid this problem, the heating of the gravimeters were set in operation a few days before the cruise began. In the Table below the locations, times and otherwise determined absolute gravity values are given together with the readings of the seagravimeters.

Location	date	gravity value mGal	KSS31 drift-correct.reading relative to station A mGal
Station A	06.12.85	981 295	0
Atka Bay I	15.12.85	-	1435
Atka Bay II	02.12.86	-	1434
Station d	03.01.86	982 723	-
Halley Bay	09.01.86	-	1635
Filchner Shelf	12.01.86	-	1625
Station E	12.02.86	982 914	-
Filchner Shelf	12.02.86	-	1625
Druznyaya	17.02.86	-	1619
GvN supply site	21.02.86	-	1450
Station F	21.02.86	982 722	-
Cape Town	13.03.86	979 639	1657

The KSS31 performed jumps in the drift curve, when it was still creeping to the steady state condition. They occurred always after clamping and were detected because the instrument remained on the same place. The seagravimeter GSS 3 showed jumps at three times in the midst of the cruise.

1.5.3.3 Evaluation of the Seagravimetric Data

The routine processing of the gravimetric data consists of transformation of the readings into free-air anomalies using the appropriate instrumental parameters (scale value, delay time) and initial settings (reading on harbour sites and corresponding gravity values). The normal gravity was calculated according to the 1967 Geodetic Reference System Formula (GRS 67). The drift could not be determined during the cruise, so the processing remains incomplete and the results have to be considered as preliminary.

From the general data files (DV-files) the free-air anomalies of the KSS 31 were plotted as function of time (Fig. 30). The times where multiples of 25 mGal intersected the free-air anomalies, were transferred to the corresponding points on the track chart. Other important features of the free-air anomaly curve such as maxima or minima, were also transferred to the track chart. When the gravity values were disturbed, e.g. by stormy weather or while the ship was icebreaking, the transferred data were marked as dubious.

The final presentation of the gravity data consists in an anomaly map with 25-mGal isolines. Besides the data from cruise ANT IV/3, there is included in the map the gravity data from BGR Antarctic cruise 1978 with S/V EXPLORA. The gravity values from 1978 had to be corrected by an amount of - 22 mGal to fit with the new data, which is considered as the better one of both data sets.

1.5.3.4 Interpretation of the Gravimetric Data

Gravity anomalies have their origin in deviations of the homogeneous distribution of masses inside the earth which was assumed when the International Gravity Formula from GRS 67 was developed. The real mass distribution inside the earth is radially dependent. Especially, the outer shell of the earth exhibits a great amount of density variations and gives rise to the gravity anomalies. Most of the geological processes lead to a stratified structure of the crust. Any deviation from a horizontal boundary between two complexes with different density produces an anomaly in gravity. With densities and geometry of the boundary known, it is possible to calculate the gravity effect and subtract it from the observed anomaly.

In such a manner the anomaly becomes easier to interpret, and in some cases the interpretation is reduced to a simple two-layer problem which is uniquely solvable under very general assumptions.

The gravity map of the Weddell Sea shows a definite line of maxima along the ice shelf in the eastern part (highest values more than + 120 mGal). This line of gravity highs broadens in the central part of the map and departs there from the ice shelf borderline (highest values + 115 mGal). A comparison with the bathymetric map explains this coincidence; the gravity maximum is always located on the landward side of the continental shelf. Toward the sea this gravity maximum is accompanied by a broad gravity minimum (lowest values about -80 mGal). Further seawards a more or less constant value between -20 and -30 mGal is achieved. This picture is charac-

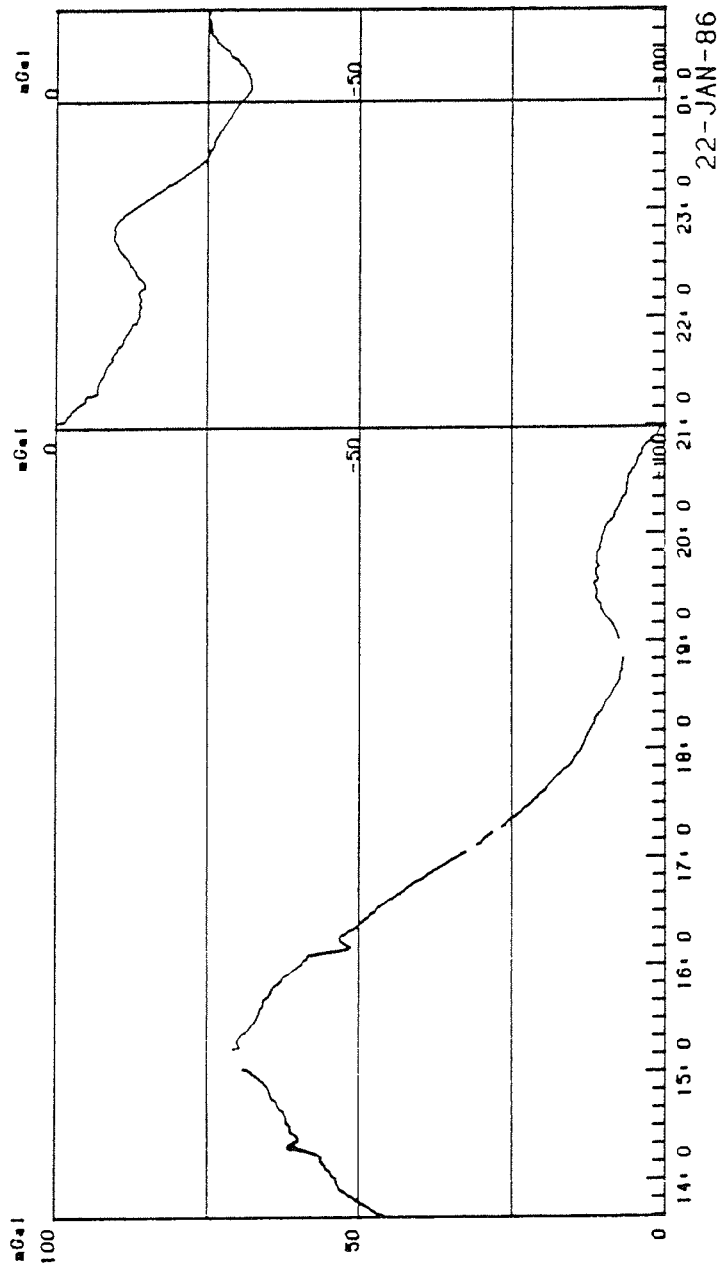


Fig. 30: Free-air anomaly from seagravimeter KSS 31 no. 22 as a function of time

ANT-1V/3, PROFIL BGR-86-013

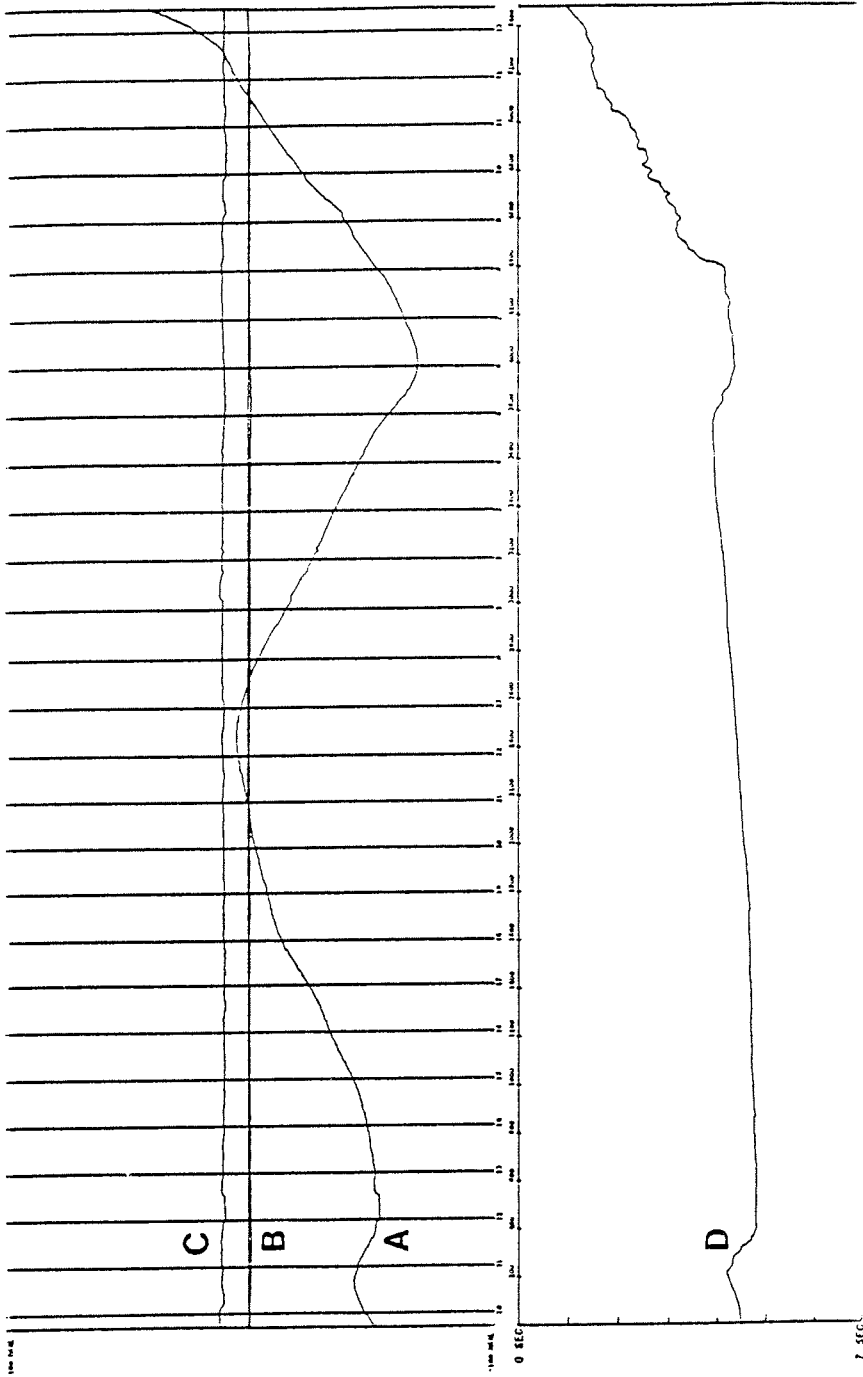


Fig. 31: Original gravity data of line BGR 86-13. A = Free-air anomaly from KSS 31 no. 22, B = Difference between KSS 31 no. 22 and GSS 3 no. 53, C = Eötvös effect as function of time, D = Sea floor in reflection time.

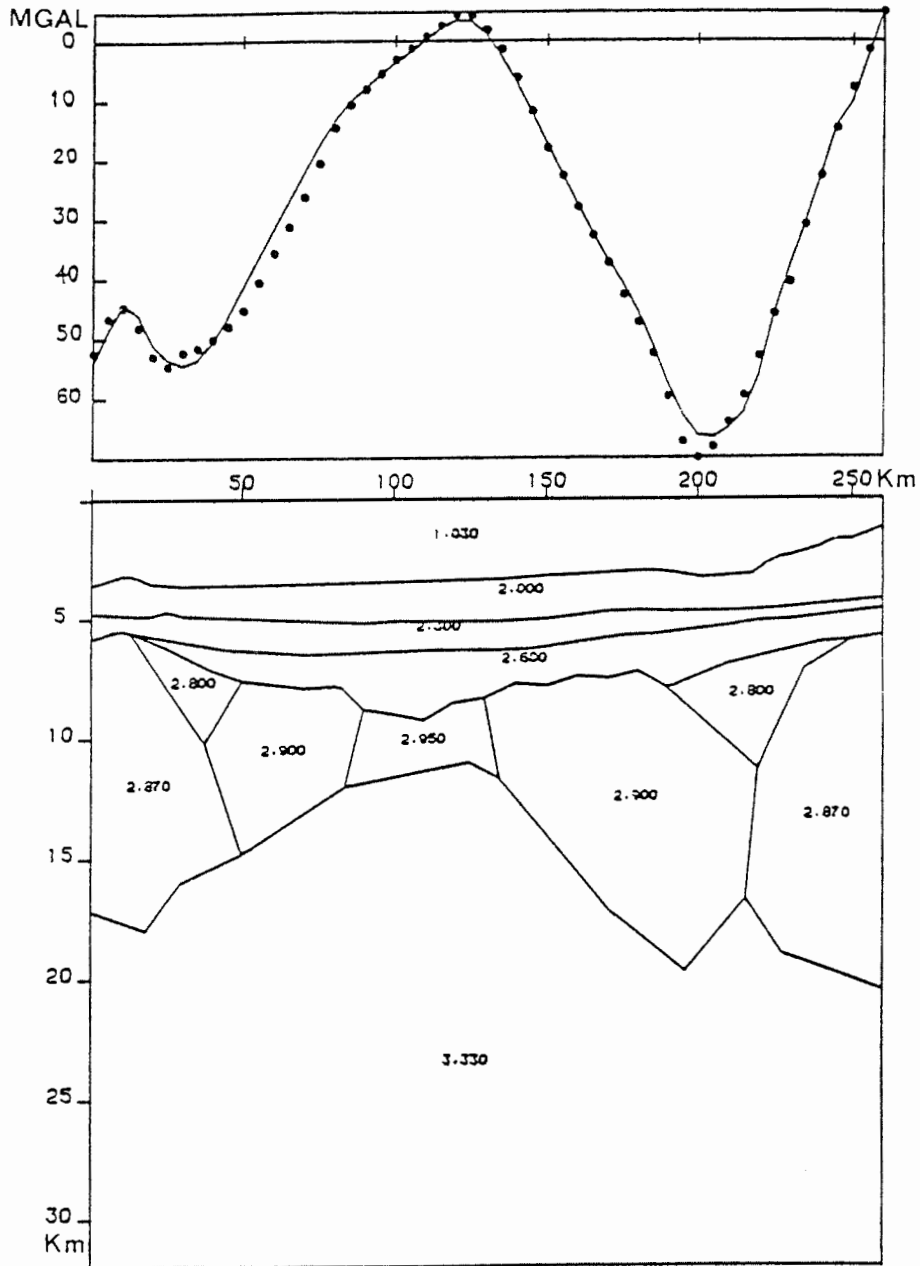


Fig. 32: Crustal section along line BGR 86-13 derived from gravity model and reflection seismic data. Numbers in the crustal section (lower diagram) are densities. Dots in upper diagram represent measured gravity values in mGal, the line represents the calculated gravity anomaly in mGal.

teristic for an isostatic edge effect, when the low density water masses are isostatically compensated by the high density mantle material. The continental crust with a thickness of approximately 32 km is replaced on the ocean-side by oceanic crust with a thickness of approximately 5 to 10 km. The densities of continental and oceanic crust may differ, but compared with the density of water (1.03 g/ccm) or mantle material (3.33 g/ccm) should be the same (2.85 to 2.95 g/ccm). The occurrence of a landward gravity maximum together with a seaward minimum is observed on all continental edges and is a typical indication for the change of crustal thickness under isostatic conditions.

For a more detailed interpretation it is necessary to produce a crustal model introducing as many information as possible from other sources, especially from seismic data interpretation. This is done for a crustal section corresponding to seismic line BGR 86-13, running from 73 S/31.5 W to 74 S/24 W, approximately. The original free-air anomaly together with the sea floor is given in Fig. 31. From seismic interpretation all sedimentary layering up to the basement were known. From seismic reflection pattern and intracrustal reflections the different nature of the crustal blocks were derived. The crustal model (see Fig. 32) was completed by introduction of the boundary between crustal and mantle material (Moho-discontinuity). The densities of the different blocks were chosen according to usual seismic velocity-density-relations. The construction of the Moho was made with the trial-and-error method and resulted in a very good fit between the observed and calculated anomalies.

1.6 Continuous 3.5 khz sub-bottom Echo Sounding (G. Kuhn und G. Wissmann)

1.6.1 Data Acquisition

During the "Polarstern"-ANT-IV/3 expedition the 3.5 kHz sub-bottom profiling system was run continuously (13000 nautical miles) between geological stations, logistic stops and geophysical cruise transects.

As far as possible, the dial settings of the 3.5 kHz unit were kept constant to enable comparison of echo characters. Penetration of the seismic signal into the seafloor and the type of the reflected signal varied with different sediments. In some parts of the Weddell Sea penetration over 120 m was recorded. Bad records were obtained during heavy sea ice conditions or rough weather. Due to the limited depth range of the records (500 ms) a permanent watch was necessary.

Data Equipment 3.5 kHz System

Unit with 16 sound transmitter/receiver parts.

From 10. to 24. Dec. 1985

EPC MODEL 1100 KEY/GATE TVG UNIT
EPC MODEL 1000 CRYSTAL DELAY UNIT
ORE MODEL NO. 140 TRANSCEIVER
PHILIPS PM 5171 AMPLIFIER
EPC GRAPHIC RECORDER MODEL 4800

From 24. Dec. 1985 to 11. Mar. 1986

ORE MODEL NO. 140 TRANSCEIVER
PHILIPS PM 5171 AMPLIFIER
EPC GRAPHIC RECORDER MODEL 4800

1.6.2 Mapping of 3.5 kHz Echo Characters

GPS and INDAS navigation corrected track chart plots were made. Along these tracks bathymetry obtained with the ships echosounding system was Matthews corrected (Carter-area 32), interpolated, plotted and contoured by hand. The echo character of the time correlated 3.5 kHz records were also plotted along these tracks.

Four echo character types were differentiated:

- 1) a prolonged echo or surface reflection only
 - b prolonged echo with diffraction hyperbolae (different wavelength)
 - c prolonged echo with one sub-bottom reflector converging on the sea bottom.
- 2) transparent surface layer above prolonged or multilayer echo character.
- 3) one to three layers, semiprolonged, partially discontinuous subbottom reflectors (normally low penetration)
- 4) many subparallel layers (multilayer, high penetration, up to 100 m thick)

Geological sampling with box grab and gravity corer obtained some spot checks of these echo character types which lead to the following interpretations.

Mapping of the 3.5 kHz echo character types revealed a sediment pattern which may be controlled mainly by the bathymetric situation and related gravity driven bottom currents or geostrophic currents.

Type 1 echo character is indicative of regions with sediments containing high abundance of coarse material such as sand and pebbles. These echo characters were seen mainly as typical ice

shelf sediments (glacial till) above 600 m water depth, as eroded surfaces on the continental slope or as coarse sediment fill in the canyons and bottom-current (turbidity current?) pathways of the continental slope and rise. Diffraction hyperbolae may be generated by single point reflections of ice rafted pebbles or by a rough bottom topography due to erosion. Geological sampling with a gravity corer of prolonged echo type sediments often failed. Box grab samples show deposition of coarse sand (turbidites?) in the lower part of the channels. Prolonged echos with one sub-bottom reflector converging on the sea bottom occurs along the Filchner Ronne Ice Shelf and is interpreted as being Pre-Holocene shelf sediment, which has been overcompacted by shelf ice, with a Holocene sediment cover.

Type 2 echo has not been sampled. We offer some interpretations based on the particular regional geologic situation.

- glaciomarine sediment, deposits of fine grained sediment (clay and silt) settling out from bottom water plumes originating from the ice shelf running down slope.
- deposits of fine grained sediment by contour following currents.
- Sediment slides or debris flows with an homogeneous internal composition

One to three layers with semiprolonged, non-coherent to moderately subparallel sub-bottom reflectors (echo type 3) sometimes occur alongside the channels which show echo type 1. Sediments correlated to echo type 3 may represent a transitional facies which occurs between current dominated areas (erosion or deposition of coarse grained material only, turbidity channels?) and areas of hemipelagic deposition. The semiprolonged echo type may indicate a moderate amount of sand. Stratification and the close areal relation to channels further supports the idea of some episodic deposition current transported material.

Thick multilayer echo characters (echo type 4) with high penetration of the 3.5 kHz signal are correlated to areas with fine grained hemipelagic sediments as indicated by long sediment cores taken from this sequence. Changes in sediment composition (carbonate and siliceous skeletons, ice rafted debris, terrigenous input) are mainly related to climatic fluctuations. These effects may be the reason for the multilayer echo character of these sediments.

1.7 Sedimentation processes at the Antarctic continental margin (H. Grobe and G.Kuhn)

The sediments at the Antarctic continental margin of the eastern Weddell Sea are mainly composed of terrigenous material transported by ice bergs, currents and downslope movement. The sedimentation processes are controlled by the distribution of sea ice and the oscillation of the ice shelf edge in response to the Pleistocene glacial-interglacial cycles. Several horizons in the sediment sequence are enriched with the carbonate and siliceous hard parts of planktic and benthic organisms. This enrichment could be caused by the Weddell Sea Polynya.

The main aim of the sedimentological study of sediment cores from the continental margin between 0° and 25°W are the investigation and quantification of the glaciomarine sedimentation processes and the reconstruction of the ice shelf oscillations during the climatic changes of the Quaternary. Special emphasis in this regard is given to the sedimentary documentation of the Weddell Sea Polynya.

1.7.1 Sampling procedure

A transect off Kap Norvegia (investigated during previous Polarstern expeditions) was completed during ANT-IV/3 with three box grabs (50 x 50 cm). Further samples were taken during this cruise by gravity corer (1.5 t weight, 120 mm Ø or diameter and 3, 5, 10 or 15 m long core barrels) and box grab on downslope transects off Camp Norway, east of Atka Bay in the direction of Maud Rise and west of Atka Bay. Other areas where marine geological sampling was undertaken include along the Filchner-Ronne Ice Shelf, the Filchner Depression (Crary Trough), the continental slope north of Filchner depression and the central Weddell Sea.

The box grab was used at 66 stations. Mean penetration was 32 cm. At two stations the box grab was not triggered and at four stations it was empty due to hard sediments (pebbles and sand). Short archive cores were taken out of the box grab sediments to obtain undisturbed samples from the upper centimeters of the sea floor.

The gravity corer was used at 41 stations with seven failures, mainly at stations on the shelf with overcompacted and pebbly sediments or on the continental rise with sandy, turbiditic sediments. Core recovery was 169 m in all. Core recovery at station was only slightly less than penetration depth of the coring device (see list 1.11). At station 1414 one core was retrieved with a piston corer.

Eight sediment cores from the Atka Bay profile and one from the Camp Norway profile (81 m in all) were opened on board, described and sampled. After preparing sediment slices for X-radiography (27.5 x 10 x 1 cm), samples for sedimentological

analyses were taken at an average interval of 10 cm. Smear slides were made at intervals varying from 10-30 cm depending on lithological changes. Smear slides from cores 1386, 1388, 1389, 1390, 1392 and 1394 were examined on board. The relative frequencies of biogenic material (foraminifers, diatoms and sponge spicules) were described as none, rare, few, common and abundant.

For sedimentological analyses each sampled horizon (1.5 cm thick) consisted of three subsamples:

- 2 cm³ for water content, organic and anorganic carbon,
- 5 cm³ for grain size distribution and clay mineralogy and
- 70 cm³ for coarse fraction analyses.

The last samples were wet sieved on a 63 micron-sieve. The remaining sand fraction was dried at 60°C. The distribution of carbonate within the cores was estimated by measuring the amount of sand rich in foraminifers tests and plotted against depth in core (Fig. 33). In cores 1387, 1388, 1389 and 1390 estimation of carbonate was possible because of low abundance of terrigenous material in the sand fraction.

1.7.2 Preliminary results and interpretations

Quartz and feldspar make up the greatest part of the sediment. Other frequent inorganic components identified in the smear slides are biotite, glauconite, pyrite and volcanic glass. Most of this material is ice or current transported and of terrigenous origin. Organic components - calcareous foraminiferal tests and the siliceous skeletons of diatoms, sponge spicules and radiolarians - are also very frequent. In some horizons of the cores they are the mayor sediment component. Calcareous nannofossils and silicoflagellates are less frequent.

A rough estimate of the frequency of the most common biogenic components was carried out in the smear slides. These data show some significant variations and general trends, which may be interpreted as a record of Pleistocene climatic cyclicity and chemical solution of skeletal material.

Although the resolution is not very good, the content of foraminifer tests in the smear slides of core 1388, 1389 (Fig. 35) and 1390 (Fig. 36) is positively correlated to the carbonate content of the sand fraction and to the paleoclimatic curve (Fig. 33). At least the last five Pleistocene climatic cycles are recorded in these sediment cores. In cores 1392 and 1394 (Fig. 36) - both nearer to the continent and showing higher sedimentation rates - the large amount of foraminifers and the minimum in skeletal opal indicates deposition during the last interglacial period (isotopic stage 5). Perhaps in the lower part of core 1394 the end of interglacial stage 7 is reached.

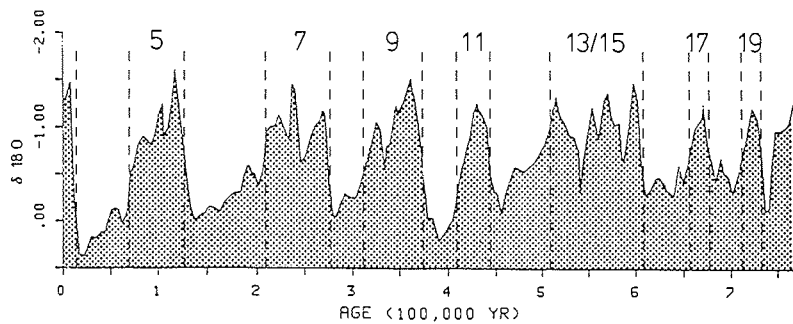
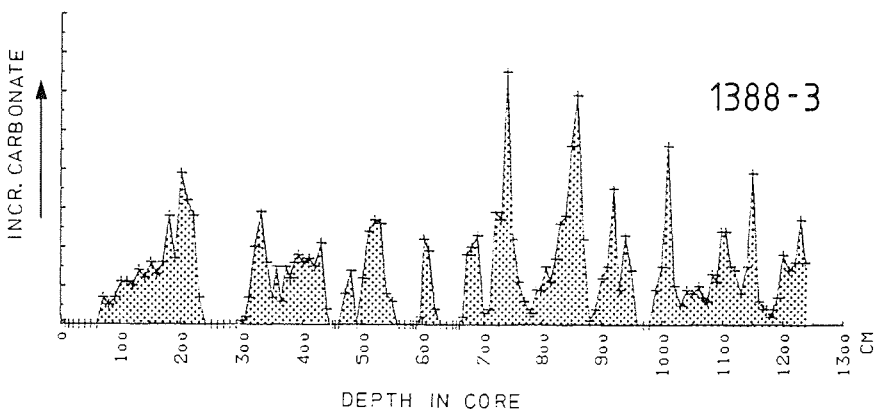
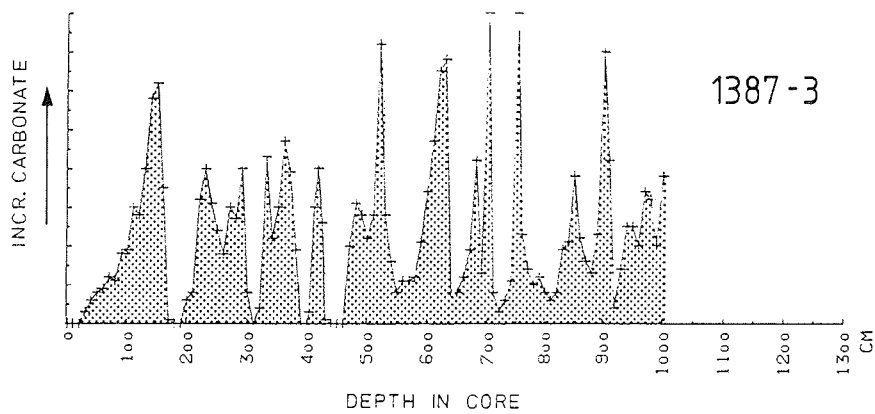


Fig. 33: Comparison of the estimated carbonate content of two sediment cores from the Antarctic continental margin off Atka Bay with a paleoclimatic curve of the equatorial Atlantic (Sarnthein et al., 1984). The carbonate content was estimated from the abundance of planktonic foraminifers in the sand fraction. Horizons rich in planktonic foraminifera (*N. pachyderma*) show a good correlation with the interglacial isotopic stages (5, 7, 9 etc.)

It seems that as a general trend in core 1388, 1389 and 1390 foraminifers increase in the lower parts of the cores. There is a clear decrease in the number of horizons barren in foraminifers in the lower part of core 1388. Calcareous nannofossils also occur at depth greater than 300 cm in core 1388, 620 cm in 1389 and 460 cm in 1390, mainly in sediment horizons with large amounts of foraminifers deposited during warm climatic periods. They may indicate that more biogenic carbonate was produced and deposited in these sediments. Coincidentally, the number of opal skeletons also decreases, perhaps as a result of solution (higher pH-values?) during deposition or early diagenesis. Reactions between pore water and the abundant feldspar grains possibly play an important part in this glacial-marine environment.

The amount of biogenic opal (diatoms and sponge spicules) in the sediment may also be related to former climatic fluctuations. During and, in particular, at the end of the two last glacial periods siliceous skeletons reach a maximum. This correlation changes during the interglacial isotopic stage 9 and there is an increase in both, carbonate and siliceous skeletons (core 1388, 1389 and 1390). More detailed investigations may show that these biofluctuations are useful for stratigraphic work.

The unusually high carbonate content in the sediments of the investigated area is presumed to be an effect of the Weddell Sea Polynya. The carbonate consists mainly of the planktonic foraminifer Neoglobobulimina pachyderma (sinistral), accompanied by some species of benthonic foraminifers and a few coccolithophorides. The distribution of the carbonate within cores 1387 to 1390 shows thick horizons rich in foraminifers alternating with thinner layers free of carbonate. The shape of the curve is nearly identical in all cores and corresponds well with a paleoclimatic curve of the equatorial Atlantic (Fig. 33). Isotopic stage 1 is missing because sampling by the gravity corer disturbs the uppermost centimeters of the sediment. An additional reason might be a delayed development of the typical interglacial carbonate planktonic fauna within the Antarctic Ocean after the beginning of an interglacial stage (Grobe, 1986 a). Assignment of the carbonate peaks in the lower parts of core 1387 to interglacial isotopic stages will be possible after determination of the Brunhes/Matuyama-boundary (730,000 a) by paleomagnetic dating.

The good correspondence of the paleoclimatic curve and estimated carbonate content may allow a high stratigraphic resolution of the sediments. This can be used firstly for a detailed reconstruction of the sedimentary environment during the Pleistocene paleoclimatic cycles using factors such as the extent of sea ice, ice shelf and polynya, the intensity of currents and biological production, as well as changes in the planktonic and benthonic micro- and nanofauna. Secondly, it is hoped to be able to make a detailed paleomagnetic dating using paleomagnetic events within the Brunhes epoch (Spiess, this vol.).

Correlation of the sediment layers rich in planktonic foraminifers with the interglacial isotopic stages enabled preliminary estimations of the sedimentation rates on Atka Bay transect (Fig. 34). The mean sedimentation rate decreases with increasing distance from the continent. Simultaneously the ratio of terrigenous to biogenic particles in the sediment increases in favor of the biogenic components. The mean sedimentation rate off Atka Bay obtained by the estimation of planktonic foraminifer content and smear slide analyses are : 4.6 (1394), 4.3 (1392), 1.7 (1390), 2.0 (1389), 1.5 cm (1388) and 1.0 cm/1000 years (1387). During interglacial periods two to three times more sediment is accumulate compared to glacial stages. Only during the shorter interglacial isotopic stages 9 and 11 sedimentation rates are lower compared to other interglacial stages. This was already shown in earlier investigations off Kapp Norvegia, where a similar cyclical carbonate sedimentation was found (Grobe, 1986).

It is possible that the generally higher rates during interglacials are mainly caused by a high production of carbonate plankton under the influence of the Weddell Sea Polynya. This effect and therefore the mean carbonate content in the sediment should increase approaching the polynya area. The extent of the area where a carbonate planktonic fauna can develop and the amount of foraminifer tests in the sediment may depend on the duration of the interglacial stage.

1.8 High resolution magnetostratigraphy of sediment cores (V. Spieß)

Three sediment core profiles were sampled during the marine geological campaign of the Antarctic ANT-IV/3 Expedition of RV "Polarstern" across the Antarctic continental margin off Atka Bay, "Georg-von-Neumayer-Station" and Camp Norway. All cores of the Atka-Bay-Profile were opened during the cruise for sedimentologic, biostratigraphic and palaeomagnetic sampling.

1.8.1 Sampling procedure and measurements

About 1000 palaeomagnetic samples were taken from more than 80 m of sediment cores for magnetostratigraphic purposes and 359 samples for methodical and statistical investigations of sediment magnetic parameters. To measure and compare the direction and intensity of the sediment magnetization semi-oriented sampling within one core is necessary. Boxes of 7 cm³ volume are aligned with a marker along the core axis of the archive half of the core section for vertical orientation (inclination) of the samples. Azimutal orientation of the

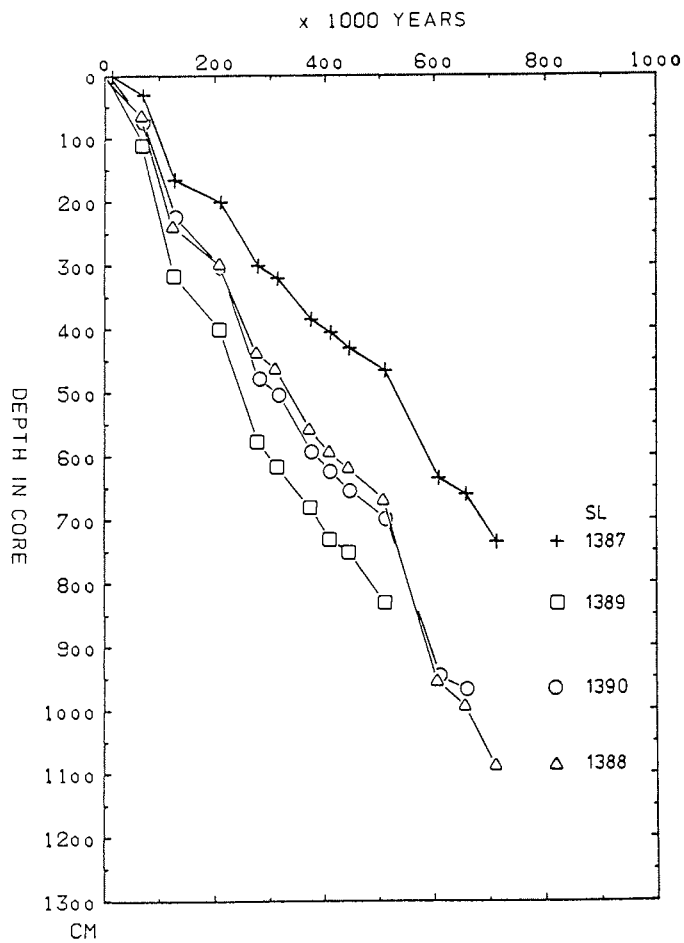


Fig. 34: Sedimentation rates off Atka Bay obtained by the estimation of carbonate content and correlation with a paleoclimatic curve. The mean rate decreases from about 4.6 to 1.0 cm/1000 years with increasing distance from the continent.

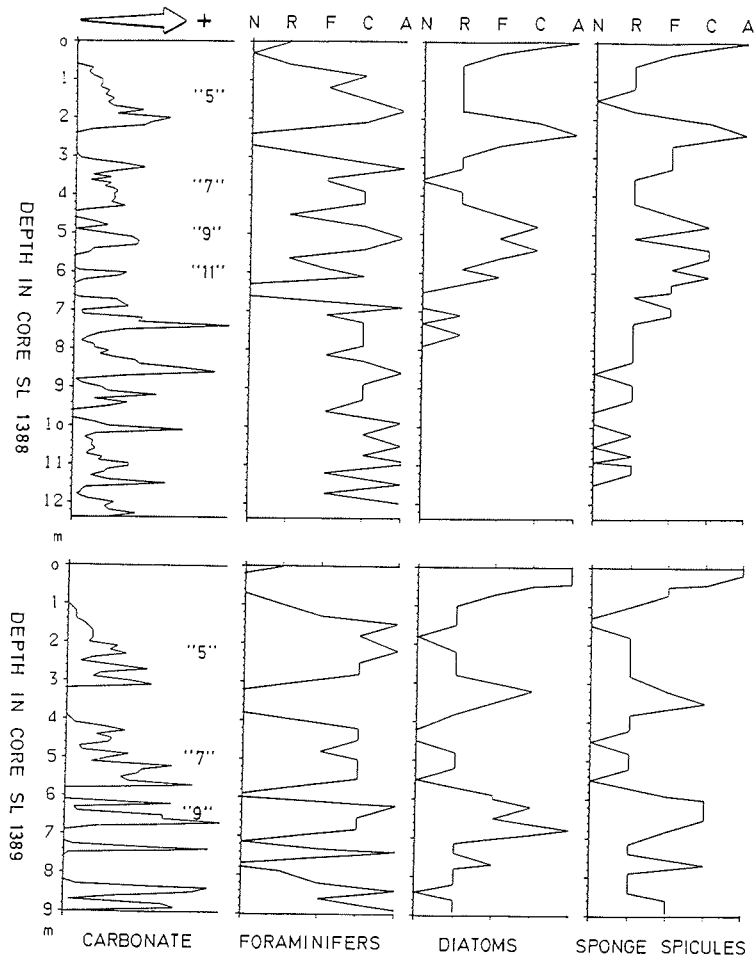


Fig. 35: Frequency of foraminifers, diatoms and sponge spicules (N = none, R = rare, F = few, C = common, A = abundant) obtained by smear slide analysis in sediment cores 1388 and 1389 off Atka Bay. Frequency of foraminifers shows as good correlation with the estimated carbonate content. In the upper part of the sediment cores down to stage "9" (correlated to isotopic stage 9) diatoms and sponge spicules are negatively correlated with foraminifers and estimated carbonate content.

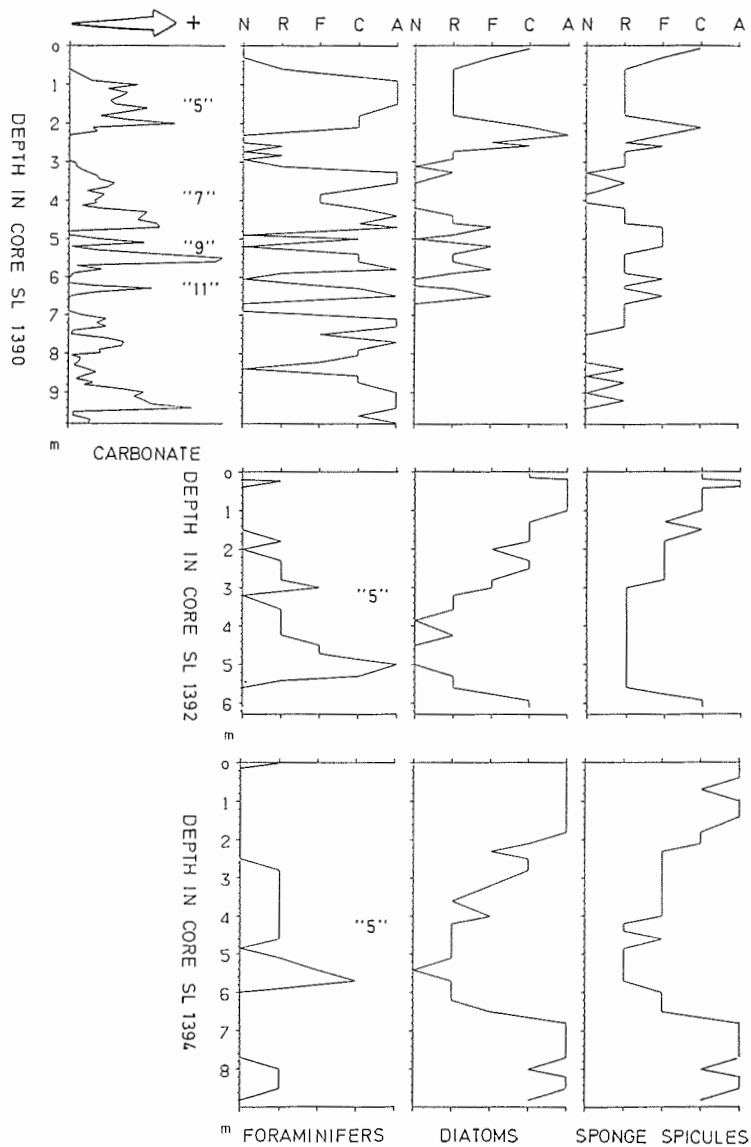


Fig. 36: Frequency of foraminifers, diatoms and sponge spicules (N = none, R = rare, F = few, C = common, A = abundant) obtained by smear slide analysis in sediment cores 1390, 1392 and 1394 off Atka Bay. In core 1390 frequency of foraminifers compares well with the estimated carbonate content. In the upper part of the sediment cores down to stage "9" (correlated to isotopic stage 9) diatoms and sponge spicules are negatively correlated with foraminifers and estimated carbonate content. Cores 1392 and 1394 are nearer to the continent and show higher sedimentation rates than the other cores.

whole core is not possible, but an arrow marker along the core liner preserves the relative position of all core sections of about 1 m length. Opening the cores along this line gives the same azimuthal orientation for all relative declination measurements. The youngest measurable and stable magnetization direction is connected to the recent earth's magnetic field for an approximate absolute orientation.

Because of the low magnetization intensities of sediments the measurement of the magnetization of the sediment samples is to be done onshore at the University of Bremen with a SQUID-Magnetometer of extremely high resolution. Furthermore detailed magnetic cleaning procedures in steps of 50 Oersted up to 500 Oersted and more demand for a magnetometer with resolution of less than 0.1 mA/m.

1.8.2 Magnetostratigraphic investigations

The main goal of magnetostratigraphic studies has been the dating of sediment cores by identifying reversals of the earth's magnetic field along the depth/time axis of the core. The polarity time scale for the last 4 million years is based on radiometric data and absolute ages can be given for these boundaries within the sediment. The last field reversal (Brunhes/Matuyama epoch boundary), which was found worldwide in volcanics and sediments, happened about 730 000 years ago. Assuming common sedimentation rates of 1 to 2 cm/1000 years and a core recovery of max. 10 m, a bottom age older than 0.73 my. cannot be reached in all cases. Palaeomagnetic dating of the cores asks for the development of new methods of higher resolution within the Brunhes geomagnetic epoch. Two methods will be applied on the collection of cores taken during cruise ANT-IV/3.

The location of the Weddell Sea near the south pole of the geomagnetic dipole field gives a higher chance of preservation of field variations in the sediments. Geometric changes of the earth's magnetic field like field excursions or short polarity reversals should result in a more drastic change of magnetization intensity and direction than in lower latitudes. The identification of those phenomena within the Brunhes epoch can furnish basis for correlation between different cores from different locations and for dating by comparison with geologic time scales and palaeomagnetic data from other parts of the world. Small sampling distances up to max. 10 cm equivalent to a time distance from 1000 to 10000 years avoid missing faster field changes of short duration. To establish a time scale for palaeomagnetic dating with this method a calibration of the detected events with sedimentologic and biostratigraphic time scale is absolutely necessary and will be done in cooperation with the Alfred-Wegener-Institut. A high resolution sediment stratigraphy of the collected sediment cores will be done simultaneously as a basis for this development.

Another method will be applied on nearly the same time scale by measuring the continuous variation of different magnetic parameters as the magnetization intensity and direction and the magnetic stability at a discrete equidistant sampling interval of 5 cm on three cores (1389-3, 1392-1, 1394-4) with an estimated sedimentation rate higher than 3 cm/1000 years. The magnetization intensity is partly influenced by climatic changes through the input of magnetic material besides the variation of the earth's magnetic field dipole moment. In combination with sedimentologic investigations it can lead to a characteristic curve for these parameters, which can be possibly correlated over a larger area and between several similar cores from the Weddell Sea .

To assure the statistical reliability of the measured magnetic parameters a systematic horizontal sampling in a layer of constant time within one core was done. Measuring the standard deviation of all parameters in combination with a systematic check of the coring effect near the walls of the core liner and the sampling procedure should give a basis for the evaluation of the results of the time series analysis of magnetic parameters.

1.9 Benthic Foraminifers in the Eastern Weddell Sea (A. Mackensen)

As part of the marine geological activities, sediment samples were collected at 59 locations (List 1.11) by a vented box grab (50 x 50 cm surface). Immediately after sampling, undisturbed surface sediment samples (defined area 412 cm², thickness 1.0 - 2.0 cm) were taken and then preserved in Rose Bengal stained alcohol in order to analyze their benthic foraminiferal fauna. At most stations temperature and salinity were measured simultaneously with a CTD-probe. Because of the uniformity of the deep water masses, at some stations the measurements were terminated at about 800 m water depth. At location 1394 we tried to obtain two replicate box cores from the same position. However, because of very heavy weather and drifting sea ice a difference of 2.3 nautical miles between positions of 1394-1 and 1394-3 occurred. This resulted in a water depth difference between stations of 189 m. In spite of this, we took two surface sediment samples each, from both of the box cores for detailed comparison and quantification of the representativity of our samples. Additionally we sampled one subcore each from these two box cores with a rectangular plastic tube (10 x 10 cm, 60 cm long).

Because there have been no previous investigations of live benthic foraminifera from the Weddell Sea, foraminiferal studies of this leg focused on two main goals:

- the distribution of Recent benthic foraminiferal assemblages and the environmental factors limiting their distribution, and

- the transition of benthic foraminiferal assemblages from live via dead to fossil state. (The latter of these topics is part of a current joint project with R. Douglas and F. Woodruff at the University of Southern California, which deals with downcore changes of benthic foraminiferal assemblages caused by diagenetic processes and the biases these changes introduce in paleoenvironmental interpretations.)

Additional topics influencing the selection of sampling sites and sampling technique were:

- to determine the depth below the sediment/water interface, down to which stained benthic foraminifers are found;
- to obtain quantitative estimates of small-scale patchiness of benthic foraminifer distributions; and to detect probable interrelations between the Weddell Sea Polynya and the benthic foraminiferal fauna.

1.9.1 Sample Processing

After the sediment volume had been determined the samples were washed through a 0.063 mm screen. The coarse fraction was dried, then dry sieved over a 0.125 mm screen, and stored for further processing. Some of the samples, which did not contain high amounts of terrigenous material, i.e. the deep-sea samples, were investigated aboard. The fraction between 0.125 mm and 2 cm was studied. Live (stained) and dead (unstained) foraminifer tests were counted separately from different splits obtained by a micro splitter.

Immediately after sampling the two subcores taken at location 1394 were cut with the aid of a special extruding device into exactly 1 cm thick slices. Each sediment slice was stained separately in Rose Bengal stained alcohol, and processed as described above. All of the live specimens of benthic foraminifera of each sediment slice were picked and mounted on slides. The empty benthic foraminiferal tests of most of the sediment slices of core 1394-1 were picked aboard, too.

1.9.2 Preliminary Results

Surface Samples: Two samples, 1363-3 from 4103 m water depth and 1364-1 from 4883 m (for positions see list 1.11) have been analyzed for their benthic foraminiferal content. The live fauna of these samples is strongly dominated by the arenaceous species Cribrostomoides subglobosum (38 % and 27 % of the live benthic foraminifers, respectively). The next most important constituent of this fauna is the calcareous Epistominella exigua (15 % and 11 %, respectively). Of minor importance are arenaceous species such as Reophax difflugiformis and Trochammina spp., as well as the rotaliid species Epistominella umbonifera and Globocassidulina subglobosa.

The diversity of samples 1363-3 and 1364-1 is high, more than 40 different species have been counted. 70 %, and 76 % respectively, of the live benthic foraminifer fauna consists of arenaceous taxa. The standing stock in 1363-1 is low (7 specimens/10 cm² sediment surface), whereas in 1364-1 it is relatively high, reaching 20 specimens on 10 cm² sediment surface.

In the foraminifer dead assemblage, C. subglobosum remains the dominant species (39 % of the empty tests), but the number of calcareous tests dramatically decreased. The textulariids comprise 89 % of the dead assemblage. The foraminifer number, i.e. the number of empty benthic foraminifer tests in 10 cm³ surface sediment, is extremely low: 25 tests/10 cm³ sediment.

The data outlined above are only partly in accordance with the "total" assemblages found by Anderson (1975), Herb (1971), and Bandy and Echols (1964). Live assemblages have not previously been presented for the Weddell Sea area.

The most striking feature is the relatively high standing stock in contrast to the very low foraminifer number combined with a loss of empty calcareous benthic foraminifer tests. Our sites are located in an area where Weddell Sea Bottom Water (WSBW), which by warming and mixing processes becomes Antarctic Bottom Water (AABW), covers the sea floor. This water mass is calcite undersaturated; thus an exclusively arenaceous benthic foraminiferal fauna should occur. High surface productivity, at least in parts of the year, is believed to account for a high supply of planktic foraminifers and a subsequent depression of the Calcite Compensation Depth (CCD). This investigation has shown calcareous benthic foraminifers are able to live under such conditions. While they are alive their tests are probably protected against dissolution by means of an organic membrane, but after death (reproduction), the empty tests will be dissolved when low primary productivity leads to a rise of the CCD in the water column.

It is worth noting that our deep-sea samples most probably contain an arenaceous species of the genus Ammomarginulina, which is as yet undescribed.

The subcores 1394-1 and 1394-3 from the lower continental slope off Atka Bay are 32.5 cm long and 30.0 cm, respectively. They mainly consist of a light greyish, sandy mud containing a few drop stones. Both of them penetrated a hard, compacted layer, which Grobe (1985) interpreted as a diagenetic altered ash horizon near the Holocene/Pleistocene boundary. Using this data, an average Holocene sedimentation rate of about 3 cm per 1000 years is inferred.

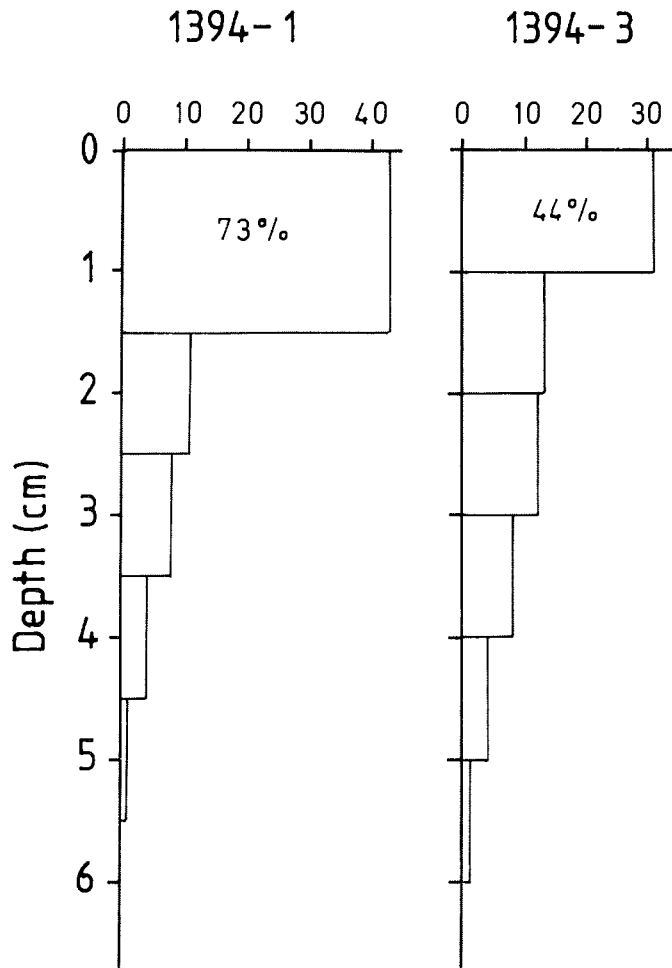


Fig. 37: The standing stock of benthic foraminifera (specimen/10 cm³) is plotted versus subcore depth for each analysed sediment slice (100 cm³). The percentages of the live fauna of the whole subcore living in or on the top sediment slices are indicated. Note the 1.5 cm thickness of the top slice of subcore 1394-1 (150 cm³).

Fig. 37 displays the live benthic foraminiferal content of each sediment slice of the subcores. The top 1 cm of subcore 1394-3 only contains 44 % of the total amount of counted live specimens, the top 3 cm comprise 81 % of all of the live specimens; whereas the top 1.5 cm of core 1394-1 from nearly the same position contain 73 %, and the top 2.5 cm comprise 85 % of all counted live specimens. Even, if we consider the limitations involved in the staining method, especially the fact that protoplasm can be stained even in an advanced state of decay, we have to check whether the common sampling of the top centimeter of surface sediments is completely sufficient for detailed ecological benthic foraminiferal investigation.

In addition it is illustrated (Fig. 48) the dominant species of this benthic foraminiferal assemblage, Bulimina aculeata, exclusively lives in or on the top 2 cm of the sediment, probably in the top millimeter. Stained specimens of Cribrostomoides subglobosum are found down to 5 cm depth, but the vast majority of all of the counted live specimens live in the top 2 cm (1394-1: 73 % in top 1.5 cm; 1394-3: 63 % in top 2 cm).

For the first time it is documented the textulariid species Haplophragmoides bradyi, Cribrostomoides wiesneri, and Glomospira charoides are predominantly living 2 or 3 cm below the sediment/water interface (Fig. 38). This cannot be caused by bioturbation, because both of the cores contain a maximum of these species between 2 and 4 cm depth, and just a few specimens are counted in the top 2 cm. All of these species have the same kind of wall structure; they all are very fine agglutinated with a smooth, light brown coloured test.

It is suggested that the distribution of pores in the tests of rotaliid species is important for gas exchange in foraminifers (Leutenegger and Hansen, 1979). Consequently subsurface living species have pores evenly distributed over most of the test (Corliss, 1985). Our data reveal a similar correlation between wall structure and microhabitat of textulariid species. Further investigation will prove whether smooth arenaceous taxa are especially adapted to subsurface conditions.

1.10 Physical Oceanography (S. Østerhus)

Earlier studies during the Norwegian Antarctic Research Expeditions have shown that extremely cold Ice Shelf Water (for water mass definitions see Foldvik et al. 1985), which is formed under the Filchner-Ronne Ice Shelves, leaves the shelf area at the northern end of the Filchner Depression and flows down the continental slope, eventually contributing to the formation of Weddell Sea Bottom Water. In order to study this phenomenon over a longer time period eight currentmeter moorings were anchored in the outflow area in Jan./Feb. 1985. A ninth rig was anchored in the "source" region near the Filchner Ice Shelf (Foldvik and Gammelsrod, 1985). The main

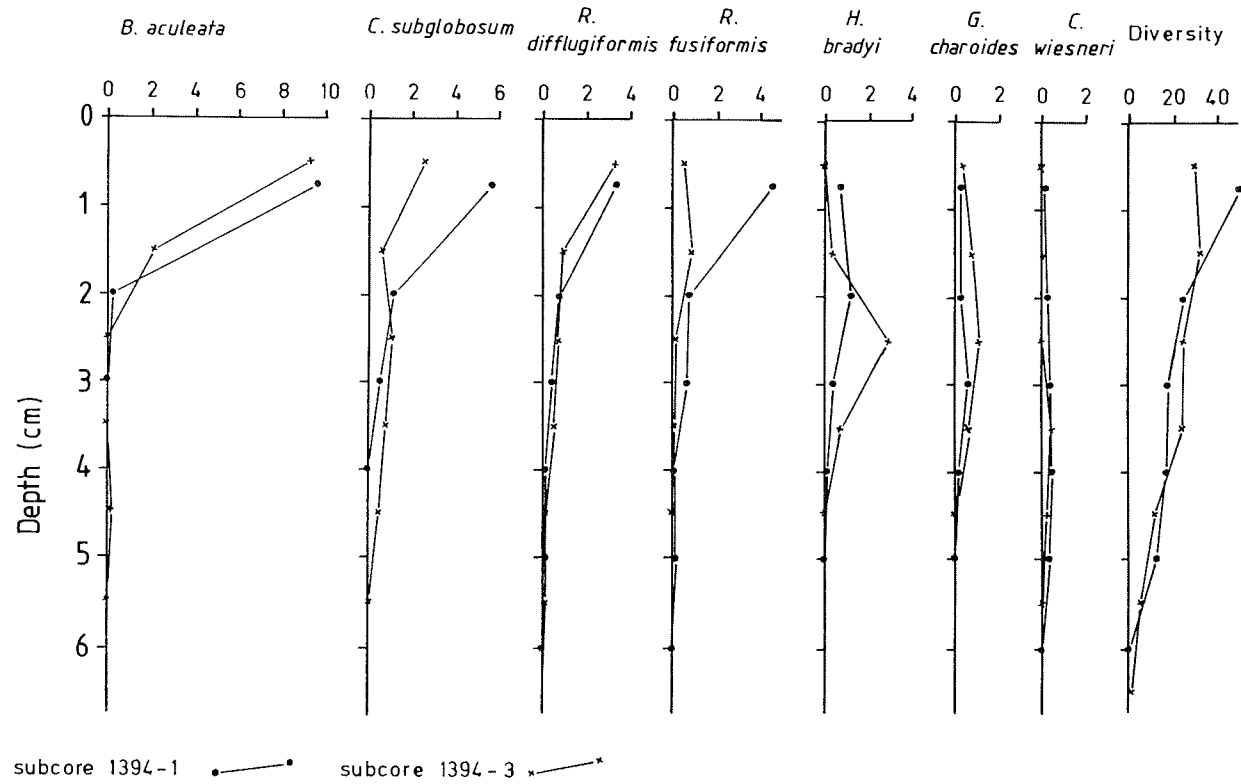


Fig. 38: The number of live specimen per 10 cm³ sediment of selected benthic foraminiferal species (*Bulimina aculeata*, *Cribrostomoides subglobosum*, *Reophax diffflugiformis*, *Reophax fusiformis*, *Haplophragmoides bradyi*, *Glomospira charoides*, *Cribrostomoides wiesneri*), and the diversity after Walton (1964) is plotted versus subcore depth.

priority was trying to pick up as many of these currentmeters as possible but also, if time allows, to carry out a CTD and water sampling program.

The CTD and water sampling program was set up in elements in order to fit into the marine geological program, the suggested elements were:

The Filchner-Ronne Ice Shelf: Mapping of the Ice Shelf Water and general circulation in the area.

The continental slope north of the Filchner Depression: Studies of the overflowing Ice Shelf Water and mixing processes.

The Antarctic Coastal Current: Study of the structure of the coastal current at one or several locations closely spaced CTD sections.

1.10.1 Instruments and Methods

The temperature and salinity mapping were obtained using a Neil Brown Instrument Systems (N.B.I.S.) Conductivity-Temperature-Depth (CTD) profiler and on-line computing facilities. The CTD was combined with a 12 bottle remotely controlled General Oceanics Rosette (RO) for water sampling. The Rosette was also equipped with three special low-range (-3 to +2°C) Kurt Gohla reversing thermometers.

Subsurface (7m) temperature and salinity were recorded by Ocean Data Equipment thermosalinograph throughout the cruise.

Salinity calibrations against I.A.P.S.O. Standard Sea-Water were obtained using a Guildline "AUTOSAL" salinometer.

1.10.2 Field Work

Four of the nine currentmeter moorings were recovered. At four rigs the acoustic release did not work, they may be dredged up later. One mooring was in an area with heavy pack ice and could not be recovered this season.

All of the fifteen recovered instruments (nine RCM 4/5 currentmeters, one water level recorder, one 50 m thermistor chain all manufactured by Aanderaa Instruments, and four acoustic releases manufactured by Christian Michelsen's Institute (CMI) and Institute of Geophysics, Bergen) were in good condition.

During the cruise 34 CTD/RO casts were obtained in four sections in the Antarctic Coastal Current from 6° W to 18° W (Fig. 2,4,5) for CTD-data and water sample collection. CTD/RO cast were obtained at the eastern slope of the Filchner Depression near the Filchner Ice Shelf (Fig. 7). Four CTD/RO

cast were obtained for every of the four recovered moorings, and two CTD/RO cast were obtained in the deeper Weddell Sea (Fig. 6)

All together 48 CTD/RO casts were obtained during the cruise (see station list 1.11).

Approximately 350 water samples were collected for oxygen isotope analysis. These samples will be analyzed at the Geophysical Institute, Department of Glaciology, University of Copenhagen.

The on deck pressure offset, or surface value, altered from 9 dbar to 10.5 dbar before a cast and was typical 11.0 dbar after a cast.

The laboratory calibration of the CTD temperature sensor was unknown, and the CTD could not be recalibrated before spring 1987. For this reason the CTD temperature sensor was carefully checked against three reversing thermometers. Analyses of 3 x 11 reversing thermometer readings suggested that the CTD was reading too low. The three reversing thermometers will be recalibrated on-shore immediately after the cruise, and a final calibration check will be carried out.

Approximately 200 water samples were collected for shipboard analysis with a Guildline AUTOSAL bench salinometer. Salinity calibration against I.A.P.S.O. Standard Sea-Water suggested that the CTD was reading too low. The mean salinity offset was 15 ppm S and the variation from cast to cast was 4 ppm S, but there was no evidence of long-time drift during the cruise. After standard (Fofonoff et al., 1974) pressure and temperature corrections had been made to the conductivity ratio, there was no evidence that the error in salinity varied with pressure and temperature.

Fifty water samples were collected for intercalibration against an on-shore labororium in Bergen.

1.10.3 Preliminary Results

The Antarctic Coastal Current flows along the continental shelf break towards the west. A temperature section across the current off Ekström Ice Shelf (10°W), is plotted in Fig. 39. A layer, 50 m thick, of Surface Water (SW) covers the whole section. A tongue of Eastern Shelf Water (ESW) extends some 10 km out from the shelf break. At station 361 and 360 there was a thin layer of Ice Shelf Water (ISW). The Winter Water decreases in thickness toward the open ocean, and at station 354 it was only 20 m thick. On the section at 6° W the layer of Winter Water extended at lest north to 69°30' S, but it was thin there too. The core of Weddell Deep Water (WDW) slopes down towards the coast and the maximum core temperature was 0.73 °C at 250 m depth on station 354, and 0.55 °C at 990 m depth on station 358.

The Weddell Polynya is a large area of open water which has been observed north of Kapp Norvegia during winter in some years. Two casts were obtained at the south-western limit of this area, station 335 and 394.

At station 335 (Fig. 40) the Winter Water was found missing and the Modified Weddell Deep Water (MWDW) was only overlaying a 50 m thick surface layer. The Weddell Deep Water reached a maximum core temperature of 0.73 °C at 290 m depth. The Antarctic Bottom Water (AABW) was found below about 1700 m. A temperature and salinity drop 60 m above bottom (4000 m) indicated influences of Weddell Sea Bottom Water (WSBW).

At station 394 the layer of Winter Water was only 20 m thick (minimum temperature: - 1.66 °C at 50 m). The core temperature for the Weddell Deep Water was 0.88 °C at 220 m depth.

The combination of a thin Winter Water layer and a warm core of Weddell Deep Water may give good "precondition" for a polynya during the next winter.

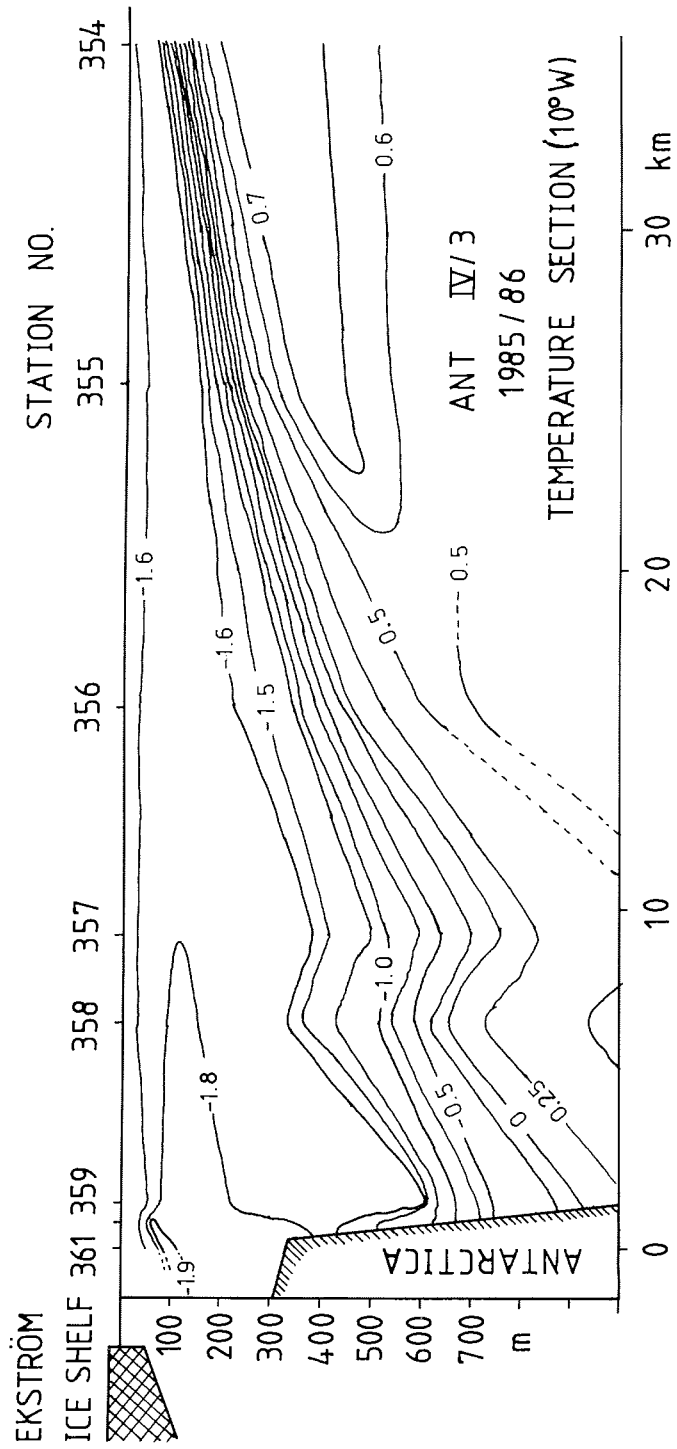


Fig. 39: Temperature section across the Antarctic Coastal Current, north off Ekström Ice Shelf

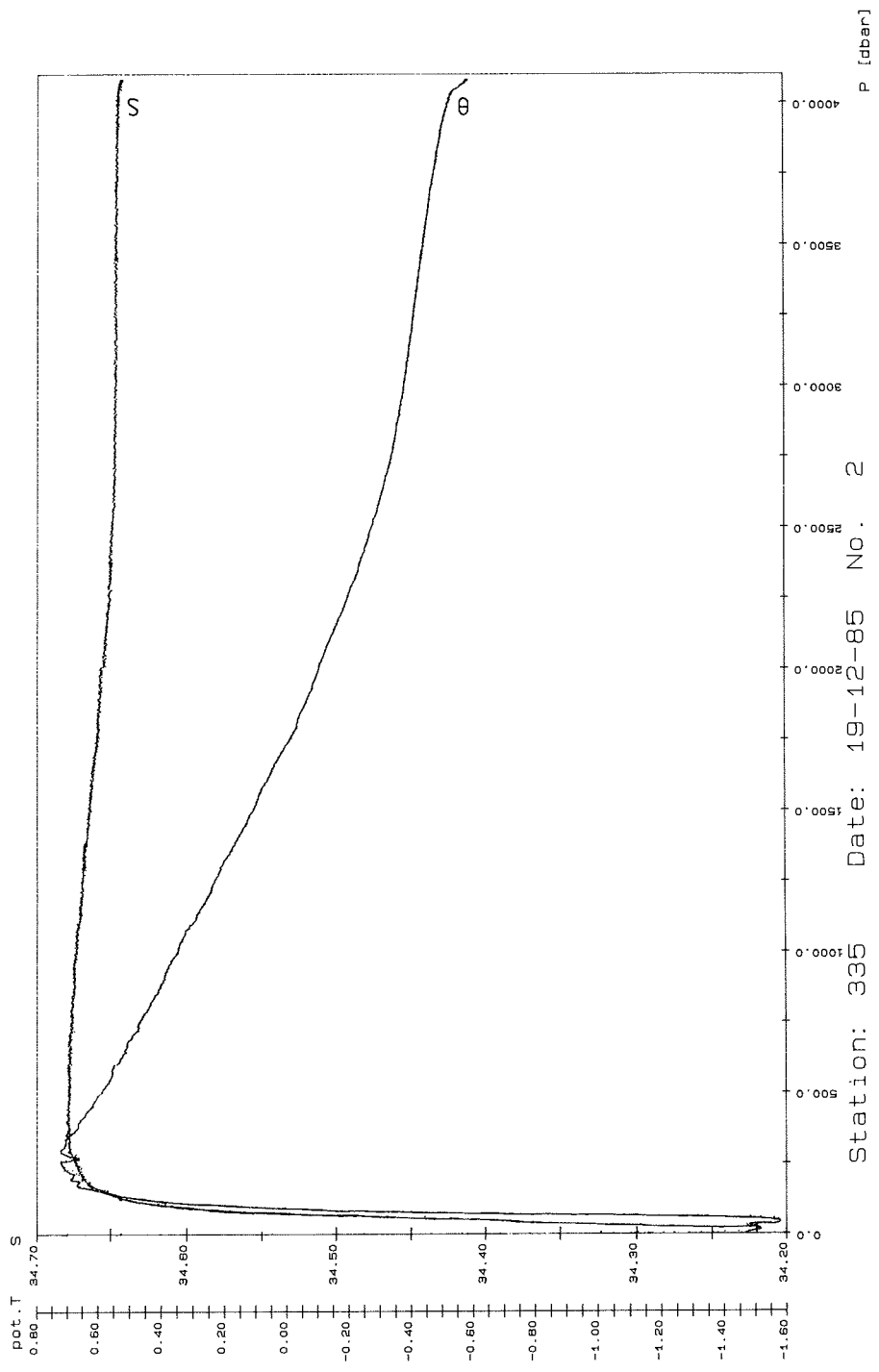


Fig. 40: Vertical profiles of potential temperature (θ), and salinity (S) for station 335

1.11 Stationsliste ANT-IV/3

Profil bzw. Station Nr. 08/	BGR bzw. AWI Nr.	Datum		Zeit (GMT)		Position		Wassertiefe korrigiert* (m)	Geraet, Bemerkungen (E=Eindringtiefe/ G=Gewinn)
		Start Ende	Start Ende	Lat.	Lon.	Start Ende	Start Ende		
320	-	10.12.85	18:51	60 00'S	34 00'W	1505	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS		
		12.12.85	11:14	65 03'S	27 46'W	4914			
321	1363-1	12.12.85	12:36	65 03'S	27 46'W	4913	GKG (nicht ausgelost)		
	1363-2		15:15	65 03'S	27 47'W	4913	SL 10m (E 5m/G 4.5m)		
	1363-3		17:45	65 04'S	27 48'W	4913	GKG (G 37cm)		
322	-	12.12.85	19:05	65 04'S	27 46'W	4913	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS		
		13.12.85	03:50	65 50'S	24 27'W	4915			
323	-	13.12.85	03:50	65 50'S	24 27'W	4915	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS		
			20:32	67 50'S	20 44'W	4900			
324	1364-1	13.12.85	21:49	67 51'S	20 43'W	4893	GKG (G 40cm)		
	1364-2		00:00	67 52'S	20 43'W	4893	SL 10m (E 3.5m/G 3m)		
325	-	14.12.85	01:18	67 52'S	20 43'W	4889	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS		
		15.12.85	08:00	70 26'S	8 24'W	418			
326	1365-1	15.12.85	08:28	70 26'S	8 27'W	410	CTD bis 347m		
327	1366-1	17.12.85	06:23	70 27'S	8 24'W	397	GKG (G 10cm)		
	1366-2		06:56	70 27'S	8 25'W	390	GKG (G 15cm)		
	1366-3		07:25	70 26'S	8 26'W	384	SL 5m (E ?/G 0.1m)		
328	-	17.12.85	07:45	70 26'S	8 26'W	398	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS		
			09:36	70 14'S	8 34'W	1135			
329	-	17.12.85	09:36	70 14'S	8 34'W	1135	MCS, SEABEAM, 3.5 kHz,		
			15:15	70 42'S	10 00'W	390	NBS		
330	-	17.12.85	15:20	70 42'S	10 01'W	389	Streamer-Test, SEABEAM,		
			18:02	70 38'S	10 20'W	724	3.5 kHz, NBS		
331	86-001	18.12.85	00:02	70 52'S	11 47'W	1497	MCS, MAG, SEABEAM,		
		18.12.85	12:07	71 04'S	13 27'W	1990	3.5 kHz, NBS		
332	-	18.12.85	13:30	71 07'S	13 40'W	1967	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS		
			22:38	72 20'S	16 31'W	319			
333	1367-1	18.12.85	22:48	72 20'S	16 31'W	310	GKG (G 16cm)		
	1367-2		23:15	72 20'S	16 30'W	317	SL 4.2m (E 2.7m/G 2.4m)		
334	-	18.12.85	23:45	72 19'S	16 32'W	319	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS		
		19.12.85	06:00	71 45'S	18 59'W	4019			
335	1368-1	19.12.85	07:05	71 45'S	18 59'W	4017	GKG (G 38cm)		
	1368-2		09:38	71 45'S	18 59'W	4009	CTD bis 4000m		
	1368-3		12:00	71 45'S	18 58'W	4008	SL 10m (E 7m/G 5.5m)		
336	1369-1	19.12.85	15:50	71 54'S	18 16'W	3181	GKG (G 36cm)		
	1369-2		17:39	71 54'S	18 17'W	4209	SL 10m (E 4.2m/G 4m)		
337	-	19.12.85	18:30	71 54'S	18 18'W	3190	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS		
			20:23	72 03'S	17 26'W	2289			
338	1370-1	19.12.85	21:00	72 03'S	17 27'W	2289	GKG (G 37cm)		
	1370-2		22:29	72 04'S	17 28'W	2332	SL 10m (E 10m/G 4.5m)		
339	-	19.12.85	23:10	72 04'S	17 29'W	2363	SEABEAM, 3.5 khz, NBS		
		20.12.85	11:02	72 26'S	23 36'W	4039			
340	1371-1	20.12.85	12:10	72 26'S	23 38'W	4030	GKG (G 38cm)		
	1371-2		14:20	72 27'S	23 40'W	4028	SL 10m (E 1m/G 0.5m)		
	1371-3		16:30	72 28'S	23 42'W	4029	SL 10m (E 1m/G 0.5m)		
341	-	20.12.85	17:37	72 28'S	23 42'W	4031	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS		
		21.12.85	03:38	74 00'S	26 00'W	2837			

342	86-002	21.12.85 22.12.85	06:35 06:03	73 47'S 71 49'S	25 51'W 23 55'W	3090 4069	MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
343	-	22.12.85 23.12.85	07:17 00:10	71 46'S 72 12'S	23 48'W 16 41'W	4075 811	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
344	1372-1 1372-2	23.12.85	00:35 01:22	72 12'S 72 12'S	16 42'W 16 43'W	848 802	CTD bis 827m GKG (G 10cm)
345	1373-1 1373-2	23.12.85	02:50 03:47	72 15'S 72 15'S	16 52'W 16 53'W	1223 1237	CTD bis 1217m GKG (G 20cm)
346	1374-1 1374-2	23.12.85	05:09 06:14	72 13'S 72 13'S	16 57'W 16 56'W	1475 1468	CTD bis 1455m GKG (G 32cm)
347	1375-1 1375-2 1375-3	23.12.85	08:04 09:27 10:38	72 11'S 72 10'S 72 09'S	17 09'W 17 08'W 17 06'W	1780 1772 1760	CTD bis 1765m GKG (G 35cm) SL 10m (E 10m/G 9.1m)
348	-	23.12.85	12:42	72 06'S	17 25'W	2123	CTD bis 2113m
349	-	23.12.85	13:30 17:45	72 07'S 71 58'S	17 27'W 15 18'W	2135 300	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
350	1376-1 1376-2	23.12.85	18:00 18:25	71 58'S 71 58'S	15 18'W 15 18'W	299 299	SL 4.2m (E 1.7m/G 0.9m) GKG (G 38cm)
351	86-003 86-004	23.12.85 24.12.85 24.12.85	20:00 05:14 10:44 13:00	71 52'S 71 13'S 71 12'S 71 08'S	15 14'W 14 49'W 14 44'W 15 01'W	256 2467 2426 2516	MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
352	-	24.12.85 25.12.85	13:53 13:05	71 09'S 69 16'S	15 04'W 10 45'W	2529 3826	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
353	1377-1 1377-2	25.12.85	14:13 16:10	69 16'S 69 16'S	10 44'W 10 42'W	3812 3804	GKG (G 42cm) SL 10m (E 11m/G 9m)
354	1378-1 1378-2 1378-3	25.12.85	20:19 21:37 22:35	69 26'S 69 27'S 69 27'S	10 30'W 10 29'W 10 28'W	3735 3723 3729	GKG (G 40cm) CTD bis 518m SL 10m (E 9.5m/G 8.2m)
355	1379-1 1379-2 1379-3	26.12.85	06:52 08:00 09:02	69 44'S 69 44'S 69 44'S	10 15'W 10 14'W 10 14'W	3210 3212 3210	GKG (G 36cm) CTD bis 656m SL 10m (E 3m/G 1.6m)
356	1380-1 1380-2 1380-3	26.12.85	12:22 13:15 13:58	70 00'S 70 00'S 70 01'S	09 58'W 09 59'W 09 59'W	2072 2108 2119	GKG (G 37cm) CTD bis 751m SL 10m (E 10.3m/G 9.5m)
357	1381-1 1381-2 1381-3	26.12.85	16:28 17:21 18:07	70 12'S 70 12'S 70 13'S	09 47'W 09 47'W 09 46'W	1866 1776 1775	GKG (G 33cm) CTD bis 1034m SL 10m (E 11m/G 9.8m)
358	1382-1 1382-2	26.12.85	19:43 20:44	70 17'S 70 18'S	09 42'W 09 42'W	1492 1564	GKG (G 36cm) CTD bis 1544m
359	1383-1 1383-2	26.12.85	22:47 23:26	70 26'S 70 27'S	09 35'W 09 37'W	1068 1037	GKG (G 10cm) CTD bis 1027m
360	1384-1 1384-2	27.12.85	00:15 00:47	70 28'S 70 29'S	09 37'W 09 37'W	714 679	GKG (G 15cm) CTD bis 675m
361	1385-1 1385-2 1385-3	27.12.85	01:34 01:52 02:15	70 29'S 70 29'S 70 30'S	09 36'W 09 36'W 09 37'W	340 340 342	GKG (ausgewaschen) CTD bis 335m SL 4.2m (E 1.2m/G 1m)
362	86-005	27.12.85	04:32 09:10 09:10 18:05	70 22'S 70 19'S 70 19'S 69 40'S	09 07'W 08 17'W 08 17'W 06 23'W	481 853 853 2737	MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
363	-	27.12.85 28.12.85	18:05 04:55	69 40'S 68 19'S	06 23'W 05 36'W	2737 4414	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
364	1386-1 1386-2	28.12.85	07:10 09:22	68 20'S 68 20'S	05 37'W 05 38'W	4405 4416	GKG (G 34cm) SL 10m (E 8m/G 5.3m)

365	1387-1	28.12.85	14:05	68 44'S	05 50'W	2435	GKG (G 40cm)
	1387-2		15:00	68 44'S	05 51'W	2429	CTD bis 614m
	1387-3		15:48	68 44'S	05 52'W	2426	SL 10m (E 11.2m/G 10.4m)
366	1388-1	28.12.85	19:15	69 02'S	05 53'W	2531	GKG (G 41cm)
	1388-2		20:06	69 02'S	05 54'W	2533	CTD bis 612m
	1388-3		20:53	69 02'S	05 55'W	2536	SL 15m (E 15.2m/G 12.4m)
367	1389-1	29.12.85	06:43	69 14'S	05 59'W	2292	GKG (G 38cm)
	1389-2		07:38	69 13'S	05 58'W	2341	CTD bis 628m
	1389-3		09:05	69 12'S	05 56'W	2178	SL 10m (E 10.2m/G 9.1m)
368	1390-1	29.12.85	13:23	69 37'S	06 24'W	2784	GKG (G 40cm)
	1390-2		14:16	69 37'S	06 25'W	2765	CTD bis 596m
	1390-3		15:01	69 38'S	06 26'W	2736	SL 10m (E 11.3m/G 9.9m)
369	1391-1	29.12.85	19:28	70 06'S	06 30'W	1797	GKG (G 51cm)
	1391-2		20:12	70 06'S	06 31'W	1574	CTD bis 880m
370	-	29.12.85	20:29	70 06'S	06 32'W	1541	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			30.12.85	06:26	70 12'S	06 42'W	1767
371	1392-1	30.12.85	06:52	70 12'S	06 44'W	1804	SL 10m (E 8.4m/G 6.3m)
372	1393-1	30.12.85	08:19	70 15'S	06 47'W	1500	GKG (nicht ausgelost)
	1393-2		09:19	70 16'S	06 49'W	1398	CTD bis 1330m
373	-	30.12.85	12:33	70 18'S	06 55'W	841	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			31.12.85	05:35	70 05'S	06 39'W	1975
374	1394-1	31.12.85	06:32	70 05'S	06 41'W	1948	GKG (G 35cm)
	1394-2		07:39	70 05'S	06 43'W	1981	CTD bis 1880m
	1394-3		09:15	70 06'S	06 47'W	1759	GKG (G 32cm)
	1394-4		10:15	70 06'S	06 51'W	1710	SL 10m (E 10.1m/G 9.1m)
375	1395-1	31.12.85	11:57	70 13'S	06 59'W	1499	GKG (G 41cm)
376	-	05.01.86	12:00	70 00'S	11 15'W	2461	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
			17:26	70 06'S	13 07'W	4320	
	86-006		17:26	70 06'S	13 07'W	4272	MCS, MAG, SEABEAM,
			02:33	70 42'S	14 10'W	3631	3.5 kHz, NBS
	86-007		02:37	70 42'S	14 11'W	3656	MCS, SEABEAM, 3.5 kHz,
86-008		06:52	71 00'S	14 33'W	2470	NBS	
		08:49	71 06'S	14 53'W	2710	MCS, MAG, SEABEAM,	
	08.01.86	19:27	73 45'S	30 03'W	2749	3.5 kHz, NBS	
377	86-009	08.01.86	23:14	73 45'S	30 01'W	2778	MCS, MAG, SEABEAM,
			09.01.86	12:53	74 53'S	27 56'W	443
378	-	10.01.86	01:40	75 30'S	27 12'W	236	3.5 kHz, NBS
			18:36	76 59'S	49 43'W	237	
379	1396-1	14.01.86	10:58	76 57'S	50 06'W	232	GKG (G 21cm)
	1396-2		11:24	76 57'S	50 06'W	230	CTD bis 220m
	1396-3		11:44	76 56'S	50 06'W	229	SL 2.5m (E -/G -)
380	1397-1	14.01.86	13:03	76 52'S	50 01'W	280	GKG (G 40cm)
	1397-2		13:17	76 52'S	50 01'W	281	CTD bis 275m
	1397-3		13:40	76 52'S	50 01'W	279	SL 2.5m (E 2.1m/G 1.3m)
381	1398-1	14.01.86	15:16	76 46'S	50 33'W	293	SL 2.5m (E 2m/G 0.9m)
	1398-2		15:42	76 46'S	50 34'W	294	GKG (G 30cm)
	1398-3		15:57	76 46'S	50 34'W	295	CTD bis 290m
382	1399-1	14.01.86	17:10	76 49'S	51 01'W	261	GKG (G 21cm)
	1399-2		17:29	76 49'S	51 01'W	261	CTD bis 250m
	1399-3		17:50	76 49'S	51 01'W	259	SL 2.5m (E -/G -)
383	86-010	15.01.86	00:57	76 49'S	49 44'W	286	MCS, MAG, SEABEAM,
			17:56	77 23'S	44 02'W	379	3.5 kHz, NBS
384	1400-1	16.01.85	08:18	77 33'S	36 24'W	1068	SL 5m (E 4.1m/G 3.1m)
	1400-2		09:03	77 33'S	36 24'W	1072	GKG (Buegel verbogen)
	1400-3		09:43	77 33'S	36 24'W	1072	CTD bis 1026
	1400-4		10:23	77 33'S	36 24'W	1074	GKG (G 40cm)

385	1401-1	16.01.85	12:05	77 36'S	35 54'W	699	SL 5m (E ?/G 0.5m)
	1401-2		12:38	77 36'S	35 54'W	701	GKG (G 34cm)
	1401-3		13:04	77 36'S	35 54'W	700	CTD bis 689m
	1401-4		13:35	77 36'S	35 54'W	702	SL 5m (E -/G -)
386	1402-1	16.01.85	16:51	77 29'S	34 44'W	330	SL 3.6m (E -/G -)
	1402-2		17:16	77 29'S	34 44'W	330	GKG (G 16cm)
	1402-3		17:30	77 29'S	34 44'W	330	CTD bis 325m
387	1403-1	16.01.85	22:07	76 53'S	33 23'W	441	GKG (G 21cm)
	1403-2		22:37	76 53'S	33 23'W	442	SL 3.6m (E ?/G 0.2m)
	1403-3		22:58	76 53'S	33 24'W	443	CTD bis 437m
388	86-11A	17.01.86	00:53	76 46'S	33 10'W	502	MCS, MAG, SEABEAM,
			01:35	76 42'S	33 12'W	557	3.5 kHz, NBS
	86-011	18.01.86	05:47	76 17'S	32 30'W	749	MCS, MAG, SEABEAM,
			12:07	74 04'S	34 33'W	2037	3.5 kHz, NBS
389	1404	18.01.86	14:53	74 04'S	35 45'W	2155	Verankerungsaufnahme
	1404-1		16:24	74 04'S	35 45'W	2158	CTD bis 2148m
390	86-012	18.01.86	20:23	74 04'S	34 29'W	2027	MCS, MAG, SEABEAM,
		19.01.86	22:01	72 17'S	33 41'W	3692	3.5 kHz, NBS
391	-	19.01.86	22:57	72 17'S	33 36'W	3754	MAG, SEABEAM,
		20.01.86	08:50	72 56'S	31 58'W	3375	3.5 kHz, NBS
392	86-013	20.01.86	09:42	72 53'S	31 48'W	3362	MCS, MAG, SEABEAM,
			13:30	73 55'S	23 57'W	728	3.5 kHz, NBS
393	86-014	21.01.86	16:46	73 57'S	24 04'W	657	MCS, MAG, SEABEAM,
		23.01.86	13:05	70 43'S	18 44'W	4538	3.5 kHz, NBS
394	1405-1	23.01.86	15:52	70 41'S	18 48'W	4528	GKG (G 29cm)
	1405-2		17:58	70 42'S	18 49'W	4521	SL 10m (E 2.5m/G 1.2m)
	1405-3		19:15	70 43'S	18 50'W	4514	CTD bis 969m
395	86-015	23.01.86	21:57	70 44'S	18 23'W	4527	MCS, MAG, SEABEAM,
		25.01.86	00:29	71 01'S	11 49'W	1012	3.5 kHz, NBS
396	1406-1	25.01.85	06:13	71 20'S	13 25'W	237	GKG (G 42cm)
	1406-2		06:31	71 20'S	13 26'W	236	CTD bis 220m
397	1407-1	25.01.85	08:01	71 15'S	13 34'W	431	GKG (G 19cm)
	1407-2		08:20	71 15'S	13 34'W	432	CTD bis 425m
398	1408-1	25.01.85	09:06	71 14'S	13 36'W	798	GKG (leer)
	1408-2		09:34	71 14'S	13 36'W	804	CTD bis 750m
399	1409-1	25.01.85	11:43	71 14'S	13 38'W	1010	GKG (leer)
	1409-2		12:14	71 14'S	13 37'W	985	CTD bis 980m
400	1410-1	25.01.85	13:45	71 11'S	13 33'W	1521	GKG (G 30cm)
	1410-2		14:30	71 11'S	13 32'W	1542	CTD bis 925m
401	1411-1	25.01.85	15:42	71 09'S	13 34'W	1822	GKG (G 37cm)
	1411-2		16:30	71 10'S	13 35'W	1775	CTD bis 1024m
402	1412-1	25.01.85	18:35	71 03'S	13 14'W	1901	GKG (G 40cm)
	1412-2		19:20	71 02'S	13 15'W	1922	CTD bis 819m
403	86-016	25.01.86	23:50	70 58'S	11 52'W	1220	MCS, SEABEAM,
		26.01.86	04:31	70 44'S	12 47'W	2192	3.5 kHz, NBS
404	86-017	26.01.86	05:31	70 42'S	13 01'W	2487	MCS, SEABEAM,
		27.01.86	11:19	69 27'S	18 50'W	4634	3.5 kHz, NBS
405	-	27.01.86	13:40	69 23'S	19 11'W	4663	MAG, SEABEAM,
		28.01.86	00:00	68 20'S	22 49'W	4818	3.5 kHz, NBS
406	86-018	28.01.86	02:55	68 19'S	22 40'W	4827	MCS, MAG, SEABEAM,
			13:21	67 50'S	20 45'W	4892	3.5 kHz, NBS
407	86-019	28.01.86	16:04	67 57'S	20 40'W	4883	MCS, MAG, SEABEAM,
		29.01.86	00:45	68 23'S	22 24'W	4818	3.5 kHz, NBS
408	-	29.01.86	02:00	68 26'S	22 34'W	4807	MAG, SEABEAM,
		30.01.86	14:00	70 28'S	37 28'W	4182	3.5 kHz, NBS

409	86-020	30.01.86	14:50 22:17	70 32'S 71 07'S	37 27'W 37 15'W	4177 3984	MCS, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
410	-	30.01.86 31.01.86	23:00 03:45	71 09'S 71 35'S	37 13'W 37 44'W	3979 3827	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
411	86-021 86-022	31.01.86 01.02.86 01.02.86 02.02.86	13:57 16:43 16:45 05:01	72 15'S 72 45'S 72 45'S 73 17'S	37 29'W 39 36'W 39 37'W 41 57'W	3513 2856 2856 1567	MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
412	-	02.02.86	06:00 12:41	73 17'S 73 44'S	42 00'W 38 57'W	1577 1808	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
413	-	02.02.86	12:41 18:20	73 44'S 73 57'S	38 57'W 35 45'W	1808 2018	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
414	-	02.02.86	18:20 21:23	73 57'S 74 25'S	35 45'W 36 23'W	2018 1185	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
415	-	02.02.86 03.02.86	21:34 00:34	74 24'S 73 58'S	36 16'W 35 38'W	1152 2208	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
416	-	03.02.86	00:46 03:41	73 58'S 74 27'S	35 32'W 36 10'W	2333 1109	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
417	-	03.02.86	03:55 05:35	74 27'S 74 11'S	36 02'W 35 41'W	1076 1921	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
418	-	03.02.86	06:34	74 15'S	35 23'W	1764	Verankerungsaufnahme
419	1413-1	03.02.86	08:38	74 15'S	35 20'W	1762	CTD bis 1755m
420	-	03.02.86	10:02	74 19'S	35 27'W	1565	Verankerungssuche
421	-	03.02.86	14:50	74 22'S	35 37'W	1364	Verankerungssuche
422	-	03.02.86	17:30	74 25'S	35 43'W	1188	Verankerungssuche
423	-	03.02.86	19:19 21:11	74 25'S 74 11'S	35 43'W 35 40'W	1204 1916	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
424	-	03.02.86	21:11 22:31	74 11'S 73 59'S	35 40'W 35 23'W	1916 2348	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
425	-	03.02.86 04.02.86	22:44 01:49	74 00'S 74 28'S	35 16'W 35 55'W	2332 961	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
426	-	04.02.86	02:03 05:07	74 29'S 74 00'S	35 48'W 35 10'W	923 2278	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
427	-	04.02.86	05:07 07:43	74 00'S 74 37'S	35 10'W 35 17'W	2278 2517	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
428	1414-1 1414-2	04.02.86	08:35 10:27	73 36'S 73 36'S	35 19'W 35 21'W	2500 2507	GKG (G 43cm) KOL 15m (E 15m/G 9.9m)
429	-	04.02.86	11:48 14:30	73 38'S 74 03'S	35 23'W 35 40'W	2465 2208	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
430	1415-1 1415-2	04.02.86	15:51 17:01	74 06'S 74 06'S	35 39'W 35 38'W	2117 2105	GKG (G 32cm) SL 5m (E 4.5m/G 2.8m)
431	-	04.02.86	17:30 19:22	74 06'S 74 20'S	35 39'W 36 02'W	2106 1539	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
432	1416-1 1416-2	04.02.86	19:50 20:49	74 20'S 74 20'S	36 01'W 35 58'W	1527 1516	GKG (G 47cm) SL 5m (E 5m/G 3.8m)
433	-	04.02.86	21:40 23:58	74 19'S 74 02'S	35 56'W 34 56'W	1595 2195	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
434	-	05.02.86	00:14 03:11	74 02'S 74 30'S	34 57'W 35 34'W	2182 608	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
435	-	05.02.86	03:25 06:27	74 30'S 74 01'S	35 41'W 35 04'W	754 2243	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS

436	-	05.02.86	06:40 09:00	74 01'S 74 22'S	35 04'W 35 39'W	2243 1370	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
437	-	05.02.86	09:45 13:10	74 25'S 74 25'S	35 43'W 35 44'W	1267 1161	"POLARFUCHS" Verankerungssuche
438	1417-1	05.02.86	12:57	74 25'S	35 44'W	1158	GKG (G 41cm)
439	1418-1	05.02.86	14:21	74 29'S	35 36'W	779	GKG (G 42cm)
440		05.02.86	16:33	74 41'S	35 02'W	492	"POLARFUCHS"
			19:53	74 40'S	35 05'W	489	Verankerungssuche, dredgen
	1419-1		20:00	74 40'S	35 05'W	489	GKG (G 46cm)
441	-	05.02.86	20:35	74 40'S	35 00'W	499	MAG, SEABEAM,
		06.02.86	06:04	74 39'S	32 53'W	612	3.5 kHz, NBS
442	1420-1	06.02.86	06:40	74 39'S	32 58'W	610	GKG (G 52cm)
443	-	06.02.86	07:16 10:55	74 39'S 74 38'S	32 56'W 33 01'W	610 622	Verankerungssuche, dredgen Verankerungsaufnahme
444	1420-2	06.02.86	11:36	74 37'S	33 06'W	624	SL 5m (E 5m/G 3.8m)
	1420-3		12:10	74 37'S	33 08'W	624	CTD bis 616m
445	1421	06.02.86	14:19	74 40'S	33 56'W	551	Verankerungsaufnahme
	1421-1		15:36	74 40'S	33 57'W	550	GKG (G 17cm)
	1421-2		16:01	74 41'S	33 58'W	553	CTD bis 545m
	1421-3		16:32	74 41'S	33 58'W	546	SL 5m (E 2.5m/G 2m)
446	-	06.02.86	16:45	74 41'S	33 58'W	547	3.5 kHz, NBS
		07.02.86	00:00	75 01'S	37 00'W	385	
447	-	07.02.86	00:00 06:22	75 01'S 75 20'S	37 00'W 35 17'W	385 514	3.5 kHz, NBS
448	86-023	07.02.86	07:25	75 23'S	35 04'W	538	MCS, MAG, 3.5 kHz,
		08.02.86	10:55	76 56'S	36 03'W	1041	NBS
449	1422-1	08.02.86	15:03	77 03'S	37 32'W	950	GKG (G 27cm)
-	-	08.02.86	15:19	77 03'S	37 32'W	946	3.5 kHz, NBS
		10.02.86	10:58	74 41'S	61 23'W	476	
450	1423-1	10.02.86	11:07	74 42'S	61 19'W	478	GKG (G 30cm)
	1423-2		11:38	74 42'S	61 19'W	476	SL 5m (E 5m/G 2.7m)
451	86-024	10.02.86	14:08	74 34'S	60 45'W	601	MCS, 3.5 kHz, NBS
		12.02.86	06:00	76 53'S	50 28'W	245	
452	1424-1	12.02.86	09:13	76 35'S	49 47'W	296	GKG (G 41cm)
	1424-2		09:53	76 35'S	49 48'W	292	SL 3.6m (E 1.2m/G 0.9m)
453	-	16.02.86	15:20	76 59'S	49 36'W	220	3.5 kHz, NBS
		17.02.86	11:00	77 22'S	39 59'W	803	
454	-	17.02.86	21:26	77 26'S	39 42'W	835	MAG, SEABEAM,
		19.02.86	14:33	72 19'S	24 27'W	3984	3.5 kHz, NBS
455	-	19.02.86	14:33 16:46	72 19'S 71 54'S	24 27'W 24 06'W	3984 4035	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
456	-	19.02.86	17:06 18:39	71 55'S 72 14'S	23 56'W 24 12'W	4022 4046	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
457	-	19.02.86	18:49 20:30	72 14'S 71 55'S	24 06'W 23 49'W	4013 4018	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
458	-	19.02.86	20:30	71 55'S	23 49'W	4018	MAG, SEABEAM,
		20.02.86	11:40	70 47'S	14 33'W	2459	3.5 kHz, NBS
459	-	20.02.86	11:40 12:20	70 47'S 70 41'S	14 33'W 14 16'W	2459 3818	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
460	-	20.02.86	12:20 13:03	70 41'S 70 32'S	14 16'W 14 09'W	3818 2997	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS

461	-	20.02.86	13:03 13:38	70 32'S 70 25'S	14 09'W 14 00'W	2997 3993	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
462	-	20.02.86	13:45 14:21	70 26'S 70 33'S	13 57'W 14 05'W	3690 2901	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
463	-	20.02.86	14:21 15:00	70 33'S 70 41'S	14 05'W 14 13'W	2901 3715	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
464	-	20.02.86	15:00 15:42	70 41'S 70 47'S	14 13'W 14 30'W	3715 2437	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
465	-	20.02.86	16:00 16:33	70 47'S 70 42'S	14 22'W 14 07'W	2472 3393	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
466	-	20.02.86	16:33 17:09	70 42'S 70 35'S	14 07'W 14 00'W	3393 2735	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
467	-	20.02.86	17:09 17:54	70 35'S 70 26'S	14 00'W 13 50'W	2735 2886	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
468	-	20.02.86	18:03 18:51	70 27'S 70 36'S	13 46'W 13 57'W	2800 2670	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
469	-	20.02.86	18:51 19:27	70 36'S 70 43'S	13 57'W 14 03'W	2670 3361	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
470	-	20.02.86	19:27 19:53	70 43'S 70 47'S	14 03'W 14 17'W	3361 2545	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
471	-	20.02.86	20:03 20:24	70 47'S 70 44'S	14 11'W 14 01'W	2579 3040	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
472	-	20.02.86	20:24 21:05	70 44'S 70 36'S	14 01'W 13 53'W	3040 2627	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
473	-	20.02.86 21.02.86	21:05 09:00	70 36'S 70 36'S	13 53'W 08 09'W	2627 100	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
474	-	22.02.86	02:10 08:02	70 18'S 69 25'S	06 57'W 06 29'W	953 2805	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
475	86-025	22.02.86 23.02.86	09:32 05:28	69 29'S 70 35'S	06 43'W 11 00'W	3011 1469	MCS, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
476	86-026	23.02.86 24.02.86	06:49 08:50 08:50 12:37	70 34'S 68 26'S 68 26'S 68 06'S	10 53'W 13 28'W 13 28'W 13 53'W	1584 4842 4842 4876	MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
477	-	24.02.86	15:13 18:45	68 06'S 68 21'S	13 17'W 12 44'W	4886 4868	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
	86-027	25.02.86	18:45 20:24	68 21'S 70 04'S	12 44'W 08 30'W	4868 2476	MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
478	86-027	25.02.86 26.02.86	20:24 01:22	70 04'S 70 24'S	08 30'W 07 41'W	2476 1115	MCS, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
479	-	26.02.86	02:54 05:25	70 25'S 70 20'S	07 30'W 06 43'W	735 404	3.5 kHz, NBS
480	1425-1 1425-2	26.02.86	06:18 06:45	70 21'S 70 21'S	06 46'W 06 47'W	456 480	GKG (G 16cm) CTD bis 470m
481	1426-1 1426-2	26.02.86	07:37 08:10	70 19'S 70 19'S	06 50'W 06 52'W	612 526	GKG (nahezu leer) CTD bis 522m
482	1427-1 1427-2	26.02.86	08:54 09:30	70 19'S 70 19'S	06 54'W 06 55'W	803 783	GKG (G 14cm) CTD bis 773m
483	1428-1 1428-2	26.02.86	10:32 11:18	70 16'S 70 16'S	06 54'W 06 55'W	1165 1153	GKG (G 41cm) CTD bis 1148m
484	1429-1	26.02.86	12:34	70 15'S	06 51'W	1476	CTD bis 977m
485	1430-1	26.02.86	13:50	70 11'S	06 42'W	1767	CTD bis 938m

486	1431-1	26.02.86	17:34	69 49'S	06 35'W	2457	SL 10m (E 10.1m/G 9.4m)
487	-	26.02.86 27.02.86	18:20 03:00	69 49'S 68 18'S	06 39'W 05 43'W	2421 4415	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
488	86-028	27.02.86	04:30 21:41	68 24'S 69 51'S	05 46'W 06 06'W	4181 2310	MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
489	-	28.02.86	00:00 07:30	69 46'S 70 31'S	06 12'W 08 06'W	2510 229	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
490	-	02.03.86 03.03.86	17:20 02:27	70 08'S 69 06'S	01 50'W 00 03'W	288 3116	SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
491	86-029	03.03.86	02:27 20:23	69 06'S 67 35'S	00 03'W 00 00'W	3116 4602	MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
492	-	03.03.86 04.03.86	22:10 07:11	67 31'S 66 00'S	00 07'E 02 59'E	4579 3477	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
493	86-030	04.03.86 05.03.86	08:50 02:15	65 54'S 64 44'S	02 50'E 00 29'E	3382 3399	MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
494	86-031	05.03.86	06:10 18:56	64 45'S 64 45'S	00 31'E 03 08'E	3337 2262	MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
495	86-032	05.03.86 06.03.86	19:44 02:12	64 45'S 64 10'S	03 08'E 03 15'E	2252 2553	MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
496	86-033	06.03.86	03:04 12:41	64 10'S 64 10'S	03 14'E 01 20'E	2550 3645	MCS, MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
497	-	06.03.86 07.03.86	14:16 00:54	64 08'S 62 00'S	01 13'E 03 00'E	3614 5386	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
498	-	07.03.86 09.03.86	00:54 12:54	62 00'S 49 00'S	03 00'E 06 00'E	5386 3833	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS
499	-	09.03.86 11.03.86	12:54 04:00	49 00'S 42 12'S	06 00'E 11 55'E	3833 3819	MAG, SEABEAM, 3.5 kHz, NBS

MCS = MULTICHANNEL SEISMIC Profil

MAG = GRADIENTENMAGNETOMETER Profil,

SEABEAM = SEABEAM Profil

3.5 kHz = 3.5 kHz SEDIMENT ECHOLOT Profil

NBS = NARROW BEAM SOUNDER Profil

GKG = GROSSKASTENGREIFER

SL = SCHWERLOT

KOL = KOLBENLOT

CTD = CONDUCTIVITY TEMPERATURE DEPTH Sonde

* = (EchoLOT-Tiefe + 10 m Schwingertiefe) Matthews korrigiert, Carter Gebiet Nr. 32

1.12 List of geophysical lines of cruise ANI - IV/3

Line	Date	Start			Longitude W	SP No.	Date	End			Longitude W	SP No.
		Time GMT	Latitude S	Latitude S				Time GMT	Latitude S	Time GMT		
							1985					
BGR 86 - 01	18.12.	00:02	70°51,91'	11°46,64'	1	18.12.	12:07	71°03,82'	13°26,90'		2335	
BGR 86 - 02	21.12.	06:35	73°46,97'	25°50,88'	4	22.12.	06:03	71°49,48'	23°55,28'		4578	
BGR 86 - 03	23.12.	20:00	71°52,07'	15°14,34'	1	24.12.	05:14	71°12,76'	14°48,89'		1771	
BGR 86 - 04	24.12.	10:44	71°12,27'	14°44,06'	1	24.12.	13:00	71°07,85'	15°01,45'		425	
BGR 86 - 05	27.12.	04:32	70°21,99'	09°07,40'	1	27.12.	09:10	70°19,47'	08°17,19'		848	
							1986					
BGR 86 - 06	05.01.	17:26	70°05,57'	13°07,44'	1	06.01.	02:33	70°41,87'	14°09,96'		1825	
BGR 86 - 07	06.01.	02:37	70°42,09'	14°10,77'	1	06.01.	06:52	71°00,21'	14°32,54'		835	
BGR 86 - 08	06.01.	08:49	71°06,16'	14°52,97'	1	08.01.	19:27	73°45,30'	30°03,22'		12478	
BGR 86 - 09	28.01.	23:14	73°44,52'	30°00,96'	1	09.01.	12:53	74°53,47'	27°55,89'		2851	
BGR 86 - 10	15.01.	00:58	76°48,73'	49°44,47'	1	15.01.	17:56	77°22,63'	44°02,22'		3529	
BGR 86 - 11A	17.01.	00:54	76°45,92'	33°10,74'	1	17.01.	01:35	76°41,61'	33°11,66'		147	
BGR 86 - 11	17.01.	05:47	76°16,74'	32°29,40'	1	18.01.	12:07	74°03,64'	34°32,68'		6448	
BGR 86 - 12	18.01.	20:23	74°03,49'	34°34,29'	1	19.01.	22:00	72°16,84'	33°40,97'		5113	
BGR 86 - 13	20.01.	09:42	72°53,44'	31°48,20'	1	21.01.	13:30	73°55,44'	23°56,75'		5484	
BGR 86 - 14	21.01.	16:46	73°56,69'	24°03,83'	1	23.01.	13:05	70°43,20'	18°44,31'		8912	
BGR 86 - 15	23.01.	21:57	70°44,33'	18°23,38'	1	25.01.	00:29	71°01,12'	11°49,59'		5200	
BGR 86 - 16	25.01.	23:50	70°58,36'	11°51,94'	1	26.01.	04:31	70°44,07'	12°47,28'		892	
BGR 86 - 17	26.01.	05:31	70°41,63'	13°00,70'	1	27.01.	11:19	69°27,47'	18°50,48'		5218	
BGR 86 - 18	28.01.	02:55	68°18,73'	22°39,84'	1	28.01.	13:21	67°50,30'	20°45,29'		1897	
BGR 86 - 19	28.01.	16:04	67°56,75'	20°40,15'	1	29.01.	00:45	68°23,15'	22°23,83'		1770	
BGR 86 - 20	30.01.	14:50	70°31,94'	37°27,26'	1	30.01.	22:17	71°07,31'	37°14,78'		1323	
BGR 86 - 21	31.01.	13:57	72°15,18'	37°29,41'	1	01.02.	16:43	72°45,12'	39°36,24'		4899	
BGR 86 - 22	01.02.	16:45	72°45,10'	39°36,78'	1	02.02.	15:01	73°17,34'	41°56,99'		2363	
BGR 86 - 23	07.02.	07:25	75°22,57'	35°03,60'	1	08.02.	10:55	76°56,49'	36°02,65'		5140	

1.12 List of geophysical lines of cruise ANT - IV/3 (cont.)

Line	Date	Start			SP No.	End			SP No.	
		Time GMT	Latitude S	Longitude W		Date	Time GMT	Latitude S		Longitude W
		1986				1986				
BGR 86 - 24	10.02.	14:08	74°33,98'	60°45,10'	1	12.02.	06:00	76°53,22'	50°27,67'	8014
BGR 86 - 25	22.02.	09:33	69°29,13'	06°43,30'	1	23.02.	05:28	70°34,98'	11°00,04'	4101
BGR 86 - 26	23.02.	06:49	70°34,02'	10°52,55'	1	24.02.	08:50	68°26,47'	13°28,28'	5141
BGR 86 - 27	24.02.	18:46	68°21,29'	12°44,38'	1	26.02.	01:22	70°23,73'	07°40,51'	6052
BGR 86 - 28	27.02.	04:31	68°23,69'	05°45,87'	1	27.02.	21:41	69°51,28'	06°05,62'	3257
BGR 86 - 29	03.03.	02:28	69°06,43' S	00°02,60' E	1	03.03.	20:23	67°34,99' S	00°00,19' E	3406
BGR 86 - 30	04.03.	08:50	65°54,35'	02°50,18'	1	05.03.	02:16	64°44,34'	00°29,20'	3365
BGR 86 - 31	05.03.	06:11	64°45,02'	00°30,50'	1	05.03.	18:56	64°45,40'	03°08,15'	2500
BGR 86 - 32	05.03.	19:45	64°44,99'	03°08,17'	1	06.03.	02:12	64°09,92'	03°15,00'	1285
BGR 86 - 33	06.03.	03:04	64°09,99'	03°14,43'	1	06.06	12:42	64°10,00'	01°19,83'	1861

1.13 List of sonobuoy stations - Cruise ANT-IV/3

Station	Line	Date	Time GMT	Latitude S	Longitude W	SP No.
		1986				
BGR 86 - I	BGR - 10	15.01.	13:59	77°07,96'	45°15,79'	2700
BGR 86 - II	BGR - 12	19.01.	05:24	73°19,97'	35°42,85'	1830
BGR 86 - III	BGR - 13	20.01.	13:38	73°01,42'	30°41,66'	770
BGR 86 - IV	BGR - 13	20.01.	18:43	73°12,79'	29°20,15'	1750
BGR 86 - V	BGR - 13	21.01.	02:03	73°29,23'	27°15,70'	3200
BGR 86 - VI	BGR - 14	22.01.	17:21	72°00,05'	20°58,88'	5010
BGR 86 - VII	BGR - 21	01.02.	14:55	72°52,09'	39°19,71'	4560
BGR 86 - VIII	BGR - 23	07.02.	12:06	75°30,97'	33°44,43'	870
BGR 86 - IX	BGR - 23	08.02.	00:26	76°26,86'	32°54,61'	3160

2 Das Filchner-Schelfeis-Projekt (Filchner II) und die glaziologischen Arbeiten im Bereich des Ekström Schelfeises (H. Kohnen)

Die glaziologischen Arbeiten auf dem Filchner und Ekström Schelfeis dienen dazu, die Massenbilanz und die Eisdynamik dieser beiden Schelfeise zu bestimmen. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Untersuchungen auf dem Filchner Schelfeis, durch das etwa ein Viertel des gesamten antarktischen Inlandeises ausfließt und von dessen Massenbilanz bisher nur sehr wenig bekannt ist. Unsere Arbeiten auf dem Schelfeis sind in ein internationales Programm eingebettet, an dem Großbritannien, Norwegen, die UdSSR und USA beteiligt sind.

Die Projektphase II des Filchner-Schelfeis-Projektes, die ursprünglich nur der Nachmessung von Bewegungs- und Deformationsstationen der Phase I gewidmet war, konnte um weitere Bodenvermessungen und umfangreiche Flugvermessungen ausgeweitet werden. Die Untersuchungen auf dem Eis wurden im wesentlichen im Rahmen einer Expedition vorgenommen, die von der Filchner Station 250 km nach Süden, dann 100 km nach Westen und von dort auf einem Parallelprofil zur Schelfeiskante zurückführte. Die Untersuchungen umfaßten Nachmessung und Neuanlage von Bewegungs-Deformationsfiguren, ein barometrisches Höhenprofil von der Schelfeiskante bis zum südlichen Ende der Traverse mit Höhenanschluß an Meeresniveau, Zutrags- und Temperaturbestimmungen, Probennahme für Spurenstoffe und Isotopenstudien, geophysikalische Messungen zur Bestimmung der Eisdicke und der darunter liegenden Wasserschicht sowie die Durchbohrung des Schelfeises mit der Heißwasser-Bohrmethode im südlichsten Teil der Expeditionsroute. Im Bereich der Schelfeiskante konnten mit Flugzeugunterstützung alte Deformations-Bewegungsfiguren nachgemessen sowie neue Figuren angelegt werden.

Während der Sommermonate wurden auch eine Anzahl seismischer Sprengungen ausgeführt, um die Übertragungsfunktion des Eises für seismische Wellen, besonders als Funktion der Entfernung zu bestimmen.

Im luftchemischen Bereich erstreckten sich die wissenschaftlichen Aktivitäten auf Probennahme und Anreicherungsverfahren für luftgetragene Kohlenwasserstoffe und Schwefeldioxid sowie die chemische Analyse von größenfraktionierten Aerosolpartikeln. Bedauerlicherweise wirken sich die verstärkten Sommeraktivitäten negativ auf die luftchemischen Untersuchungen aus.

2.1 Photogrammetrische Arbeiten 1985/86 im westlichen Neuschwabenland und auf dem Filchner Ronne Schelfeis (H. Walter, J. Sievers)

Aufbauend auf den Erfahrungen während der Antarktisexpedition 1983/84 wurden während dieser Kampagne photogrammetrische Bildflüge von den beiden Einsatzorten, Georg-von-Neumayer-Station und Filchner-Station, mit der Polar 2 durchgeführt. Insbesondere die erhöhte Reichweite der Flugzeuge ermöglichte die Befliegung von weiter entfernten Gebieten. Die Luftbilder dienen zur Herstellung von Karten in den Maßstäben 1:50.000 in reinen Schelfeisgebieten und 1:25.000 in Gebirgsregionen.

2.1.1 Ausrüstung und Aufnahmebedingungen

Wie bei ihrem ersten Einsatz war die photogrammetrische Reihenmeßkammer Zeiss RMK-A 8,5/23 (85 mm Brennweite, 23 x 23 cm² Negativformat, 125⁰ Bildwinkel) sowie das Navigationsteleskop NT2 und die sonstigen Steuerungseinrichtungen im Meßflugzeug Polar 2 eingebaut. Die einzige Änderung der RMK-Ausrüstung war ein optisches Verlaufsfilter zur besseren Korrektur des Lichtabfalls an den Bildrändern, der sich insbesondere bei den gleichmäßigen Schneeflächen (Schelfeisgebiete) störend bemerkbar machte.

Für den überwiegenden Teil der Bildflüge wurden SW-Negativfilme AGFA Aviphot Pan 150 und AGFA Aviphot Pan 200 verwendet. Beide Filme sind bis in den nahen Infrarotbereich (ca. 750 nm) sensibilisiert. Der Aviphot Pan 150 hat eine um ungefähr eine Blendenstufe geringere Empfindlichkeit als der Aviphot Pan 200, besitzt ihm gegenüber jedoch einen höheren Kontrast. Diese zwei wesentlichen Eigenschaften dienten zur Filmwahl je nachdem ob Gebirgsregionen mit schneefreien Flächen oder reine Schelfeisgebiete aufgenommen werden sollten. Gebirgsregionen mit nahe beieinanderliegenden, stark reflektierenden Schneeflächen und dunklen Gesteinsoberflächen, d.h. einem großen Kontrastumfang, erfordern einen weich arbeitenden Luftbildfilm. Deshalb wurden solche Gebiete mit dem Aviphot Pan 200 befliegen.

Für die Aufnahmen reiner Schneeflächen wie in der Umgebung der Georg-von-Neumayer-Station, Schelfeisfronten und bei den An- und Abflügen zu Gebirgsregionen wurde der kontrastreicher arbeitende Aviphot Pan 150 verwendet. Diese Filmwahl wurde zusätzlich noch durch die Tatsache gestützt, daß die Aufnahmen von schneefreien Flächen eine reichlichere Belichtung (ca. 3 - 4 Blenden) erfordern als reine Schneeflächen. Durch densitrometrische Ausmessung der 1983/84 hergestellten Luftbildnegative wurde die Belichtung in Abhängigkeit von dem Sonnenstand so bestimmt, daß in jedem Negativ das dunkelste Objekt-detail eine Mindestdichte erreichen sollte. Die bis jetzt entwickelten Luftbildnegative zeigten, daß dieses Ziel erreicht wurde.

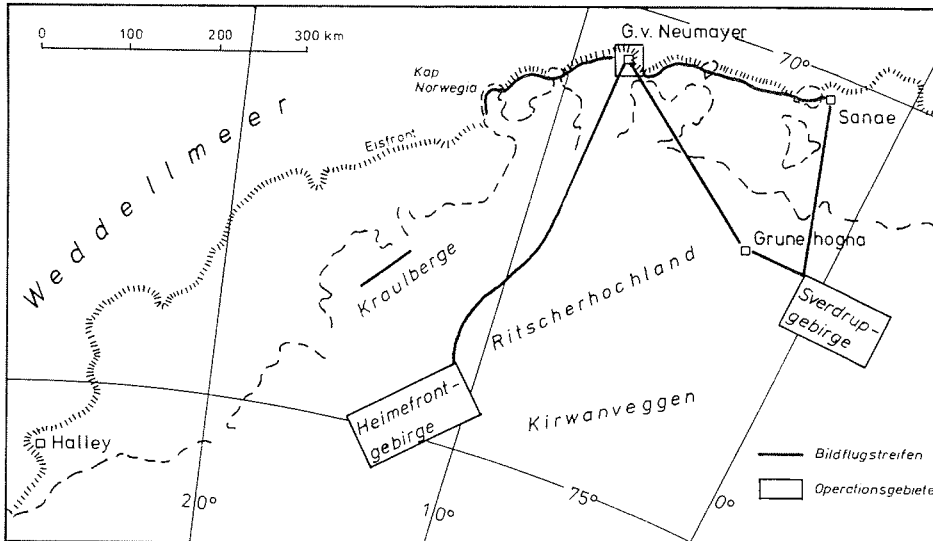


Abb. 41: Bildflugprogramm "Georg-von-Neumayer-Station"

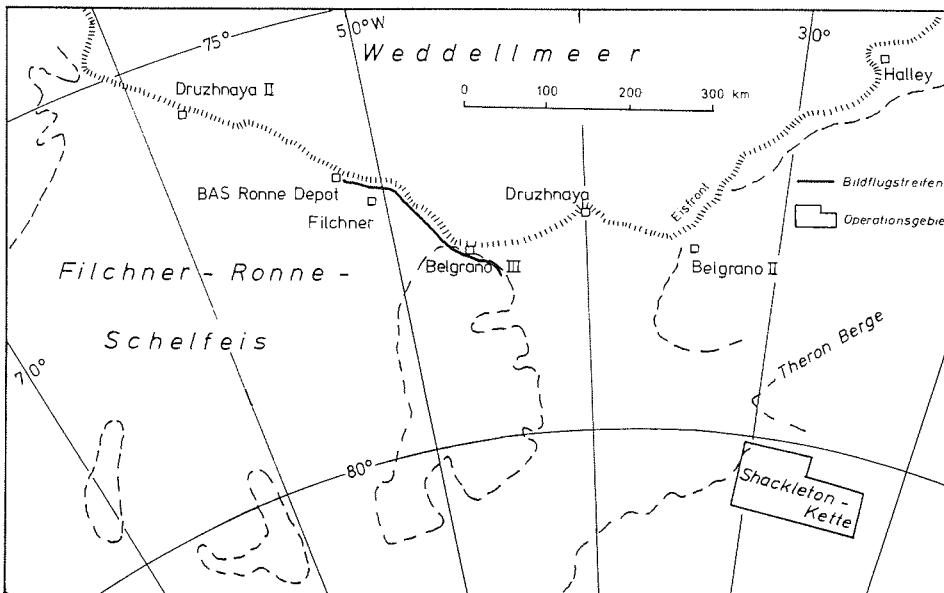


Abb. 42: Bildflugprogramm "Filchner-Station"

Als dritter Filmtyp wurde bei dieser Expedition noch ein Farb-negativ-Luftbildfilm "KODAK Aerochrome 2445" verwendet. Dieser Film wurde versuchsweise über Schelfeisflächen und gebirgigen Gebieten belichtet.

Die Flugnavigation in der Antarktis ist mit Schwierigkeiten verbunden. Das zur Flugzeugführung dienende GNS-System arbeitet ab ca. 79° südlicher Breite aufgrund unzureichender Empfangsbedingungen nicht mehr zuverlässig. Sichtnavigation über die Flugzeugkanzel oder das Navigationsteleskop ist nur in Gebieten mit markanten topographischen Details möglich, wenn gleichzeitig davon Karten existieren. Deshalb wurde bei den Flugmissionen in der Regel eine Kombination beider Verfahren angewendet und in besonderen Fällen ergänzt durch Vorgabe der magnetischen Flugrichtung und der Flugzeit.

Die erfolgreiche Durchführung derartiger Programme war ganz entscheidend abhängig von einer sorgfältigen Zusammenarbeit zwischen den Piloten und dem Bildflugnavigator, sowohl bei der Flugvorbereitung als auch beim Flug selbst.

2.1.2 Operationsgebiete

Während der Expedition wurden ca. 5000 Luftbilder belichtet, die Abbildungen 41 und 42 zeigen die entsprechenden Gebiete. Für die Gebiete Heimefrontgebirge, Sverdrupgebirge und Shackletonkette wurde je nach Geländehöhe die Flughöhe so gewählt, daß ein Bildmaßstab von ca. 1:50.000 erreicht wurde. Die Flugstreifen entlang den Schelfeisfronten, über den Kraulbergen sowie die flächendeckende Befliegung in der Umgebung der "Georg-von-Neumayer-Station" wurden im Bildmaßstab 1:30.000 durchgeführt. Die An- und Abflüge zu den Operationsgebieten, die gleichzeitig zur Routenerkundung dienen können, umfassen einen Bildmaßstabsbereich von ca. 1:10.000 bis 1:60.000.

2.2 Aerogeophysikalisch-glaziologischer Einsatz der "Polar 2" (H. Hoppe, F. Thyssen)

Der Einsatz der Polar 2 während der Expedition ANT-IV/3 war zum einen gekennzeichnet durch ein außergewöhnlich gutes Miteinander von Technikern, Piloten und Wissenschaftlern, zum anderen durch ein umfangreiches und vielseitiges wissenschaftliches Programm. Fragestellungen aus dem Bereich der Glaziogeophysik und der Geologie bestimmten die weitgefächerten Anforderungen an den aerogeophysikalischen Einsatz von Polar 2. Daß trotz des schlechten Flugwetters das gesamte Flugprogramm absolviert wurde, ist der Verdienst des persönlichen Einsatzes aller Beteiligten und das Ergebnis detaillierter Planungsarbeit.

2.2.1 Aerogeophysikalischer Einsatz von der Georg-von-Neumayer-Station

In der Zeit vom 18.12.1985 bis zum 15.01.1986 machte die Polar 2 sechs aerogeophysikalische Flüge, zwei photogrammetrische-aerogeophysikalische Kombinationsflüge und die photogrammetrischen Flüge. Gemäß den gestellten Aufgaben gliedern sich die aerogeophysikalisch vermessenen 8400 Profilkilometer in die Erfassung der Eismächtigkeit und Feinstruktur des Ekström Schelfeises, des Quarisen, des Riiser-Larsen Schelfeises östlich 18° W und des Inlandeises im westlichen Neuschwabenland zwischen 3° W und 18°. Diese Messungen wurden mit dem Flug-EMR-Verfahren durchgeführt. Auf 5800 Profilkilometern kombinierten wir die EMR-Messungen mit aeromagnetischen Messungen. Die eingesetzte wissenschaftliche Ausrüstung wurde von F. Thyssen in "Berichte zur Polarforschung 19/84" eingehend beschrieben. Abb. 43 zeigt die Lage der Profile im westlichen Neuschwabenland. In dieser Saison wurde das Ekström Schelfeis so weit erfaßt, daß aus dem Datenmaterial von 1983/84 und 1985/86 (ca. 3000 Profilkilometer) genaue Karten erstellt werden können. Die Ergebnisse vom Quarisen und dem Riiser-Larsen Schelfeis gestatten eine erste kartenmäßige Darstellung von Eismächtigkeit und "groundingline".

Im westlichen Neuschwabenland gelang in Abhängigkeit von der Eismächtigkeit und den elektromagnetischen Eigenschaften der verdeckten Felsoberfläche die Kartierung der Topographie des Felsuntergrundes auf weiten Profilabschnitten. Charakteristisch sind die Ergebnisse von der südöstlichen Seite der Kottas Berge, wo eine rege Topographie, verdeckt von bis zu 1900 m mächtigem Eis, aufgeschlossen wurde. Demgegenüber ist der felsige Untergrund, südwestlich des Ritscher Hochlandes bei Eismächtigkeiten größer als 1000m, nicht zu erkennen. Hier hoffen wir, durch eine digitale Bearbeitung der registrierten Spuren, die Ergebnisse zu verbessern. Der Verlauf registrierter Horizontstücke zwischen den Kottas- und Kraul Bergen sowie das schwache Signal vom Felsuntergrund südwestlich des Ritscher Hochlandes lassen laterale Änderungen an oder in der felsigen Oberfläche vermuten.

In den unbearbeiteten Aeromagnetik-Registrierungen sind auf den Profilabschnitten Kottas Berge - Explora Wedge zwei großräumige Anomalien zu erkennen. Die genaue Auswertung dieser und anderer Anomalien erfordert eine digitale Bearbeitung der Daten, die in Vorbereitung ist. Zur Korrektur der zeitlichen Variationen dienen zeitgleiche Bodenregistrierungen aus den Kottas Bergen und vom Observatorium an der Georg-von-Neumayer-Station, durchgeführt von H. Miller und H. v.d. Osten.

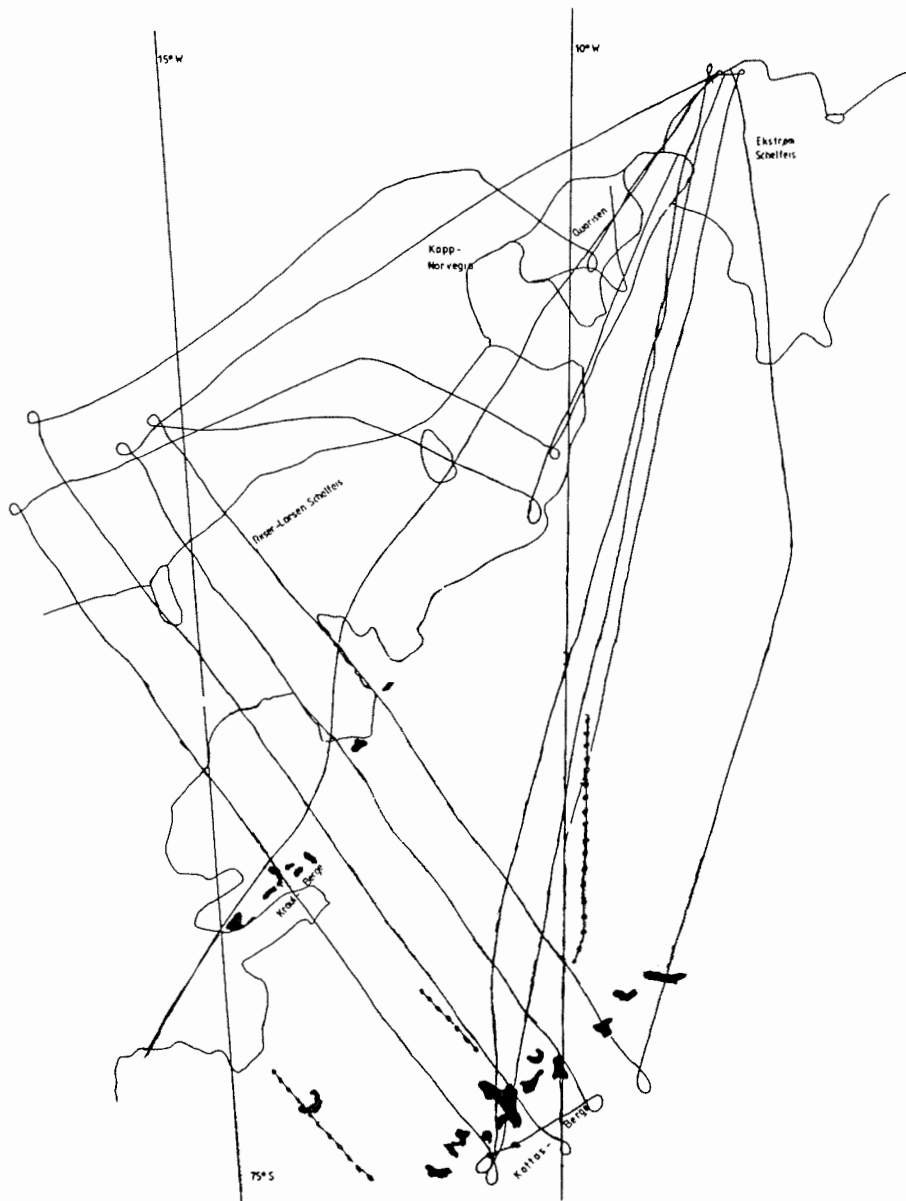


Abb. 43: Übersichtsdarstellung der Flugprofile über dem westlichen Neuschwabenland

2.2.2 Aerogeophysikalischer Einsatz von der Filchner Station

Im Zeitraum vom 18.01.1986 bis zum 05.02.1986 wurden 14900 Profilkilometer mit dem Flug-EMR-Verfahren vermessen. Davon entfallen 3100 km auf Profile über das Berkner Island und 11800 km auf Profile über das Filchner Schelfeis (Abb. 44).

Durch den an der Forschungsstelle für physikalische Glaziologie entwickelten neuen EMR-Sender zur Registrierung der Eismächtigkeit und der Feinstruktur konnte der bisher nicht direkt erfaßbare Zentralteil des Schelfeises erheblich eingeeignet werden. Diese Neuentwicklung wurde durch das BMFT gefördert. Die vergrößerte Reichweite der Polar 2 erlaubte es, die Lage und Ausdehnung der stark absorbierenden zweiten Schicht genau zu bestimmen. Nach den englischen EMR-Messungen (Robin, 1983) liegt südlich Druzhnaya II ein langgestrecktes, kleinräumiges Gebiet dünnen Eises. Unsere Messungen zeigen, daß hier, wie im Zentralteil, eine stark absorbierende zweite Schicht vorliegt und die Gesamtmächtigkeit wesentlich größer ist. Auf sieben Profilen registrierten wir die Eismächtigkeit über Berkner Island. Es gelang die Kartierung der verdeckten felsigen Oberfläche auf allen Profilen. Die EMR-Registrierungen zeigen eine glatte Topographie des Untergrundes, unterbrochen durch eine tiefe, steilwandige Absenkung auf Höhe des McCarthy Inlets. Das Eis ist maximal etwa 1100 m mächtig und die Felsoberfläche liegt etwa auf Meeresniveau.

2.3 Geodätische Arbeiten (H. Hinze, H. Kock, H.W.Schenke, J. Sievers, H. Walter, A. Wiegand)

Die geodätischen Arbeiten im Rahmen von ANT-IV/3 hatten das Ziel, weitere Informationen über das Verformungs- und Fließverhalten des Filchner und des Ekström Schelfeises in der Umgebung der Georg-von-Neumayer-Station zu liefern. Zu diesem Zweck sollten alle 1983/84 angelegten Deformationsfiguren (Dreiecke) nachgemessen und nach Möglichkeit auch Neufiguren zur Erweiterung der bestehenden Punktfelder angelegt werden. Zur Anwendung kamen dabei Methoden der terrestrischen und astronomischen Geodäsie (Messung und Orientierung der Deformationsfiguren zur Bestimmung des Verformungsverhaltens) sowie der Satellitengeodäsie (TRANSIT und erstmals auch GPS zur Bestimmung der absoluten Positionen und der Fließgeschwindigkeit des Eises).

2.3.1 Glazialgeodätische Arbeiten auf dem Filchner-Schelfeis

Während der diesjährigen Filchner II-Kampagne (FIL II) wurde eine Traversengruppe und eine Fluggruppe eingesetzt.

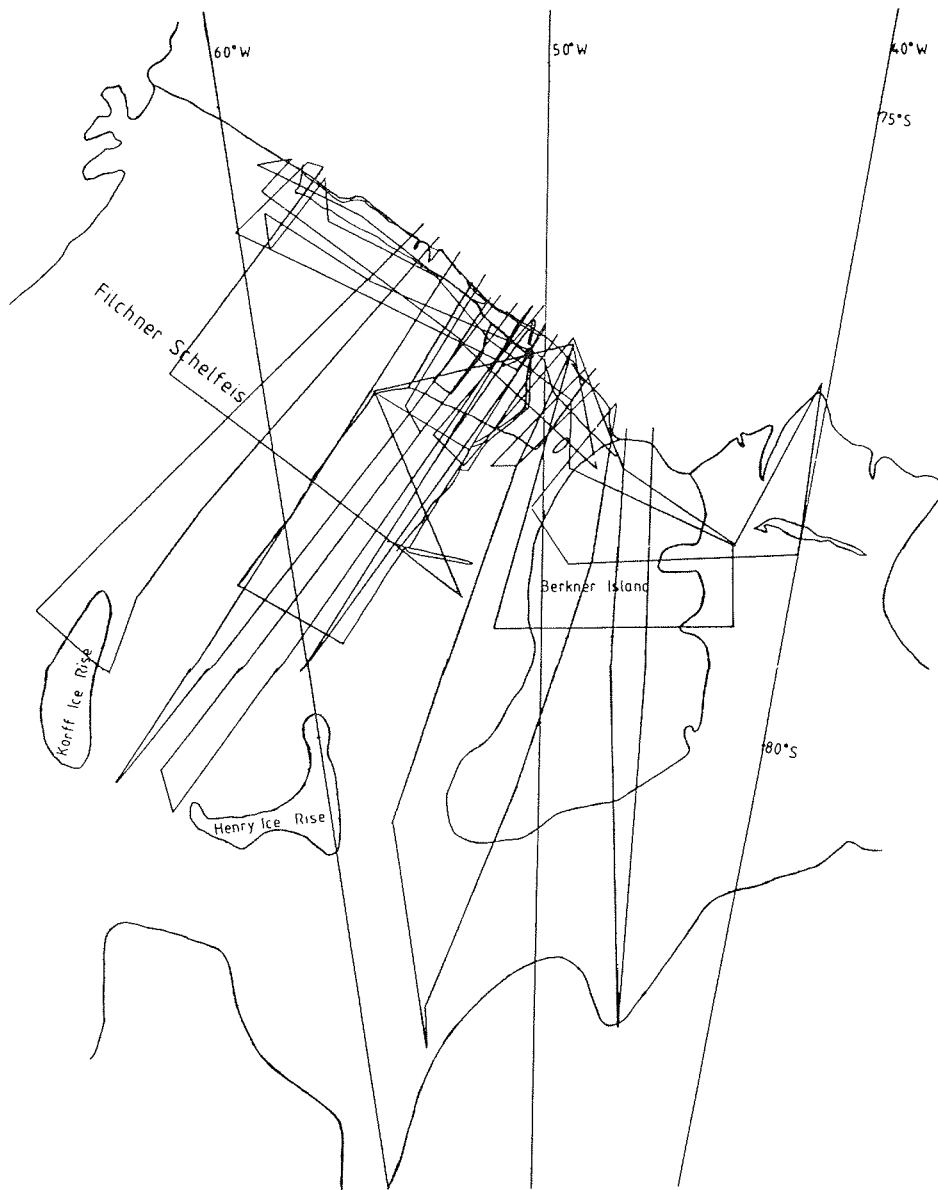


Abb. 44: Übersichtsdarstellung der Flugprofile über dem Filchner Schelfeis aus den Expeditionen 1983/84 (ANT-IV/4) und 1985/86 (ANT-IV/3).

2.3.1.1 Traversengruppe

Die Traversengruppe setzte sich aus 5 Wissenschaftlern (Geophysik, Glaziologie und Geodäsie) und 1 Techniker zusammen. In der zur Verfügung stehenden Zeit von 24 Tagen wurde mit 2 Schlittenzügen eine Strecke von ca. 900 km zurückgelegt und dabei 10 Rasterpunkte bearbeitet (Abb. 45). Es handelt sich dabei um 7 Deformationsfiguren von 1983/84 (230, 240, 241, 335, 340, 341, 345) sowie 3 neu angelegte Deformationsfiguren (131, 231, 330). Die Neufiguren sind "vereinfachte" Dreiecksfiguren, bei denen auf zwei Standpunkten in der Dreiecksmitte Richtungen und Strecken beobachtet wurden. Die Zeitersparnis bei Aufbau und Messung liegt gegenüber den alten Figuren, wie sie 1983/84 und vorher eingerichtet wurden, bei ca. 50 %. Auf allen Punkten wurden neben Richtungs- und Streckenbeobachtungen Azimutbestimmungen nach verschiedenen Methoden (Sonne, Kreisel, magnetisch) sowie Positionsbestimmungen nach dem TRANSIT-Verfahren durchgeführt.

Aufgrund dieser Messungen können nun für ein ca. 250 km langes Profil senkrecht zur Eiskante sowie für ein ca. 100 km langes Querprofil Verformungsverhalten und Fließgeschwindigkeit des Filchner Schelfeises bestimmt werden. Durch die Einrichtung der Neufiguren ist ein weiteres Profil vorbereitet worden. Neben diesen Arbeiten wurde eine barometrische Höhenübertragung von der Filchner-Station über die Punkte 240, 241 und 340 nach 335 durchgeführt. Auf 335 konnte dann der Höhenanschluß an den Meeresspiegel aufgrund der Eisdurchbohrung realisiert werden. Hier wurde ein Höhenpunkt neben dem Bohrloch mit Balisen vermarktet.

2.3.1.2 Fluggruppe

Während des Aufenthalts im Bereich der Filchner-Station wurden auch hier Messungen durchgeführt.

Auf dem Dach der Filchner-Station wurde ein Doppler-Referenzpunkt (140 03) vom 16.01. bis 12.02.1986 eingerichtet. Es wurden wiederholt GPS-Messungen durchgeführt, um sowohl Bewegungsinformationen der Eisoberfläche als auch die absolute Orientierung von Meßpunkten zu erhalten. 20 km südöstlich der Filchner-Station konnte auf zwei Punkten (Hemmen Ice Rise Profil) wiederholt GPS registriert werden. An der Schelfeiskante wurde am Anleger-F erneut auf dem Punkt 139 (ehemals MXA) gemessen. Aus den wiederholten Messungen der Punkte im Stationsbereich können Informationen zum Fließverhalten ermittelt werden.

Die Fluggruppe wurde für die Arbeiten im stationsfernen Bereich mit Polar 4 umgesetzt. Mit je zwei Flügen zum Transport der Meßausrüstung wurden die Deformationsfiguren 120 und 130 in rund 15 km Entfernung von der Schelfeiskante aufgesucht und Wiederholungsmessungen zur Bestimmung des Strains und der Fließgeschwindigkeit durchgeführt. Durch die Registrierung simultaner Doppler-Passes auf einem Punkt der Dreiecksfigur und eines weiteren Punktes unmittelbar an der Schelfeiskante können sowohl die Höhe des Deformationsdreiecks über dem Meeresspiegel im Translokationsmodus als auch die Geoidundulation im betreffenden Gebiet ermittelt werden. Das Translokationsverfahren ist generell für alle gleichzeitig arbeitenden Dopplerstationen möglich.

Bei Station 130 wurde an der Schelfeiskante mit 12 Punkten eine Stretch-Figur von 0,5 x 1,5 km² (längs bzw. quer zur Kante) angelegt, um die Deformation der Schelfeisoberfläche im Kantenbereich zu erfassen. Wiederholungsmessungen dieser Figur sind für die Kampagne 1986/87 vorgesehen.

Trotz sehr großer Einsatzbereitschaft des Flugpersonals konnte aufgrund überwiegend ungünstiger Flugwetterbedingungen (Nebel, white out) das geplante Arbeitsprogramm nicht vollständig abgearbeitet werden.

Vorteilhaft für die Flugplanung erwies sich die Empfangsstation für Wettersatelliten auf der Filchner-Station und die Möglichkeit der Wetterberatung durch die Polarstern-Wetterwarte per Funk.

Koordinaten der Deformationsfiguren Filchner Schelfeis
(Die angegebenen Koordinaten sind Rohdaten)

Pkt	Datum	Breite Süd		Länge West		Bemerkung
		°	'	°	'	
120	02.02.86	75	38,4	58	06,7	GPS
130	26.01.86	76	28,4	53	20,9	GPS
131	09.02.86	76	59,6	54	50,0	Neufigur
230	07.02.86	77	21,3	56	02,4	
231	05.02.86	77	42,7	57	26,2	Neufigur
240	19.01.86	77	51,3	52	46,0	
241	21.01.86	78	13,8	54	01,1	
330	02.02.86	78	03,5	58	46,6	Neufigur
335	25.01.86	78	18,5	57	07,7	
340	23.01.86	78	35,7	55	24,5	
341	30.01.86	78	56,2	56	49,3	
345	28.01.86	78	52,3	53	24,2	

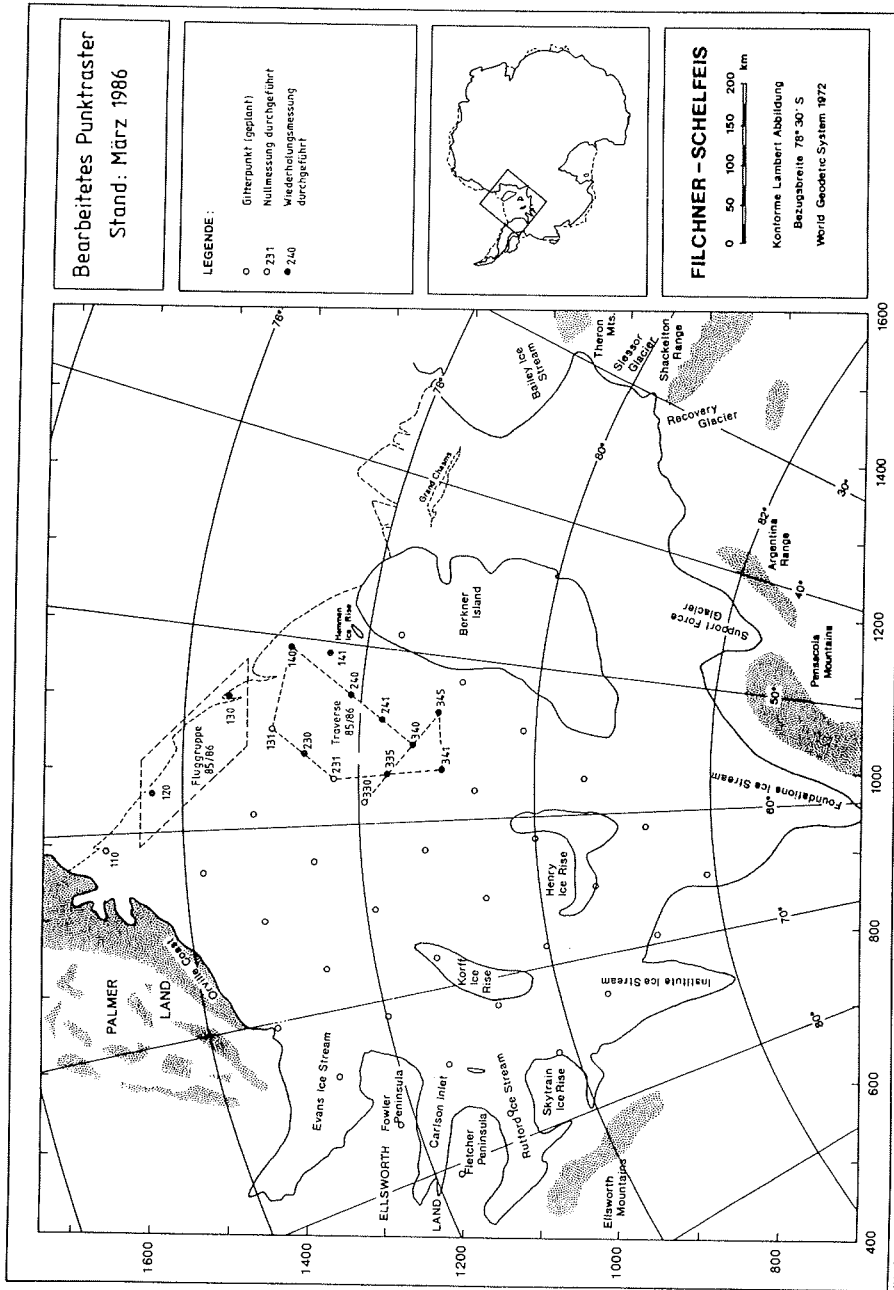


Abb. 45:

2.3.2 Glazialgeodätische Arbeiten auf dem Ekström Schelfeis

Auf dem Ekström Schelfeis wurden in dieser Saison sämtliche 1983/84 angelegten Deformationsfiguren nachgemessen (220, 222, 230, 240, 320, 430, 6007, 6008/1). Außerdem wurden 6 neue Figuren im westlichen, nördlichen und südlichen Bereich angelegt (250, 350, 450, 120, 410, 420). Aufgrund schlechter Wetterverhältnisse konnten jedoch nicht alle Figuren absolut positioniert und die Neufigur 120 nicht mehr nachgemessen werden. Auf den anderen 5 Neufiguren wurde 6-8 Wochen nach der Nullmessung wiederholt beobachtet, so daß hier das Verformungsverhalten zusätzlich zu den Altpunkten bestimmt werden kann. Das bearbeitete Punktfeld ist aus Abb. 46 ersichtlich.

Koordinaten der Deformationsfiguren Ekström Schelfeis (Die Koordinaten sind Rohdaten)

Pkt.	Datum	Breite Süd		Länge West		Bemerkung
		o	'	o	'	
220	22.02.86	70	34,4	8	13,9	
222	31.01.86	70	36,1	8	12,0	
320	22.02.86	70	37,9	8	13,8	
350	02.01.86	70	37,8	8	37,5	Neufigur
410	21.12.85	70	40,2	8	12,7	Neufigur
420	21.12.85	70	39,8	8	18,7	Neufigur
430	21.12.85	70	41,2	8	23,9	
450	02.01.86	70	41,2	8	36,5	Neufigur
6007	26.12.85	70	39,0	8	23,0	
6008/1	26.12.85	70	37,3	8	30,3	

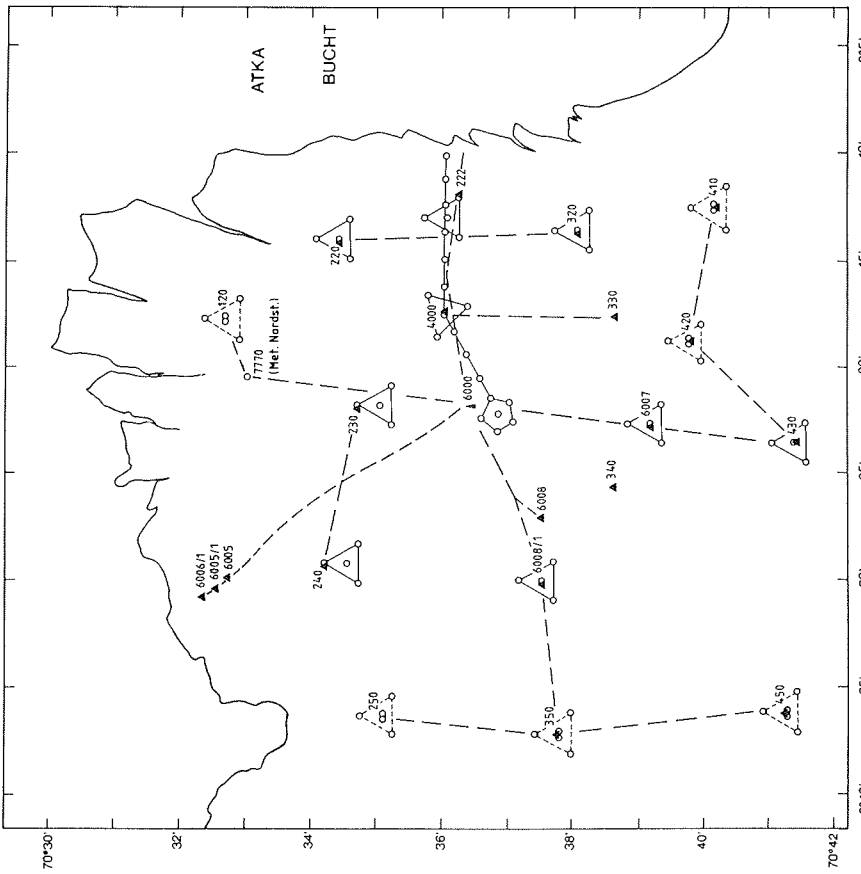
2.3.3. Positionsbestimmungen für Photogrammetrie u.a.

In Absprache mit dem photogrammetrischen Programm wurden in einigen Deformationsfiguren auf dem Ekström Schelfeis Signalisierungen (mehrere schwarze Platten von 40 x 40 cm² in "L"-Form) eingerichtet und eingemessen. Vier luftsichtbare natürliche Strukturen an der Schelfeiskante zwischen Kapp Norvegia und Unnerus-Kollen wurden für die Befliegung im Bereich der Neumayer-Station innerhalb eines Tages mit Helikopter angefliegen und mit GPS positioniert. Diese Strukturen lassen sich damit als Paßpunkte verwenden.

- LEGENDE:**
- Strain Punkte
 - ▲ MK - Punkte
 - ⊥ Mast
 - Traverse
 - Trasse
 - Kartenabbildung: Konforme
 - Grundlage: Luftbildkarte der
 - Georg-von-Neumayer-Station
 - (IFAG)
 - Bezugsbreite: 70° 35' Süd

Ekström - Schelfeis

Stationen für Geschwindigkeits- und Strahlinmessungen



IV 1988 w/v/vo

Abb. 46:

Auf dem Filchner Schelfeis wurden im Kantenbereich Paßpunkte aus Treibstoff-Fässern (140 350, 140 950) bzw. schwarzen Platten (13091500) mit GPS eingemessen. Weitere Paßpunkte wurden in der russischen Sommerstation Druzhnaya II (1206) und SE der Filchner Station (140 009) gemessen.

Das Jet-Al-Depot des AWI in der Nähe der russischen Station Druzhnaya I (221) auf der großen Eisplatte im östlichen Teil des Filchner-Schelfeises (nördlich der Grand Chasms) wurde koordinatenmäßig eingemessen.

Auf dem Ekström Schelfeis wurden 14 Stationen für geophysikalische Experimente (Eisbeben, Luftdruckwellen) im Stationsbereich und an der Schelfeiskante eingemessen und es konnte eine Positionsbestimmung auf dem Nunatak Boreas (Gravimetrie-Referenzpunkt) durchgeführt werden.

Sonstige Koordinaten

Pkt	Datum	Breite Süd		Länge West	
		o	'	o	'
Filchner-Station	12.02.86	77	07,1	50	26,4
140 009	12.02.86	77	21,2	50	09,1
140 350	12.02.86	76	54,3	50	25,5
140 950	12.02.86	76	54,9	50	25,8
13091500	26.01.86	76	26,4	52	57,7
139(MXA)	12.02.86	76	58,8	49	55,1
1206	03.02.86	75	34,4	57	47,5
221	17.02.86	77	22,7	40	00,4
Nunatak Boreas	19.12.85	71	18,3	3	56,6
GvN	26.12.85	70	36,3	8	21,9

2.3.4 Navigation

Auf der Filchner Traverse wurde die Navigationseinrichtung der zwei Pistenbullis, je eine Magnavox-Einfrequenzanlage MX 4102 zum Anfahren der Altpunkte bzw. für die Einrichtung der neuen Stationen eingesetzt, vgl. Abb. 45.

Die Fluggruppe wurde bei Druzhnaya II ausgesetzt und steckte von hier aus die Trasse zur Dreiecksfigur 120 aus. Hierbei konnte eine "Skidoo-Navigation" mit dem GPS zum Auffinden des Deformationsdreiecks erfolgreich eingesetzt werden.

Während mehrerer Beobachtungsfenster wurden auf Polarstern die Navigationslösungen sowohl der bordeigenen Magnavox T-Set GPS-Anlage als auch TI 4100 - Empfängers aufgezeichnet. Die spätere Auswertung wird einen Vergleich beider Lösungen sowohl zur allgemeinen Schiffsbewegung (Geschwindigkeit, Kurs) als auch zum Rollen und Stampfen ermöglichen. Während der Expedition gelang es schiffsseitig, die GPS-Navigationsdaten in die integrierte Navigationseinrichtung der Polarstern einzubeziehen. Bei genügend guter Satellitenüberdeckung (ab zwei Satelliten) wurden die T-Set Daten anstelle der Magnavox-MX 1107-Koppelnavigationsdaten in die entsprechenden Datenfelder der Navigationsanlage eingespeist. Die Anwendung dieses Verfahrens bewirkte insbesondere für die seegeophysikalischen Arbeiten eine Verbesserung der Positionsgenauigkeiten.

2.3.5 Eiskantenaufnahme

Während der Filchner-Kampagne wurde vom Flugzeug aus (Polar 4) eine Erkundung der Eiskante westlich der Filchner Station durchgeführt. Einerseits sollte ein geeigneter Platz für die neu anzulegende Deformationsfigur 125 gefunden werden (diese Station konnte wetterbedingt dann doch nicht mehr eingerichtet werden), andererseits sollte der Verlauf der Inlets, insbesondere A- und B-Inlet, erkundet werden.

Zusätzlich zur Befliegung der östlichen Kante des Filchner Schelfeises wurde auf der Rückfahrt mit dem Radarsystem der Polarstern eine Vermessung der Eiskante durchgeführt. Wegen starken Eisganges und Packeisbildung in der Nähe der Kante konnte jedoch nur ein kleiner Teil im Bereich Berkner Island bis Druzhnaya I aufgenommen werden. Danach wurde aus Sicherheitsgründen ein Kurs mit großem Abstand zur Küste bzw. Schelfeiskante gesteuert.

2.4 Nivologische und Spurenstoff-glaziologische Arbeiten auf der Filchner II- Traverse und dem Ekström Schelfeis (N. Beck, D. Wagenbach, O. Reinwarth)

Hauptziel dieses Programms war, möglichst repräsentative Informationen über die räumliche Verteilung der Deposition atmosphärischer Spurenstoffe, der jährlichen Nettoschneeakkumulation sowie der klimatologisch relevanten 10 m-Firn-temperatur zu erhalten. Unter anderem sind solche Untersuchungen für die Interpretation der Spurenstoff- und Isotopenprofile aus tiefreichenden Bohrkernen des Filchner (Ekström) Eisschelfs notwendig. Den in diesen Kernen möglicherweise enthaltenen langfristigen zeitlichen Trends der Spurenstoff- und Isotopengehalte, sind immer auch systematische Variationen entlang der stromaufwärts gelegenen Fließlinie überlagert; beide Informationssysteme müssen also letztendlich entkoppelt werden.

Das Feldprogramm umfaßte im allgemeinen folgende Arbeiten:

- Aufnahme der visuellen Schneestratigraphie, Dichte und Temperatur über mehrere Jahresakkumulationen (Schneeschart),
- Hochauflösende Schneeprobennahme für Isotopenprofile sowie adäquate Beprobung der Schneescharte für Spurenstoffanalysen,
- Flachbohrungen bis 10 m Tiefe zur Kernprobennahme und Bestimmung der Firntemperatur.

2.4.1 Filchner-II-Traverse

An den bereits 1983/84 durch O. Reinwarth untersuchten Positionen (140, 240, 241, 340, 341) der Filchner I-Traverse wurde die Schneeprobennahme zur Ermittlung des Schneezutrag der Haushaltsjahre 1984 und 1985 durchgeführt. Da die einzelnen Jahresschneescharten anhand der visuellen Stratigraphie nicht immer schon im Feld festgelegt werden konnten, muß zur objektiven Bestimmung des jährlichen Schneezutrages die Auswertung der $^{18}\text{O}(\text{D})$ -Profile abgewartet werden. Die Nachmessung der 10 m-Firntemperaturen, die als repräsentativ für das Jahresmittel der Lufttemperatur angesehen wird, ergab folgende Werte:

- Punkt 140 (1 km nördlich der Filchner Station):
- 24,7 °C in 9,6 m Tiefe
- Punkt 340 (ca. 200 km süd-östlich der Filchner Station):
- 26,9 °C in 9,9 m Tiefe
- Punkt 341 (ca. 250 km süd-östlich der Filchner Station):
- 27,3 °C in 10,1 m Tiefe

Die hier angegebenen Temperaturwerte weichen kaum von denen im Sommer 1983/84 gemessenen ab.

An sieben weiteren Traversenhauptpunkten (Nr. 345, 341, 335, 330, 231, 230, 131) konnten erstmals nivologische Arbeiten und entsprechende Schneeprobennahmen durchgeführt werden. Die vorläufige Angabe des Schneezutrag ist auch hier noch nicht möglich. Die Schachttiefen betragen an den Positionen 340, 341 und 230 ca. 1,5 m, an den Positionen 140, 240 und 241 ca. 2 m und an den Positionen 345, 330, 231 und 131 ca. 2,4 m.

Zusätzlich wurden an den folgenden vier Positionen Kernbohrungen niedergebracht:

Position	Kernprobennahme über Tiefenintervall in m
----------	--

241	1,6 - 5,75
340	1,6 - 9,9
341	1,6 - 10,08
230	1,6 - 10,03

Wegen zu geringer Schneefestigkeiten konnte die Kernprobennahme erst ab 1,6 m Tiefe erfolgen.

Am Punkt 230 wurde erstmals die 10 m-Firntemperatur gemessen. Sie betrug - 24,5 °C, was gegenüber den an der Filchnerstation gemessenen - 24,7 °C zu hoch erscheint.

Zur Erfassung der räumlichen Struktur der Deposition maritimer, terrigener und cosmogener "Aerosol-Marker" wurde gesondert an allen Traversenhauptpunkten Schneeproben von über mindestens einer Jahresakkumulation (Punkt 140 und 240 ca. 3 Jahre) aus den oben genannten Schneeschichten entnommen. Speziell zur Erfassung der Variation des Seesalzdeposition wurden entlang der Trasse Filchner Station - Schiffsanlegestelle und Filchner Station - Punkt 240 zusätzliche Oberflächen-schneeproben mit hoher lateraler Auflösung entnommen.

2.4.2 Ekström Schelfeis

Der Zwischenaufenthalt an der Georg-von-Neumayer-Station wurde dazu genutzt, die Schneeprobennahme, die im Rahmen des Programms am Spurenstoff-Observatorium ganzjährig von den Überwinterern durchgeführt wird, zu vervollständigen (Schachtstudie). Zusätzlich wurde die Beprobung für den küstennahen Abschnitt der Kottas-Traverse übernommen, auf der analog zur Filchner-Traverse ebenfalls nivologische und spurenstoff-glaziologische Arbeiten durchgeführt wurden. 10 km, 20 km und 23 km südlich der Georg-von-Neumayer-Station wurde jeweils ein Schneeschacht ausgehoben und Schneeproben über ca. eine Jahresakkumulation entnommen. Eine weitere geplante Schachtprobenentnahme und Kernbohrung an der ehemaligen meteorologischen Außenstation 40 km südlich von der Georg-von-Neumayer-Station konnte wegen des schlechten Wetters nicht mehr durchgeführt werden.

2.5 Heißwasserbohrungen und geophysikalische Untersuchungen auf dem Filchner und Ekström Schelfeis (H. Engelhardt, J. Determann)

2.5.1 Heißwasserbohrungen auf dem Ekström Schelfeis

Erstmals stand ein Heißwasserbohrsystem zur Verfügung, das zum Durchbohren der Eisschelfe bis zu einer Maximaltiefe von 500 m ausgelegt worden war. Zur Erprobung dieses Systems im kalten antarktischen Eis wurde 1 km südlich der Georg-von-Neumayer-Station in der Nähe des geophysikalischen Observatoriums das Schelfeis zweimal durchbohrt. Die Mächtigkeit des Schelfes betrug in beiden Bohrungen 208 m. Damit wurde ein Höhenanschluß der Station an das Meeresniveau erreicht. Während des ersten Aufenthaltes vom 16.12.85 bis 03.01.86 standen insgesamt nur vier Tage zum Bohren zur Verfügung. Die übrige Zeit

herrschte so starke Drift, daß Außenarbeiten unmöglich waren. Aus diesem Grund war es nicht möglich, die Bohrlöcher auf den gewünschten Durchmesser von 10 cm aufzuweiten und die vorgesehenen Meßinstrumente wie Temperaturmeßketten und Gezeitenpegel einzuführen.

Nach der Filchner-Kampagne gab es einen zweiten Aufenthalt an der Georg-von-Neumayer-Station vom 21.02.-01.03.86. Zwei eng benachbarte Löcher mit je 10 cm Durchmesser konnten 50 m tief gebohrt werden. Dabei konnte das Bohrwasser aus dem Nachbarloch wieder herausgepumpt werden. Diese Wiedergewinnung des Bohrwassers hätte die bisher verwendete Schneeschmelze ersetzen können, was das weitere Bohren erheblich erleichtert hätte. Tags darauf setzte sehr starke Drift ein, die bis zum vorletzten Tag anhielt und weiteres Arbeiten unmöglich machte.

2.5.2 Eisdickenbestimmung im zentralen Bereich des Filchner-Ronne Eisschelfs durch Bohrungen

Eine wichtige Aufgabe der diesjährigen Filchner-Kampagne war es, die Natur und wahre Dicke des Schelfeises zu bestimmen. Der zentrale Bereich sollte nach bisherigen Veröffentlichungen eine geringe Eisdicke aufweisen. Am Rasterpunkt 335 sollte das Eis weniger als 200 m dick sein. Da durch seismische Messungen wegen der unscharfen Reflexionsverhältnisse in diesem Bereich die Eisdicke nur sehr schwer zu bestimmen ist andererseits durch eine stark reflektierende Zwischenschicht die Eisunterkante auch bei EMR-Messungen nicht zu sehen ist, bleibt für eine genaue definitive Aussage nur eine Durchbohrung übrig. Dazu wurde ein für die Antarktis konzipiertes Heißwasserbohrsystem mitgeführt. Es besteht aus einer Schneeschmelze, einer Heißwasserzubereitung, einer Hochdruckpumpe, einem Bohrschlitten mit einer 550 m Schlauchtrommel und dem eigentlichen Heißwasserbohrer. Die Bohrungen konnten bei Punkt 335 durchgeführt werden, weil sich dort durch das geodätische Programm ein mehrtägiger Aufenthalt vom 25.01. bis 04.02.86 ergab. Das erste Bohrloch erreichte bereits eine Tiefe von 380 m, ohne das Schelfeis zu durchstoßen. Die zweite Bohrung mußte nach 60 m aufgegeben werden, weil Rutschungen im Firnbereich den Bohrer einzuklemmen drohten. Die dritte Bohrung verlief ohne jede Komplikation. Bis 430 m liegt kompaktes Eis vor, darunter wird das Eis zunehmend "weicher". Das Bohren geht immer leichter. Beim endgültigen Durchbohren sinkt der Wasserspiegel im Bohrloch auf Meeresniveau ab. Die Eisdicke beträgt 460 ± 5 m. Die Höhe der Eisschelfoberfläche über dem Wasserspiegel im Bohrloch beträgt $53,75 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$. Ersetzt man das reine Wasser im Bohrloch durch Meerwasser, so erhält man die Höhe der Eisoberfläche über dem Meeresniveau zu 65,6 m.

Der obere Teil des Bohrloches wurde auf 10 cm Durchmesser aufgeweitet. Dort wurde ein heizbares Stahkabel eingeführt, mit dem die vertikale Deformation gemessen werden kann. Aus zeitlichen Gründen war es nicht möglich, das gesamte Bohrloch

von 5 auf 10 cm aufzuweiten und andere Meßinstrumente sicher einzuführen. Insgesamt hat das Heißwasserbohrsystem die Erwartungen voll erfüllt und sich als nützliches Gerät erwiesen. Aus Messungen in Bohrlöchern werden sich in Zukunft eine Reihe von glaziologisch wichtigen Daten für den Eisschelf gewinnen lassen.

2.5.3 Reflexionsseismische Messungen auf dem Filchner Ronne Schelfeis

Während der diesjährigen Traversenfahrt konnten zwischen den Gitterpunkten 240, 241, 340 und 335 an drei Meßtagen insgesamt 150 Profilkilometer abgearbeitet werden. Das Meßpunktraster des Filchner-Projektes ist im Expeditionsprogramm Nr. 7, FS Polarstern Antarktis-IV/3, Seite 41 angegeben. Bei den Messungen erwies sich der Einsatz des Eisstreamers als guter Kompromiß zwischen Zeitgewinn und Seismogrammqualität, so daß geringe Schußpunktabstände von 5 km möglich waren. Die Ladungsmengen betragen 1 kg bei einem Registrierzeitfenster von 1 s auf dem Streckenprofil und maximal 4,5 kg bei zusätzlichen Einzelschüssen auf insgesamt sechs Gitterpunkten. Letztere waren für eine Registrierdauer bis 2,5 s zur Erfassung multiplexer Reflexionseinsätze ausgelegt. Die Schußpunkttiefe betrug in der Regel 4,5 m.

Am Punkt 335 wurde ein sechsfach überdecktes CMP-Profil mit einer Auslagenlänge von 324 m aufgenommen. Daraus lassen sich mit Hilfe einer Geschwindigkeitsanalyse genauere Angaben über den Verlauf der Geschwindigkeits-Tiefen-Funktion ableiten, zumal hier die Eismächtigkeit durch eine Heißwasserbohrung bekannt ist.

Die mit der digitalen Apparatur OYO McSeis 1500 aufgenommenen Seismogramme zeigen klare Reflexionseinsätze des Meeresbodens, während Reflexionen der Eisunterkante undeutlich erscheinen. Der Grund für die schwachen Reflexionseinsätze der Eisunterkante dürfte durch die besondere Struktur des Schelfeisuntergrundes bedingt sein. An der Eisunterseite findet man eine etwa 40 - 60 m mächtige Übergangszone, in der das Eis wahrscheinlich mit Meerwasser versetzt ist und die seismischen Geschwindigkeiten langsam abnehmen. Damit besteht an dieser Stelle nur ein schwacher Geschwindigkeitskontrast, der nur geringe Reflexionskoeffizienten bedingt.

Insgesamt ergibt sich aus den Messungen unter Einbeziehung bekannter Eismächtigkeiten an der Filchner-Station und bei 335 eine nach Süden kontinuierlich zunehmende Schelfeisdicke. Die Eismächtigkeit nimmt von Punkt 240 bis Punkt 340 von 300 m auf 480 m zu, während die darunterliegende Wassersäule von 250 m auf 300 m anwächst. Auf dem Querprofil in Richtung 335 bleiben Eismächtigkeit und Wassertiefe im wesentlichen konstant.

Die Einzelmessungen auf dem westlichen Rückweg der Traverse zeigen einen ähnlichen Trend im Verlauf von Eisdicke und Wassertiefe wie das Profil zwischen den Gitterpunkten 240 und 340. Nach dem bisherigen Auswertestand ist von Fehlern in der Größenordnung von ± 20 m auszugehen.

2.5.4 Untersuchungen der inneren Strukturen im Ronne Eisschelf durch elektromagnetische Reflexionsmessungen (EMR)

Das hochauflösende Boden-EMR-Verfahren ist besonders gut dafür geeignet, die inneren Strukturen des Eisschelfes kontinuierlich abzutasten und sichtbar zu machen. Einschlüsse, Spalten, Schichten, Grenzflächen, also Störungen jeder Art, wo sich die elektromagnetischen Eigenschaften des Eises infolge von Dichte- und Leitfähigkeitsschwankungen ändern, reflektieren einen Teil der eingestrahlten elektromagnetischen Energie. Die Mittenfrequenz der ausgesendeten Impulse beträgt 35 MHz. Das Auflösungsvermögen liegt in der Größenordnung von 2 m. Das kontinuierliche EMR-Profil beginnt 20 km nach dem Rasterpunkt 340 und führt entlang der Punkte 335 - 231 - 230 - 131 zurück zur Filchnerstation. Insgesamt liegt ein 350 km langes EMR-Profil vor. Zusätzlich wurde bei Rasterpunkt 230 ein CMP-Profil aufgenommen, aus dem wir die Abhängigkeit der Geschwindigkeit der elektromagnetischen Welle von der Eistiefe bestimmen können. Die Kenntnis dieser Geschwindigkeit-Tiefen-Funktion ist für die genaue Auswertung unserer EMR-Messungen wichtig.

Im mittleren Teil des Ronne-Eisschelfs tritt ein deutlich ausgeprägter Reflektor hervor, der sich in 100-200 m Tiefe durchs Eis zieht. Manchmal erscheint diese Struktur als ein scharf begrenzter Horizont, gelegentlich zeigen sich mehrere Schichtgrenzen, auf weiten Strecken löst sich dieser kontinuierliche Horizont in ein breites Band von Einzelreflektoren auf. Diese weiträumige interne Schicht ist eine Besonderheit des Ronne-Eisschelfs, wie sie von anderen Eisschelfen, z.B. vom Ross-Eisschelf her nicht bekannt ist. Die Reflexion an diesen Strukturen ist so stark, daß die elektromagnetische Energie nicht überall ausreicht, um noch auflösbare Reflexionen von der Eisunterkante zu erhalten. 30 km nach Rasterpunkt 131 liegt die Zwischenschicht in 120 m Tiefe. Von dort bis zur Filchner-Station ist gleichzeitig die Reflexion von der Eisunterkante deutlich zu sehen.

Neben dieser markanten Erscheinung enthalten die Aufzeichnungen eine Fülle von Details. Als weitere auffällige Struktur, die sich durch die gesamte Kartierung zieht, ist eine stark gestörte Zone, die sich 30 - 50 m unter der Oberfläche durchs Eis zieht. Daneben sind in der Tiefe zahlreiche größere lokale Störungen zu erkennen, die offenbar von ehemals großen Spalten herrühren. Da das von uns untersuchte Eis aus dem Gebiet zwischen Henry und Korff-Ice Rise stammt, könnten die in den

oberen Schichten des Eisschelfs enthaltenen Störungen, vor allem aber die intensive stark reflektierende Zwischenschicht dort entstanden sein. Das Eis wird zwischen Henry und Korff-Ice Rise stark gestört, was durch mächtige Spaltenzonen, sogenannten Ice Rumples in Satellitenbildern sichtbar wird. Es ist sicher, daß das Eis dort teilweise am Boden aufsitzt und auch an der Unterseite Spalten entstehen, durch die Meerwasser ins Schelfeis eindringt. In Zukunft müßte durch Leitfähigkeits- und Temperaturmessungen die Natur des unter der Zwischenschicht liegenden Eises geklärt werden. Eingedrungenes Salzwasser würde die Fließeigenschaften des Schelfeises entscheidend beeinflussen. Eine Kernbohrung würde an einer speziell ausgesuchten Stelle in weniger als 100 m Tiefe auf diese Schicht stoßen.

2.6 Reflexionsseismische Messungen auf dem Ekström-Schelfeis mit einer repetitiven seismischen Quelle (Icegun) (H.-W. Kallerhoff, M. Springer)

Am Institut für Geophysik der Universität Kiel wurde eine repetitive seismische Quelle zur Anregung von Kompressionswellen für reflexionsseismische Untersuchungen der Eisdicke und der Wassertiefe unterhalb des Eises entwickelt. In Verbindung mit einem von F. Thyssen gebauten Aufnehmerarray (Eisstreamer) ergibt sich ein seismisches System, das in fester Konfiguration von einem Fahrzeug über das Eis geschleppt werden kann. Das Konzept entspricht der auf See betriebenen kontinuierlichen Reflexionsseismik. Dieses Verfahren bietet verschiedene Vorteile; erstens werden nur zwei Personen zur Bedienung benötigt und zweitens wird ein hoher Meßfortschritt erzielt, da nicht mit Sprengstoff gearbeitet wird und somit das zeitaufwändige Abteufen von Bohrungen zur Aufnahme der Ladungen entfällt. Die Methode ist damit auch den schwierigen logistischen Voraussetzungen in der Antarktis angepaßt.

Das neue seismische System wurde im Südsommer 1985/86 erstmals in der Antarktis auf dem Ekström Schelfeis eingesetzt.

2.6.1 Die seismische Quelle

Als Energiequelle dient ein Luftpulsler mit einem Kammervolumen von 0,3 Liter und einem Betriebsdruck von maximal 15MPa. Die Airgun ist in eine Stahlglocke mit einer Wandungsdicke von 35 mm und einem Durchmesser von 700 mm eingebaut, die mit einem Wasser-Frostschutz-Gemisch gefüllt ist. Die Ankopplung an den Boden und die Abdichtung der Glocke wird durch eine 4 mm dicke Neoprenmembran erreicht. Um diese vor Beschädigungen zu schützen, wird die gesamte Anordnung in eine, aus 5 mm-Stahlblechen geschweißte "Pfanne" gesetzt. Diese Konstruktion beinhaltet auch eine Höhenkontrolle, die die Dehnung der Membran begrenzt. Die Gesamtmasse der oben beschriebenen Icegun beträgt ca. 900 kg.

Beim Schuß tritt aus der Kammer der Airgun die dort gespeicherte Luft in die umgebende Flüssigkeit aus. Um den entstehenden Überdruck abzuleiten, besitzt der Deckel der Stahlglocke Öffnungen, durch die das so entstandene Flüssigkeit-Gas-Gemisch austreten kann. Es gelangt über eine Rücklaufleitung zurück in die Glocke. Damit wird verhindert, daß Flüssigkeit in die Luft bzw. in den Schnee gelangt.

Glocke und Pfanne werden mit Pneumatikzylindern durch eine Öffnung im Containerboden gefahren. Die Zylinder pressen die Icegun beim Schuß mit maximal 22500N auf die Firnoberfläche. Dies entspricht einer Gesamtauflast der Quelle von über 3 t. Während der Fahrt zum nächsten Schußpunkt wird die Glocke angehoben.

2.6.2 Der Meßcontainer

Die klimatischen Bedingungen (Drift etc.) in der Antarktis erfordern den Einbau aller Aggregate in einen 20ft-Plywood-Container. Seine räumliche Aufteilung sieht folgendermaßen aus:

- Das achtere Drittel enthält einen 7,5 KVA-Dieselmotor, 2 Hochdruckkompressoren (Gesamtkapazität 240 l /min), die hydraulisch von einem 11 PS Dieselmotor angetrieben werden, einen 90 l Hydrauliköltank, einen 200 l Dieselöltank und eine Werkbank.
- In der Mitte des Containers befindet sich die Quelle, der Separator, ein 200 l Flüssigkeitstank, ein 40 l Hochdruckspeicher, Hoch- und Niederdruckarmaturen, eine Standheizung und ein Werkzeugschrank.
- Das vordere Drittel, das durch eine Wand vom restlichen Container getrennt ist, stellt den Registrierraum dar. Zu seiner Ausrüstung gehört eine Satelliten-Navigationsanlage (Typ Magnavox), zwei Mars-Apparaturen als Ersatz für die digitale Datenerfassungsanlage, die in einem schwinggedämpften Rack installiert ist, ein Spannungsstabilisator, sowie diverse Schränke.

Der Container wird zum Transport auf dem Eis auf Wellblechmulden gesetzt und von einem Pistenbully geschleppt.

2.6.3 Das Aufnehmersystem

Damit die hohe Meßgeschwindigkeit, die die Icegun zuläßt, nicht durch das Auslegen bzw. Aufnehmen von herkömmlichen Geophonen und Kabeln verringert wird, wird ein Eisstreamer nach-

geschleppt. Er besteht aus 12 Kanälen mit je einem halbkar-
danisch aufgehängten Geophon. Der Kanalabstand beträgt 18 m
und die aktive Meßlänge 240 m.

2.6.4 Verlauf und erste Ergebnisse der Messungen

Da die beschriebenen Geräte erstmals in der Antarktis einge-
setzt wurden, war die Erprobung der Ausrüstung vornehmliches
Ziel der Untersuchungen. Darüber hinaus wurden profilmäßige
Vermessungen von Eisdicke und Wassermächtigkeit durchgeführt.

Dies geschah auf zwei Profilen von insgesamt 12,8 km. Davon
wurden 10 km einfach überdeckt mit einem Geophonabstand von
18 m und einem Schußpunktabstand von 108 m geschossen. Der Ab-
stand der restlichen Schußpunkte betrug 240 m. Pro Schußpunkt
wurden 5 Schüsse registriert. Die Profile verliefen in
Nord-Süd bzw. West-Ost-Richtung und kreuzten sich am west-
lichen Ende der Landebahn der Georg-von-Neumayer-Station.
Zusätzlich wurden zwei stationäre Testreihen durchgeführt, die
der Untersuchung des Störpegels der einzelnen Aggregate und
einem Vergleich zwischen Eisstreamer und konventionellen
Geophonen dienten.

Die Ergebnisse zeigen, daß sich das Prinzip der Icegun bewährt
hat. Schon bei ungestapelten Schüssen wurde ein zufrieden-
stellendes Signal/Noise-Verhältnis erreicht. Dies kann bei
Bedarf durch Stapelung, d.h. Addition mehrerer Schüsse am
gleichen Ort, verbessert werden, so daß die im Vergleich zu
Sprengstoff geringere Energieabgabe der Airgun teilweise aus-
geglichen werden kann. Der zeitliche Schußabstand betrug 15
bis 20s. Bei 10 Schüssen pro Schußpunkt und 108 m Schußpunkt-
abstand wurde ein Meßfortschritt von 1,25 km/h erreicht.

Da sich Quelle und Aufnehmer an der Oberfläche befinden, sind
die Amplituden der Oberflächenwelle erwartungsgemäß relativ
groß. Sie überdecken insbesondere den Bereich, wo Reflexionen
von der Eisunterkante zu erwarten sind. Zum Teil lassen sich
die Oberflächenwellen im nachträglichen Processing durch Hoch-
paßfilterung abschwächen, da ihre Frequenzen deutlich unter
denen des Ersteinsatzes liegen. Es wäre jedoch vorteilhafter,
wenn zukünftig die Störwellen schon bei der Registrierung
durch lineare Bündelung auf der Geophonseite weitgehend unter-
drückt werden.

Bei einer Zweiweglaufzeit von 300 ms sind starke Einsätze zu
beobachten, die möglicherweise die Meeresbodenreflexion
darstellen.

In technischer Hinsicht sind noch einige Modifikationen vorzu-
nehmen. So zeigte sich im Einsatz, daß die Glocke mit einer
Auflast von über 3 t noch ca. 10 cm hochsprang. Dies kann
durch Austausch der Pneumatikzylinder gegen Hydraulikzylinder
verhindert werden. So ließe sich auch die Auflast der Quelle

noch steigern. Die 4 mm Neoprenmembran hielt der Belastung von ca. 1000 Schuß bei Maximaldruck stand, sofern keine äußeren mechanischen Beanspruchungen des Materials auftraten. Die Schleppeigenschaften des kompletten Systems waren bei den herrschenden Schneeverhältnissen befriedigend. Die Bedienung der Apparaturen durch nur zwei Personen erwies sich als voll- auf ausreichend.

Auch wenn die Auswertung der Daten erst begonnen hat, kann festgestellt werden, daß der erste Einsatz des neuen Meß- prinzips erfolgreich verlaufen ist.

2.7. Arbeiten in den Observatorien der Georg-von-Neumayer- Station (S. El Naggar, H. Kohnen)

Neben den routinemäßig laufenden Arbeiten des meteorologischen Observatoriums wurde eine neue Meßwerterfassungsanlage (SIC) installiert. Diese Anlage erlaubt die zentrale Erfassung aller im meteorologischen Bereich anfallenden Meßgrößen sowie wei- tere Anschlüsse für spezielle Forschungsprogramme im Bereich der Station.

Bisher erfolgte die Datenerfassung der Energiebilanz und der Profilmessungen durch zwei getrennte Systeme. Der Ausbau für wissenschaftliche Forschungsprogramme war mit diesen Systemen nicht mehr möglich.

Die Installation einer neuen zentralen Datenerfassungsanlage erlaubt nun die Übernahme aller bisherigen Funktionen des al- ten Systems für den synoptischen Betrieb, bietet aber darüber hinaus zusätzliche Anschlußmöglichkeiten zur Erweiterung des Gesamtsystems, wozu z.B. die Erfassung von internen atmosphä- rischen Schwerewellen dient. Das Meßgebiet an der Georg-von- Neumayer-Station bietet wegen der dort häufig auftretenden Temperaturinversionen ideale Möglichkeiten zur Untersuchung dieser Phänomene, die bereits während früherer Überwinterun- gen durch Mikrovariographregistrierungen und Messungen von Wind- und Temperaturprofilen am Meßmast beobachtet wurden.

Zur räumlichen Auflösung der Wellenparameter wurde ein stern- förmiges Meßnetz mit einem Durchmesser von 3400 m aus hoch- empfindlichen Drucksensoren aufgebaut. Dadurch wird die Be- stimmung der Wellenlänge, der Ausbreitungsrichtung sowie der Phasengeschwindigkeit möglich.

Im geophysikalischen Observatorium wurde ein Neigungsmesser 3 km nordwestlich von der Georg-von-Neumayer-Station in- stalliert, um die gezeiteninduzierte Verbiegung des Schelf- eises zu registrieren. Das seismische Array der Station wurde neu aufgebaut. Das entfernteste Seismometer steht jetzt 10 km westlich von Georg-von-Neumayer-Station.

Die 2. Neuschwabenland-Expedition in die Kottas Berge (N. Arndt, C. Drücker, W. Fielitz, A. Hungeling, E. Lippmann, H. Miller, G. Patzelt, A. Sälzle, G. Spaeth, M. Tapfer, Chr. Walter, K. Weber)

Die 2. Neuschwabenlandexpedition führte in die Kottas Berge (Heimefrontfjella). Sie war als geologisch-geophysikalische Felderkundung dieses Bergmassivs sowie der vorgelagerten Gebiete des Ritscher Hochlandes geplant und sollte vorwiegend Fragen der geologischen und tektonischen Stellung innerhalb des vermutlich teilfragmentierten Kontinentalrandes klären helfen. In diesem Sinne stellten die Untersuchungen auch eine landseitige Ergänzung der marin geophysikalischen Untersuchungen dieser Feldsaison dar. Insbesondere die geologischen Feldarbeiten sind als Fortsetzung der Arbeiten der 1. Neuschwabenlandexpedition zu sehen, die während der Saison 1982/83 die Kraul Berge zum Ziel hatte.

3.1 Expeditionsverlauf

Nach Entladung der Expeditionsgüter an der Eiskante der Atka Bucht konnte der Schlittenzug für die Expedition rasch vorbereitet werden. Dies war besonders deshalb möglich, weil gewisse Vorarbeiten bereits von der Überwinterungsmannschaft der Georg-von-Neumayer-Station geleistet worden waren. Am Abend des 20.12. setzte sich dann der große Schlittenzug mit insgesamt 5 Kettenfahrzeugen (Pistenbully) und 11 Lastschlitten entlang einer zuvor mit Hubschrauberunterstützung aus der Luft erkundeten Trasse in Bewegung. Dem großen Schlittenzug voraus fuhren zwei Mann mit einem Skidoo, die die Spaltensituation erkunden und navigieren sollten. Dies wurde während der gesamten Expedition so gehalten und hat sich hervorragend bewährt. Navigiert wurde durch Rückwärtsfluchten entlang der alle 500 m zur Markierung gesetzten Fahnenstangen. Die Anfangsrichtung an jedem Knick in der Trasse wurde mit Kompaß bestimmt. Dieses Verfahren ist zunächst an gute Sichtverhältnisse gebunden (mindesten 100 m), doch ist dies wegen der unbekanntenen Spaltensituation ohnehin aus Sicherheitsgründen erforderlich. Zudem hat man den Vorteil von geraden Streckenabschnitten, denen man später gerade bei schlechten Sichtverhältnissen besser folgen kann.

Am 25.12. wurde die Position bei 72°30' Süd und 9° West und einer Höhe von ca. 1.000 m erreicht. Schwierigkeiten und Verzögerungen hatten sich unterwegs durch schlechtes Wetter mit Drift sowie durch ein Spaltengebiet im Übergangsbereich zwischen dem Schelf- und dem Inlandeis ergeben. Auch an dieser Position machte ein Sturm eine Weiterfahrt unmöglich, und erst am 27.12. konnte die Weiterfahrt angetreten werden, nachdem noch ein Treibstoffdepot angelegt worden war. Gleichzeitig kehrten auch 2 Pistenbullies mit nunmehr leeren Lastschlitten zur Georg-von-Neumayer-Station zurück. Die Weiterfahrt war nur durch Tankpausen unterbrochen und am Abend des 29.12.

wurde das erste Lager im Burasbotnen erreicht. Wegen schlechten Wetters konnten die Geländearbeiten erst am 31.12. beginnen.

In der Folgezeit arbeiteten die beiden Gruppen Geologie und Geophysik zumeist räumlich getrennt. Die Geologen arbeiteten ausgehend von über längere Zeit ortsfesten Lagern im Gelände, wobei sie in Tagesfahrten mit Skidoos die Umgebung, meist in 2-Manngruppen aufgeteilt, untersuchten. Die Gruppe Geophysik operierte für die notwendigen Profilmessungen viel beweglicher und war zeitweise über 150 km von der Geologengruppe entfernt. Regelmäßiger Funkkontakt der Gruppen untereinander sowie mit der Georg-von-Neumayer-Station und Polarstern verklammerte jedoch die Expedition und war für die Sicherheit unerlässlich. Als sich einer der Geologen bei einem Absturz in einer Eisrinne nicht unerheblich verletzt hatte, konnte über Funk die Georg-von-Neumayer-Station verständigt und der Stationsarzt mit der Polar 2 in das Lager geflogen werden, wo er die Verletzungen behandeln konnte. Nach einer verordneten Bettruhe von einer Woche konnte der Patient sich wieder an der Geländearbeit beteiligen und nachdem die Fäden, nun ohne fachärztlichen Beistand, aber nicht minder kunstvoll, gezogen worden waren, auch seinen Kopfverband ablegen.

In Abb. 47 ist die gesamte Expeditionsroute wie auch die einzelnen Hauptlager eingetragen. Der zeitliche Expeditionsverlauf ist tabellarisch zusammengefaßt. Wenn auch die beiden Gruppen meist getrennt arbeiteten, so war doch immer wieder ein Treffen in den Hauptlagern möglich und wegen der logistischen Notwendigkeiten auch erforderlich.

So waren auch interdisziplinäre Diskussionen über den Fortgang der Arbeiten wie auch eine gemeinsame Routenerkundung in noch unbekanntem Gebieten möglich. Während der gesamten Zeitdauer war die Expedition selbstversorgend. So hatte die Geophysikergruppe nach den Messungen entlang des Profils von Lager 1 nach Norden Treibstoff aus dem Depot zum Lager 1 nachgeholt. Die Bevorratung mit Ersatzteilen und Verpflegung war ausreichend. Lediglich einmal mußte Ersatz für einen für die Bohrarbeiten der Geophysiker unerlässlichen Drehstromgenerator aus der Georg-von-Neumayer-Station herangeschafft werden. Dies konnte aber über eine Gesamtentfernung von etwa 550 km innerhalb von 3 Tagen dadurch realisiert werden, daß der Ersatzgenerator mit Skidoo von der Georg-von-Neumayer-Station bis zum Depot gebracht und ebenfalls mit Skidoo dort abgeholt wurde. Erleichtert wurde diese Unternehmung durch die sehr exakt vermarkte Piste und durch das Vorhandensein verschiedener Treibstoffdepots am Wege.

Die geologischen und seismischen Feldarbeiten wurden am 16.02. 1986 in Mannefallknausane beendet und von dort am 17.02. die Rückfahrt angetreten. Die Rückfahrt verlief rasch und ereignislos; unterwegs konnte bei Lager 1 ein weiteres Depot mit restlichem Treibstoff eingerichtet und ab dort magnetische und

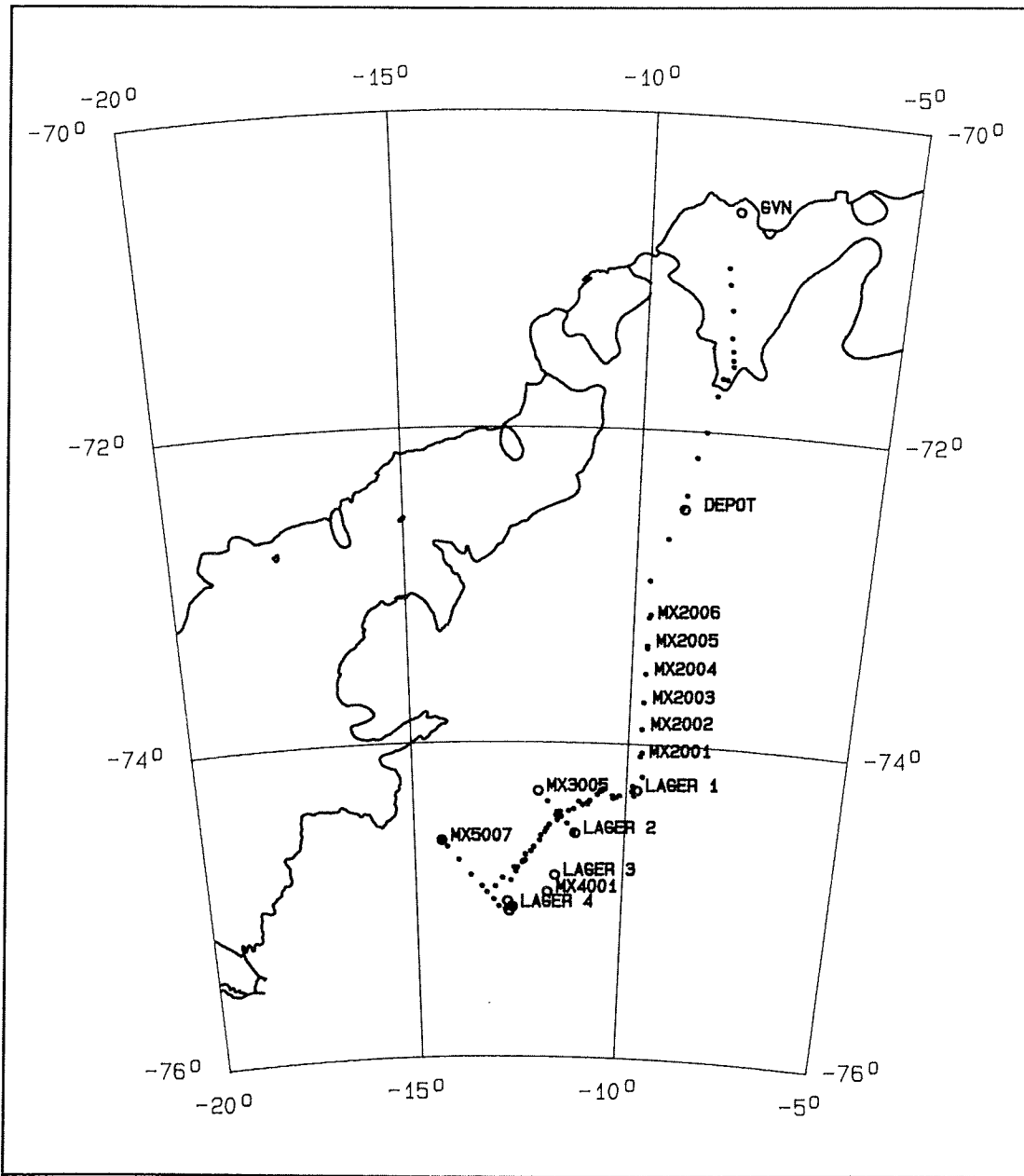


Abb. 47: Routenkarte 2. Neuschwabenlandexpedition. Die mit MX bezeichneten Punkte sind Hauptpunkte der geophysikalischen Vermessung. Ebenso sind die Hauptlager der Expedition eingetragen.

Schweremessungen bis zur Georg-von-Neumayer-Station durchgeführt werden. Am Abend des 21.02. erreichte die Expedition die Georg-von-Neumayer-Station.

Mit Ausnahme des erwähnten Bergunfalls verlief die Expedition ohne ernsten Zwischenfall. Alle Teilnehmer kehrten gesund und reich an Erlebnissen zurück. Das eingesetzte Material (Fahrzeuge, Schlitten, Wohncontainer) hat sich bestens bewährt und bildete die Grundlage für eine erfolgreiche Geländesaison.

Tabellarische Übersicht über den zeitlichen Verlauf der 2. Neuschwabenlandexpedition

20.12.85	Abfahrt an der "Georg-von-Neumayer-Station"
25.12.85	Errichtung eines Treibstoffdepots bei 72°30'S, 9°W
29.12.85	Expedition erreicht Kottas Berge
31.12.85	Lager 1 ist Basis
	Geologische Feldarbeiten in Milorgfjella
20.01.86	Geophysikalische Profilmessungen entlang Profil I
21.01.86	Wechsel zum Lager 2 (Scharfenbergbotnen)
22.01.86	Lager 2 ist Basis
bis	
28.01.86	Geologische Arbeiten im Ostteil der Sivorgfjella
bis	Geophysikalische Profilmessungen entlang Profil II
01.02.86	Nachführen eines Ersatzgenerators aus GvN
29.01.86	Wechsel zu Lager 3
bis	Geologische Feldarbeiten im Westteil der Sivorgfjella
05.02.86	Paßpunktbestimmung für aerophotogrammetrische Befliegung
06.02.86	Wechsel zu Lager 4 in den Tottanfjella
07.02.86	Geologische Feldarbeiten in den Tottanfjella und
bis	Mannefallknausane
16.02.86	Geophysikalische Profilmessungen entlang Profil III
17.02.86	Beginn Rückfahrt
18.02.86	Einrichtung eines Depots bei Lager 1
21.02.86	Ende der 2. Neuschwabenlandexpedition mit Erreichen der "Georg-von-Neumayer-Station"

Insgesamt wurden mit allen eingesetzten Fahrzeugen folgende Fahrleistungen erbracht:

3 Pistenbullies zusammen	5.200 km
4 Skidoos Alpine zusammen	7.400 km

3.2 Geologische Übersicht und zusammenfassende Ergebnisse

Die Kottas Berge sind die am weitesten südwestlich gelegenen Bergmassive Neuschwabenlands. Ihr nordöstliches Ende liegt ca. 420 km südlich der Georg-von-Neumayer-Station. Sie bilden einen ca. 130 km langen, NE-SW verlaufenden Gebirgszug mit einer maximalen Breite von ca. 30 km.

Insgesamt besitzt der Gebirgszug den Charakter eines durch glaziale Erosion stark gegliederten Eskarpments. An seinem NW-Fuß liegt die Eisoberfläche bei ca. 1.400 m, während für die Oberkante des Eskarpments eine mittlere Höhe von etwa 2.000 m angegeben werden kann. Die maximalen Höhen reichen bis 2.700 m.

Von NE nach SW läßt sich der Gebirgszug morphologisch in drei größere Einheiten gliedern: Milorgfjella, Sivorgfjella und Tottanfjella. Gegenstand der geologischen Untersuchungen war das gesamte Gebiet der Kottas Berge, einschließlich der ca. 80 km nordwestlich vorgelagerten Nunataker von Mannefallknause, wobei aus zeitlichen und logistischen Gründen nicht alle Aufschlußbereiche im Gebiet der Kottas Berge besucht werden konnten.

Die geologischen Feldarbeiten begannen am 31.12.1985 und endeten am 16.02. 1986. Die Wetterbedingungen waren sehr günstig, so daß im Gesamten Zeitraum nur an 5 Tagen wegen Drift White out keine Feldarbeit möglich war.

Die bisherigen Kenntnisse über die Geologie der Kottas Berge basieren im wesentlichen auf den Dissertationen von Worsfold (1967) und Juckes (1972). Diese Arbeiten waren eine wichtige Grundlage für die Vorbereitung und Durchführung der eigenen Untersuchungen. Es zeigt sich jedoch, daß die Kottas Berge wissenschaftlich sehr viel ergiebiger sind, als aufgrund des bisherigen Untersuchungen anzunehmen war.

Die neuen Geländebefunde zeigen, daß die Kottasberge aus polyphas deformierten, retrograd überprägten amphibolitfaziel- len vulkanischen und sedimentären Gesteinen mit mehrphasigen granitoiden Intrusionen aufgebaut werden. Alpinotype Überschiebungs- und Deckentektonik in den polyphas deformierten vulkano-sedimentären Einheiten über einem granulitfaziel- len Basement mit Granuliten, Charnockiten und Anorthositen deuten auf ein bisher unbekanntes Orogen. Die größeren lithologischen und strukturellen Einheiten dieses "Kottas-Orogens" konnten übersichtsmäßig kartiert werden. Insge samt wurden ca. 7 to Gesteinsproben für geochemische, radiometrische, petrolo- gische und strukturelle Untersuchungen gesammelt, sowie ca. 5000 strukturelle Daten eingemessen.

3.2.1 Metasedimente

Metasedimente treten in den Kottas Bergen in mehr oder weniger enger Vergesellschaftung mit bimodalen Metavulkaniten und In- trusiva auf. Metasedimente können dünne Einlagerungen von nur einigen Metern Mächtigkeit in Metavulkaniten bilden, können aber auch, wie z.B. am Sumnerkammen (Tottanfjella) über mehr als 2.000 m Mächtigkeit aufgeschlossen sein. Man kann Auf- schlußbereiche im Hundertmeter- bis Kilometerbereich unterscheiden, die entweder nur aus Metavulkaniten und Intrusiva oder aus vulkanosedimentären Wechsellagerungen, oder die ganz do- minant, bereichsweise auch nur, aus Metasedimenten bestehen.

Die Mehrzahl der Metasedimente besteht aus Paragneisen und Glimmerschiefern, untergeordnet treten Metaquarzite, Kalksilikate und Marmore auf. Folgende Metasedimente wurden angetroffen:

Orthoquarzite +/- Ga
 Bio-Quarzite +/- Ga
 Bio-Mu-Quarzite +/- Flsp +/- Ga
 Flsp-Qz-Bio-Mu-Gneise +/- Ga +/- Hbl häufig mit unregelmäßig verteilten Flsp-Augen
 Bio-Mu-Qz-Flsp +/- Ga-Schiefer
 Kalksilikate (Diop-Trem-Phlog-Ca-Dol-Mgn-Titanit +/- sulfid Erz)
 Karbonat. Mu-Bio (Phlog)-Qz-Flsp-Schiefer
 Marmor mit Phlog-Diop-Trem-Titanit-Pyrit

Im Falle mancher mittelkörniger, mehr oder weniger Flsp-porphyroblastischen, plattigen bis bankigen Gneise ist eine Entscheidung, ob Ortho- oder Paragneise vorliegen, im Gelände nicht sicher zu treffen. Die Vergesellschaftung mit Kalksilikaten, besonders aber das Auftreten von primärem Muskowit, der in den Metavulkaniten fehlt, haben sich als gute Indikatoren für Metasedimente erwiesen. Diese sind in der Regel reich an Granat, ausgenommen Milorgfjella, wo im Gebiet von Laudalkammen, Leabotnen und Burasbotnen Granat vollkommen fehlt. Die Metasedimente führen stets reichlich Linsen und Lagen von Segregationsquarz, sind oft stärker migmatisch und besitzen mehr graduelle Materialgrenzen als die Metavulkanite. Die Merkmale von Metasedimenten und Metavulkaniten lassen sich aus der folgenden Zusammenstellung entnehmen.

<u>Metasedimente</u>	<u>Metavulkanite</u>
Metaquarzit, Kalksilikate, Marmor	Amphibolite bis felsische Qz-Flsp-Gneise
graduelle Materialgrenzen	kontrastreiche, scharfe Materialgrenzen, equigranulare, fein- bis mittelkörnige Gneise
primärer Muskowit und häufig Granat (ausgenommen Milorgfjella)	in der Regel kein primärer Muskowit, wenig Granat
in der Regel migmatisch, oft stark migmatisch	nicht oder nur schwach migmatisch, ausgenommen Amphibolite
reichlich Segregationsquarz	kein Segregationsquarz

Orthoquarzite wurden in größerer Mächtigkeit nur an zwei Stellen im Gebiet von Sivorgfjella angetroffen. Bei Ristinghortane steht ein sehr reiner, plattiger bis dickbankiger, grobkörnig rekristallisierter Metaquarzit mit untergeordneten Millimeter bis max. Dezimeter mächtigen, grobkörnigen Bio-Mu-Schiefern

und einem Vorkommen von Kalksilikaten an. Worsfeld (1967) berichtet von Disthen-Staurolith-Vorkommen. Es handelt sich nach dem Feldbefund um einen einphasig deformierten, ausgeprägten R-Tektonit mit extremer NE-SW streichender Stengelung bzw. b-Lineation, die richtungsmäßig der F₃-Faltengeneration entspricht.

Das zweite Metaquarzitvorkommen befindet sich in den beiden nordwestlichsten Nunataker am Scharfenbergbotnen. Es handelt sich hier um dunkle, grau-braun verwitternde, plattige bis dickbankige, Bio-führende Quarzite, untergeordnet auch Flsp-führende Quarzite bis Metasandsteine mit geringmächtigen Metapelitlagen. In den Metaquarziten ist gelegentlich Schrägschichtung zu beobachten, in Metasandsteinen örtlich andeutungsweise Gradierung. Die Gesteine sind in relativ offene, konzentrische, in den Scharnieren nur schwach verdickte, NE-SW streichende F₃-Falten gelegt. Faltungsstil und eine nur schwach entwickelte, weitständige Bruchschieferung sprechen für eine relativ hohe Strukturetage.

Beide Quarzitvorkommen von Scharfenbergbotnen sind posttektonisch kontaktmetamorph und führen Hellglimmerflecken, vermutlich von serizitisierten Andalusit. Sie werden von diskordanten, Mu-führenden Pegmatiten und pegmatitischen Graniten intrudiert. Die Pegmatite sowie eine im nordwestlichen Scharfenbergbotnen festgestellte negative gravitative Anomalie deuten auf eine posttektonische, granitische Intrusion als Ursache der Kontaktmetamorphose.

Sonst treten Metaquarzite als Bio-Quarzit, Bio-Mu-Quarzite +/- Flsp +/- Ga als geringmächtige Einlagerungen in Glimmerschiefern und Paragneisen auf. Letztere bilden den überwiegenden Anteil der Metasedimente. In einigen Gebieten, wie z.B. in Milorgfjella und Sivorgfjella, sind diese Metasedimente stark migmatisch und enthalten keinen primären Muskovit (Milorgfjella). Primärer Muskovit tritt erst in Sivorgfjella auf und nimmt in Richtung auf Tottanfjella an Häufigkeit zu.

Manche nicht sicher als Metasedimente anzusprechenden Glimmerschiefer und Gneise führen wechselnde Mengen an Hbl mit Übergängen zu amphibolitischen Gneisen. Die petrographische und chemische Analyse müssen zeigen, ob es sich hier möglicherweise um tuffitische oder mergelige Ausgangsgesteine handelt.

Am Sumnerkammen wurden turmalinführende Mu-Bio-Ga-Glimmerschiefer und Quarzite angetroffen. Diese sind mit stark verformten, Flsp-rekristallisierten, turmalinreichen Pegmatiten vergesellschaftet. Grüne Amphibole und Wollastonit (?) in der Umgebung der Turmalin-Pegmatite deuten auf Kontaktmetamorphose. Der Turmalin Gehalt dieser Metasedimente ist vermutlich von den Turmalin-Pegmatiten abzuleiten. Im Gegensatz dazu wurden in den westlichen Nunataker von Milorgfjella turmalinführende Bio-Schiefer ohne Vergesellschaftung mit Turmalin-Pegmatiten angetroffen.

Kalksilikate treten als stratiforme Linsen und Lagen, oft mit geringer sulfidischer Vererzung, relativ häufig auf. Bei Arntzenrustene, am NE-Ende von Milorgfjella und bei Rivenesnuten sind sie mit silikatischem Marmor vergesellschaftet, der bei Arntzenrustene (nordöstlichster Nunatak) auch Lagen und Linsen von Metachert enthält. Ein großes Marmorvorkommen findet sich am NW-Hang des SW-Ausläufers von Rivenesnuten. Es handelt sich hier um einen grobkörnigen, hellen Marmor, der in einer etwa 2 km langen, NE-SW streichenden Antiklinalstruktur aufgeschlossen ist und zum Hangenden in karbonatische Qz-Flsp-Mu-Bio-Schiefer übergeht und auch quarzitisches Metasandsteine enthält.

3.2.2 Metavulkanite

Die Metavulkanite sind fein- bis mittelkörnig gebänderte Gesteine mit scharfen und oft kontrastreichen Materialgrenzen. Die Bänderung variiert vom Millimeter- bis zum Zehnermeterbereich. In ihrer Zusammensetzung reichen sie von Amphiboliten über Hbl-Bio-Gneise bis zu leukokraten Qz-Flsp-Gneisen. Sie enthalten in der Regel keinen primären Muskowit und keinen Segregationsquarz. Wir interpretieren diese Gesteine als metamorphe basaltische, andesitische und felsische Laven und Pyroklastika.

Die mineralogische Zusammensetzung der Metavulkanite ist relativ monoton; Flsp, Qz, Hbl und Bio sind die Hauptkomponenten. Epidot ist besonders in den mafischen Metavulkaniten eine häufige Komponente sowohl in der Grundmasse wie auch auf Gängen und Klüften. Granat tritt nur selten in den Metavulkaniten auf.

Die felsischen Metavulkanite zeigen die typischen Merkmale leptinitischer Gneise, oft mit blastomylonitischem Gefüge durch plattenförmige Quarze.

Häufig sind Gneise mit relativ wenigen (5% - 20%) und kleinen (ca. 1 cm) Kfsp- oder Plg-Augen in einer Matrix, die relativ reich an Bio oder Hbl ist. In manchen Fällen sind solche Augengneise mit Metasedimenten, in anderen Fällen mit Metavulkaniten assoziiert. Das Ausgangsmaterial dieser Gneise ist unklar.

Folgende Gesteinstypen treten unter den Metavulkaniten auf:

Amphibolite

graue Hbl-Plg +/- Qz Gneise

graue Hbl-Plg-Qz +/- Bio Gneise

graue Plg-Qz-Hbl +/- Bio Gneise

graue Plg-Qz-Bio +/- Hbl Gneise (Tuffite?)

leptinitische Gneise:

pink- bis beigefarbene Kfsp-Plg-Qz-Bio +/- Hbl Gneise

pink- bis beigefarbene Kfsp-Plg-Qz-Bio-Gneise

hellgraue Plg-Kfsp-Qz +/- Bio-Gneise

Hell Qz-Flsp +/- Bio Hbl Gneise

3.2.3 Hypabyssale Gesteine

Intrusive Äquivalente der Metavulkanite konnten nicht sicher nachgewiesen werden. Einige grobkörnige Amphibolite sowie einige massive und homogene Qz-Flsp-Gneise könnten aus subvulkanischen Intrusionen, z.B. Sills, hervorgegangen sein.

Postvulkanische Intrusiva sind häufig. Dazu gehören porphyrische Granite (vgl. Plutonite und Orthogneise) wie auch eine Vielfalt fein- bis mittelkörniger Intrusionen von Doleriten, über Diorite, Granite bis zu Pegmatiten und Apliten. Mehrphasige intrusive Episoden sind erkennbar, sowohl bei mafischen als auch bei leukokraten Gesteinen.

Bei den ältesten, stark boudinierten Amphiboliten könnte es sich teilweise um präorogene Dolerit-Dykes handeln. Jüngere Dykes können in massigen Gneisen, wie z.B. von Wrighthamaren, vollkommen in Amphibolit bzw. Granatamphibolit umgewandelt sein. Sie bilden aber dennoch vollkommen kohärente Dykes ohne jedes Anzeichen von Faltung oder Boudinage.



Abb. 48: Schwach deformierte Pegmatite und Dolerit-Dykes an einer NW-vergenten Überschiebung versetzt. NW-Ende von Schivestolen (Milorgfjella).

Es bestehen Übergänge zu partiell amphibolitisierten und nach dem Feldbefund vollkommen unveränderten, Vesikel führenden Doleriten mit chilled margins, die von der jüngsten Faltungs- oder Überschiebungstektonik noch erfaßt sein können, aber von der präpermischen Landoberfläche abgeschnitten werden. Die jüngsten mafischen Intrusionen sind vermutlich jurassische Doleritdykes und Doleritsills.

Auch unter den Pegmatiten gibt es mehrere Generationen. Das Spektrum reicht von homotaktisch vergneisten, Feldspat-rekristallisierten, oft mylonitischen Pegmatiten bis zu sehr schwach kataklastisch verformten Pegmatiten, die an den jüngsten Überschiebungen noch versetzt sein können (Abb. 48).

3.2.4 Plutonite und Orthogneise

Plutonite und ihre metamorphen Äquivalente sind in den Kottas Bergen in relativ großer Verbreitung aufgeschlossen. Die Mehrzahl variiert in Zusammensetzung und Struktur zwischen feinkörnigen Doleriten und Graniten bis zu sehr grobkörnigen porphyrischen Granitoiden. Bis auf wenige Ausnahmen sind alle Plutonite vergneist.

Für Milorgfjella typische Gesteine sind rote und weiße Kfsp-Augengneise, die am Laudalkammen in einem weitgehend unvergneisten Granit mit 3 - 6 cm großen, roten, idiomorphen bis hypidiomorphen Kfsp-Einsprenglingen übergehen. Die Matrix besteht aus Plg, Qz, Bio und Hbl sowie Chl als Umwandlungsprodukt von Hbl und Bio. Porphyrische rote Kfsp-Augengneise mit bis zu 10 cm großen Kfsp kommen auch im Gebiet von Tottanfjella (Cottontoppen) vor. Ein weitgehend unvergneister, grobkörniger, porphyrischer Granodiorit findet sich am Samuelhamaren, dem südlichsten Nunatak von Tottanfjella. Er enthält Xenolithe vom Amphiboliten, Leukograniten, Paragneisen und Granuliten. Ebenfalls reich an Xenolithen von Gabbro, Diorit, Chranockit(?) und Hornfels ist ein Granodiorit in einem der nordwestlichen Nunataker des Scharfenbergbotnen (Sivorfjella). Ein wegen seiner zahlreichen Xenolithe von uns als "Fischgneis" bezeichneter, Ga-führender Granodiorit vom Scharfenbergbotnen stellt vermutlich eine synorogene Intrusion dar, da er Ortho- und Paragneise sowie Amphibolite als Xenolithe enthält. Das gleiche gilt für einen pinkfarbenen, relativ schwach vergneisten Granit in der Nachbarschaft des Fischgneises. Ein ebenfalls in deformierte Metasedimente intrudierter, jedoch selbst auch stark vergneister, Mu-führender, feldspatporphyrischer Granit findet sich am Fuß des Paal nibba (Sivorfjella) aufgeschlossen und in ähnlicher Form auch in den Metasedimenten von Flisegga.

Die hohen Felswände von Wrighthammaren am Süde von Scharfenbergbotnen werden von einem grobkörnigen, porphyrischen Plg-Augengneis mit Fsp-Qz-Bio-Hbl-Ga in der Matrix gebildet. Granatsymplektite (Ga als Reaktionssaum zwischen Plg und Bio)

sowie die von Worsfold vermutete Umwandlung von Px in Ga und Bio deuten auf ursprünglich granulitfazielle Metamorphosebedingungen.

3.2.5 Granatamphibolite und Ultrabasite

Am Trapezberg, einem der Nunataker im SW-Teil von Milorgfjella (Hanssonhorna) bilden Granatamphibolite und Pyroxen-Amphibolite Boudins und Linsen in Metavulkaniten und Paragneisen. Peridotite, Ga-Peridotite und Serpentine sowie Phengitschiefer(?) wurden als Geschiebe in der Moräne unterhalb des Aufschlusses gefunden und können nur aus dem gleichen Aufschlußbereich stammen.

Die Granatamphibolite bilden Linsen oder Boudins von ca. 20 cm bis zu mehreren Metern Länge mit scharfen Kontakten zu den umgebenden Gneisen. Sie treten mit einem ca. 10 m mächtigen Band relativ mafischer Plg-Qz-Hbl-Bio-Ga-Gneise auf. Aufgrund des Feldbefundes besitzen diese Gesteine große Ähnlichkeit mit Eklogiten. Erste mikroskopische Untersuchungen zeigen jedoch, daß diese Gesteine als Granatamphibolite anzusprechen sind.

3.2.6 Granulitfazielle Gebiete

Charnockite, Anorthosite und Granulite sind in Mannefallknauane und am W-Rand der Kottasberge im Gebiet von Tottanfjella aufgeschlossen. Sie zeigen eine komplexe metamorphe und intrusive Geschichte dieser granulitfaziellen Terraines. Die ältesten Gesteine sind mafische und felsische Granulite. Diese bilden größere Teile der Nunataker von Vardeklettane, während sie in den anderen Gebieten nur als Xenolithe oder in größeren Schollen in den granulitfaziellen Plutoniten auftreten.

Die meisten Granulite sind fein- bis mittelkörnige, massive bis fein gebänderte, equigranulare Fsp-Qz-Ga-Px-Gneise, die bei Vardeklettane migmatisch sind auch Hbl und Bio enthalten. In den fleckenhaften bis lagigen, Px-führenden, gefalteten migmatischen Mobilisaten findet sich bis 2 cm großer Ga anreichert. Der migmatischen Faltung gehen ältere Deformationsphasen voraus. Migmatische Gesteine fehlen in den sehr massigen, mineralogisch monotonen Granuliten von Mannefallknauane.

Das Ausgangsmaterial der Granulite konnte nicht eindeutig identifiziert werden. Die feine Bänderung, graduelle Materialgrenzen, metaquarzitische Lagen und Kalksilikatlinsen bei Vardeklettane sprechen für Metasedimente. Ga-Px-Amphibolite (ehemals Dolerite), Bio-Pyroxenite und Pyroxenite intrudieren die Granulite von Vardeklettane.

Die Granulite werden von verschiedenen Charnockitgenerationen mit unterschiedlicher Textur und mineralogischer Zusammensetzung intrudiert. Der älteste Charnockit ist bei Vardeklettane ein mittelkörniger, equigranularer Fsp-Qz-Px-Ga-Gneis. Granulitxenolithe belegen seinen magmatischen Ursprung.

Der häufigste granulitfazielle Plutonit von Tottanfjella und Mannefallknausane ist ein graubraun verwitternder porphyrischer Charnockit mit 2-6 cm, örtlich 10 cm großen, idiomorphen Kfsp-Kristallen in einer Matrix von Fslp, Qz und Px, örtlich auch Ga. Px ist häufig chloritisiert. Die Zusammensetzung der Charnockite variiert von leukokrat mit 5% Px bis mafisch mit bis zu etwa 50% Px. Eine Generation von gleichkörnigen, mittelkörnigen Charnockiten bildet Dykes im porphyrischen Charnockit, welche von pinkfarbenen Kfsp- und Qz-reichen Charnockiten und Pegmatiten intrudiert werden.

Auch die jüngsten pegmatoiden Intrusionen führen Ga und Px und zeigen granulitfazielle Intrusionsbedingungen an. Die kompositionelle Vielfalt und mehrphasige Intrusionsfolge weisen auf eine komplexe granulitfazielle Entwicklung. Zu dieser granulitfaziellen Gesteinsassoziation gehören auch vergneiste Anorthosite von Vardeklettane. Diese sind aufgrund ihrer Vergneisung älter als die unvergneisten Charnockite.

Die relative Altersbeziehung der Anorthosite zu den granulitischen Gneisen ist unklar. Die Charnockite von Tottanfjella werden in einzelnen Scherzonen noch von der retrograden Mylonitisierung erfaßt und liegen wie z.B. bei Ardusberget noch innerhalb der unten beschriebenen großen mylonitischen Scherzone. In Mannefallknausane werden die Charnockite von kakiritischen Störungen unbekanntes Alters durchschlagen. Die aufgrund des Geländebefundes zu ermittelnde geologische Geschichte der granulitfaziellen Gebiete ist nachstehend tabellarisch zusammengefaßt.

Tektonometamorphe und magmatische Geschichte der granulitfaziellen Gebiete

Tottanfjella

Mannefallknausane

jurassische Dolerite

mylonitische Scherzonen
Dolerite

kakiritische Scherzone
Dolerite bis Diorite

Retrograde Metamorphose

leukokrate, pinkfarbene
Charnockite

leukokrate, pinkfarbene
Charnockite und Pegmatite

porphyrische Charnockite

mittelkörnige, equigranulare
Charnockite
porphyrische Charnockite

Deformation

Deformation

Ga-Px-Amphibolite
(Metadolerite)
Pyroxenite

mittelkörnige, equigranulare
Charnockitgneise

mittel- bis grobkörnige
Anorthositgneise

Metasedimente und Metavulkanite
(Granulite)

Metasedimente und Meta-
vulkanite (Granulite)

3.2.7 Strukturgeologische Beobachtungen

Das älteste tektonometamorphe Gefüge der Metasedimente und Metavulkanite ist eine Parallelschieferung. Zugeordnete interne Falten sind kleinmaßstäblich und konnten nur selten beobachtet werden. Die Parallelschieferung wird von NW-SE streichenden Falten (Klasse Ic bis II nach Ramsay, 1967) gefaltet. Durch diese F_2 -Deformation erhalten die Gesteine eine in der Regel nach SE einfallende Lineation. Homoaxiale Überfaltung wurde mehrfach beobachtet. Geopetale Gefüge zur eindeutigen Vergenzbestimmung sind nicht vorhanden. In Milorgfjella wurde eine Folge monokliner NE-vergenter, verfalteter und verschuppter Falten beobachtet, die einen Hinweis auf NE-vergenten F_2 -Faltenbau geben. (Abb. 49a). In Glimmerschiefern und Paragneisen wurden nichtzylindrische F_2 -Falten beobachtet.



Abb. 49a: NE-vergenter Falten- und Schuppenbau.
Leabotnen (Milorgfjella)

Die dritte Deformationsphase ist, ausgenommen in Teilen von Milorgfjella (Burasbotnen, Leabotnen, Laudalkammen), mit einer Steilstellung der Schichten verbunden, die das NE-SW verlaufende Generalstreichen des Gebirges bestimmt. Im Verlauf dieser Steilstellung werden NE-SW streichende NW-vergente Falten angelegt. In den flach nach SE bis S einfallenden Serien von Milorgfjella wird diese Deformation vermutlich durch eine flache, N- bis NW-vergente Überschiebungstektonik vertreten.

Während die älteren Überschiebungen mit duktilen Myloniten (Ultramyloniten) verbunden sind, sind die jüngsten Überschiebungen kataklastisch und versetzen postmetamorphe Pegmatite und Dolerite. Letztere besitzen präpermisches Alter, da sie von der präpermischen Landoberfläche abgeschnitten werden.

Zur jüngsten Deformationsphase gehören NE-SW streichende, jedoch SE-vergente, meist relativ offene Falten ($F_{3,1}$), durch welche die älteren F_3 -Falten überfaltet werden. Im Gebiet von Sivorgfjella läßt sich zeigen, daß diese Rückfaltung an Rampenstrukturen gebunden ist, die damit einen indirekten Hinweis auf spätorogene Deckentektonik geben. Diese weitgehend homoxiale, polyphase und mit retrograder Metamorphose zusammenfallende F_3 -Faltung führt insbesondere in Metasedimenten, aber auch in manchen Orthogneisen zu ausgeprägter Stengelbildung. Um eine allochthone Einheit handelt es sich vermutlich auch bei dem Orthoquarzit von Rivenesnuten mit ausgeprägter NE-SW streichender Stengelung. Nach dem Geländebefund ist dieser hochmetamorphe Metaquarzit nur einphasig gefaltet. Im vermutlich tektonischen Verband mit vulkano-sedimentären Gesteinen besitzt dieses Plattformsediment sowohl faziell als auch strukturell eine Sonderstellung und konnte neben den jüngsten Orthogneisen als ein weiterer Hinweis auf einen zweiphasigen orogenen Bewegungsablauf mit einem großen Hiatus gewertet werden. Dies gilt auch für den kontaktmetamorphen Quarzit vom NW-Ende des Scharfenbergbotnen, der ebenfalls nur um NW-SE Achsen gefaltet wurde und aufgrund seiner nur schwach entwickelten transversalen Schieferung und erhaltenen sedimentären Strukturen einer relativ hohen Strukturetage angehören dürfte.

In den nordwestlichen Teilen von Sivorgfjella, etwa im Scharfenbergbotnen beginnend und bis an das Südende von Tottanfjella reichend, wird der NW-Rand des Gebirges von einer 2 bis 3 km breiten Scherzone begleitet. Das dominante Gestein dieser Scherzone sind mylonitische und ultramylonitische Augengneise mit sekundärem Muskovit. Daneben treten Amphibolitmylonite sowie feinkörnige, teilweise gebänderte mylonitische Gneise und Schiefer auf, welche an die beschriebenen Metavulkanite und Metasedimente erinnern. Die Mylonite sind sowohl um die älteren NW-SE streichenden B_2 -Achsen als auch um die jüngeren $B_{3,1}$ -Achsen gefaltet. Das mylonitische Gefüge war bereits zum Zeitpunkt der F_2 -Faltung vorhanden, wird aber im Zuge der F_3 -Faltung weiter ausgeformt (Abb. 49b)

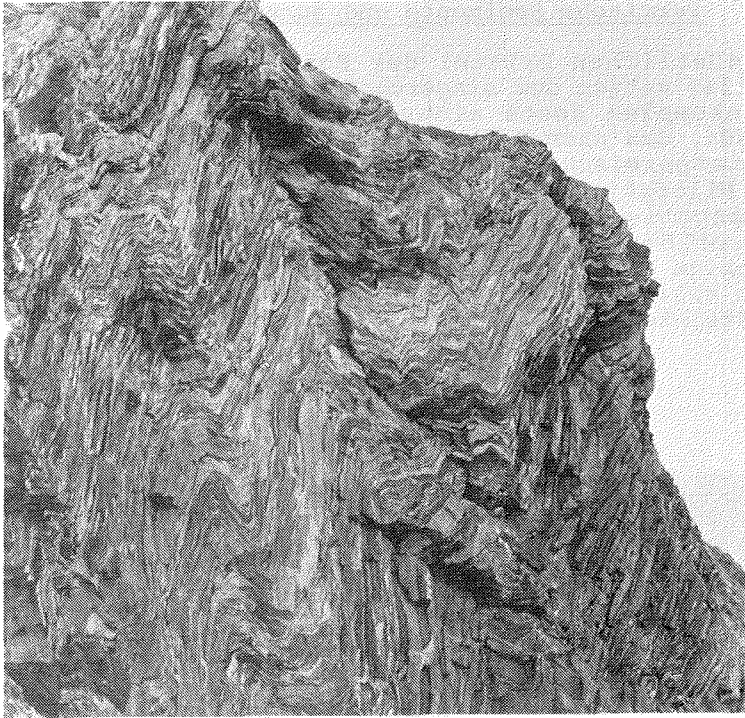


Abb. 49b: Verfaltete Mylonite aus der Mylonitzone von Tottanfjella

Die Scherzone bildet eine breite Grenze zwischen den granulitfaziellen Gesteinen von Tottanfjella und ihrer südöstlichen vulkanosedimentären Bedeckung. Als Meter bis mehrere Hundert Meter mächtige geschonte Körper finden sich in der Scherzone als Schuppen interpretierte, randlich in Mylonite übergehende Augengneise, die teilweise dem granulitische Basement, teilweise der amphibolitfaziellen Umhüllung zugerechnet werden können. Die starke retrograde Überprägung innerhalb dieser Scherzone erschwert jedoch eine solche Zuordnung nur nach dem Geländebefund. Die Scherzone klingt jedoch in den granulitfaziellen Gesteinen von Tottanfjella in einzelnen, nach NW schmaler und seltener werdenden Mylonitzonen aus.

Im Generalstreichen der F_3 -Gefüge zeichnet sich für den Gesamtbereich der Kottas Berge eine nach NW konvexe Bogenstruktur ab mit etwa 40-60 Grad streichenden B_3 -Achsen in Milorgfjella und Sivorgfjella und etwa 20-35 Grad streichenden in Tottanfjella.

Im granulitfaziellen Basement ist eine relativ starke Streuung in der Raumlage der metamorphen s-Flächen zu beobachten mit vorwiegend Streichrichtungen um W-E. Im Bereich jüngerer Scherzonen werden die älteren s-Flächen durch eine NE-SW bis NNE-SSW streichende Schieferung überprägt.

3.2.8 Permische Sedimente und jurassische Dolerite

Im nordöstlichen Drittel der Kottas Berge (Milorgfjella und XU-Fjella) sitzen dem eingerumpften amphibolitfaziellen Kristallinkomplex Reste eines unmetamorphen Deckgebirges auf (Abb. 50), das nach Pflanzenresten bereits von JUCKES (1972) als unterpermisch erkannt wurde. Diese Gesteinsfolge, die von uns in Milorgfjella studiert wurde, ist am Schivestolen etwa 100 m mächtig und baut sich hauptsächlich aus hellen, mittel- bis grobkörnigen Sandsteinen auf. Eingeschaltet in diese grobbankige Sandsteinsfolge sind geringmächtige Lagen mehr oder weniger kohligler Silt- und Tonsteine und ein 30-40 cm mächtiges Steinkohlenflöz.



Abb. 50: Permische Sandsteine mit einem ca. 10 m mächtigen Dolerit-Lagergang vom Schivestolen (Milorgfjella)

Über der permischen, flachwelligen Peneplain, die stellenweise durch die jungen Abtragungsvorgänge wieder freigelegt wurde, beginnt die permische, in ihren unteren Teilen möglicherweise auch oberkarbonische Gesteinsfolge mit einem sehr ungleichkörnigen Sediment, das nach Funden von gekritzten Grobkomponenten als glaziale Bildung angesprochen wurde. Hiermit und mit wieder freigelegten Gletscherschliffen auf der präpermischen Landoberfläche sind Beweise für die permokarbone Vereisung dieser Region Antarktikas gegeben.

Nach Fazies und Fossilfunden ist dieses permische Deckgebirge von Milorgfjella den Sedimenten vom Fossilryggen im nordöstlichen Teil der Kraulberge gleichzusetzen, die von uns während der 1. Neuschwabenlandexpedition 1983 untersucht wurden.

In die generell flach nach SE einfallende permische Sandsteinfolge ist am Schivestolen ein mächtiger (ca. 10 m) Dolerit-Lagergang eingeschaltet, der nach JUCKES (1972) jurassisches Alter besitzt. In Tottanfjella und Mannefallknausane treten, allerdings im präkambrischen Kristallinkomplex, mindestens sieben weitere derartige basische Lagergänge auf, die mindestens 1 m, häufig aber mehrere Meter Mächtigkeit aufweisen. Nach ihrer Petrographie, die keinerlei Anzeichen einer metamorphen Überprägung zeigt, werden sie vorläufig ebenfalls als jurassisch angesehen. Ihr ohne Ausnahme flaches südöstliches und ostsüdöstliches Einfallen weist, zusammen mit dem südöstlichen Einfallen der permischen Deckgebirgsreste, auf jurassische bis postjurassische Bruchschollenbildung und -kipung hin. Mit diesem jurassischen Magmatismus und der jungen Bruchschollentektonik sind nach dem petrographischen Feldbefund und der Raumlage auch einige steile Doleritgänge verknüpft, die in den Kottas Bergen und in Mannefallknausane gefunden und aufgenommen wurden; sie haben Mächtigkeiten im Dezimeter- bis Meterbereich und weisen durchwegs SW-NE bis SSW-NNE-Streichen auf.

Diese wohl mit dem Aufbrechen des Gondwana-Kontinents im Zusammenhang stehenden steilen Doleritgänge sind in Neuschwabenland weit verbreitet. Auffällig ist jedoch, daß sie der Zahl nach offensichtlich von NW nach SW abnehmen: Gegenüber 150 derartigen Gängen in den nördlichen Kraulbergen wurden in Mannefallknausane nur 6 und in den weiter östlich gelegenen, wesentlich zahlreicheren und größeren Aufschlüssen der Kottas Berge nur 5 von ihnen gefunden.

3.2.9 Schlußfolgerungen

In den Kottas Bergen wurde eine vulkano-sedimentäre Gesteinsfolge mit allen für ein Orogen typischen Merkmalen angetroffen; es sind dies

- bei mittleren bis hohen Temperaturen gebildete Granatamphibolite sowie Peridotite und Serpentine in einer Umgebung von retrograd überprägten amphibolitfaziellen Gesteinen,
- polyphase Faltung und alpinotype Deckentektonik,
- mehrphasige plutonische Intrusionen,
- Basement-Cover-Beziehung zwischen einem polyphas geformten granulitfaziellen Basement und einem amphibolitfaziellen vulkano-sedimentären Cover mit Hochdruckmetamorphiten,
- Scherzonentektonik im Grenzbereich zwischen Basement und Cover.

Radiometrische Datierungen sowie für die kommenden Jahre geplante Detailkartierungen sollen zeigen, ob die tektonometamorphe Formung und magmatische Geschichte einer einheitlichen Gebirgsbildung zuzuordnen ist, oder ob zwei zeitlich getrennte orogene Formungen stattgefunden haben: ein älteres, NW-SE streichendes Orogen, überprägt von einer jüngeren, NE-SW streichenden Orogenese. Wir wissen noch nicht, welcher vom antarktischen Kontinent bekannten Gebirgsbildung die Kottas-orogene zugerechnet werden können. Alle Merkmale deuten jedoch darauf hin, daß die Kottas Berge Bestandteil eines vermutlich präkambrischen Orogens sind, das wir bis auf weiteres "Kottas-Orogen" nennen möchten.

Morphologisch besitzen die Kottas Berge den Charakter eines durch glaziale Erosion stark gegliederten Eskarpments. Im nordwestlichen Verlauf der Kottas Berge waren tiefgreifende Bruchstrukturen vermutet worden, die im Lauf des Gondwanazerfalls angelegt wurden und deren Existenz durch die Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen wahrscheinlich gemacht werden konnten. Der Verlauf dieser vermuteten Bruchstrukturen in der Nähe der Kottas Berge wird durch die NE-SE streichenden Strukturen des Kottas-Orogens vorgezeichnet. Die Kottas Berge bilden insgesamt eine große, nach SE geneigte Pultscholle. Zwischen dem östlichen Weddellmeer und den Kottas Bergen ergeben sich für die präjurassische Landoberfläche Höhenunterschiede von ca. 10.000 m (vgl. HINZ et al., dieser Band). Die Häufigkeit jurassischer Gänge, nimmt von den Kottas Bergen über Mannefallknausane zu den Kraulbergen zu und läßt ein Ausklingen des jurassischen Rifting in südöstlicher Richtung vermuten, obgleich wegen der großen Eismächtigkeiten auf der SE-Seite der Kottas Berge und der jurassischen Vulkanite vom Semberget und Björnnutane auch hier noch jurassische Riftstrukturen anzunehmen sind. Insgesamt kann das westliche Neuschwabenland bis in das östliche Weddellmeer hinein als ein durch jurassische Riftprozesse in große Bruchschollen zerlegter Kontinentalrand interpretiert werden.

3.3. Fauna und Flora

In den Kottas Bergen wurden mehrere Brutkolonien von Schneesturmvögeln beobachtet, an denen sich in der Regel auch ein bis zwei Skua-Paare aufhielten. Die meisten Brutplätze fanden sich in Scharfenbergbotnen, einer westlich des Paal nibba, weitere können in Milorgfjella vermutet werden.

In Mannefallknausane wurde ein einzelnes Insekt, vermutlich eine Milbe (ca. 1 mm) beobachtet.

Die bisher aus den Kottas Bergen unbekannte Flora mit 2 Moos- und ca. 10 Flechtenarten wurde mit ca. 40 Probenstellen sowohl regional als auch höhenmäßig zwischen 700 und 2.500 m systematisch beprobt und steht zur botanischen Bearbeitung zur Verfügung.

Flechten fanden sich in jeder besuchten Höhenlage an Stellen, an denen Schmelzwasser durch günstige Sonnenexposition oder auf Klüften zirkulierend zur Verfügung stand. Das Vorhandensein von Schmelzwasser ist somit der wichtigste begrenzende Standortfaktor für die Flora. Ein sehr begünstigender Faktor für das Wachstum und die Verbreitung von Moosen und Flechten ist das große Nährstoffangebot in der Nachbarschaft von Nistplätzen der Schneesturmvögel. Für die Moose sind dies die hauptsächlich Standorte. Die Art des Gesteinssubstrates scheint keinen Einfluß auf die Häufigkeit und Verbreitung von Moosen und Flechten zu haben.

3.4 Reflexionsseismische Arbeiten während der Kottas- Traverse

Die reflexionsseismischen Untersuchungen in den Kottas Bergen wurden von der Forschungsstelle für Physikalische Glaziologie an der Universität Münster vorbereitet und zusammen mit Geophysikern und Technikern des AWI durchgeführt. Sie hatten zum Ziel, neben der Erkundung der Eismächtigkeiten die Struktur der oberen Erdkruste zu bestimmen, um hier Informationen über den tektonischen Aufbau des westlichen Neuschwabenlandes zu ermitteln.

Für die 12-kanaligen Registrierungen wurden Vertikalgeophone ($f_0 = 4,5$ Hz bzw. $f_0 = 7,5$ Hz, Fa. Hall & Sears), z.T. unter Verwendung einer linienförmigen Bündelung mit je 4 Geophonen pro Gruppe ($x = 5$ m) eingesetzt. Für die bis zu 6-fach überdeckenden Messungen (Geophon- und Schußpunktstand: 50 m, maximale Auslagenlänge: 900 m) erfolgte die Anregung der seismischen Energie in der Regel mit Ladungen von 3-5 kg Sprengstoff in 10-40 m tiefen Bohrlöchern. Bei den refraktionsseismischen Untersuchungen betragen die Ladungen bis zu 375 kg. Diese Schüsse wurden ebenfalls reflexionsseismisch registriert. Die Speicherung der seismischen Signale geschah nach analoger Filterung und Verstärkung auf Magnetband in PCM-Format. Zur ersten Beurteilung der Daten diente eine

Monitorabspielung der Feldseismogramme auf lichtempfindlichem Papier. Insgesamt wurden 131 Schüsse auf 3 Profilen mit einer Gesamtlänge von 240 km registriert.

In der Anfangsphase wurde der 12-kanalige Eis-Streamer eingesetzt. Hier sind im Abstand von 18 m Miniaturgeophone ($f_0 = 4,5$ Hz, Fa. Geo Space) in einem zusätzlichen Gehäuse kardinalisch aufgehängt. Das 50-adrige Geophonkabel wurde mit den Geophonkästen über Kabelbinder und Schellen an ein plastikisoliertes (Korrosionsschutz) Drahtseil befestigt und hiermit über längere Strecken gezogen. Das Zugverhalten des Streamers kann als gut betrachtet werden. In Kurven rollt er leicht seitlich über, zieht sich aber auf gerader Strecke eine gute, tiefe Spur in den Firn. Bei Messungen mit 1-3 kg Sprengstoff in ca. 1,5 m tiefen Bohrlöchern zeigte sich, daß Reflexionssignale mit längeren Laufzeiten schon direkt in den Feldabspielungen korrelierbar waren.

Insgesamt weisen alle Feldabspielungen deutlich erkennbare Reflexionssignale von der Eisunterkante und zum großen Teil von Horizonten aus dem oberen Teil der Erdkruste auf. Die Interpretation dieser Daten wird nach der digitalen Datenbearbeitung erfolgen, die erst im Heimatinstitut begonnen werden kann.

3.5 Gletscherkundliche Untersuchungen in den Kottas Bergen

Gletscherkundliche Fragestellungen waren nicht als selbständiges Arbeitsprogramm festgelegt worden. Sie konnten daher nicht systematisch, sondern nur so weit verfolgt werden, als sich neben der Begleitung der geologischen Feldarbeiten dazu Gelegenheit ergab. Die hier zusammengestellten Beobachtungen sind daher notgedrungen bruchstückhaft. Sie zeigen jedoch, daß die Kottas Berge für zukünftige glazialgeologische und glaziologische Untersuchungen ein überaus lohnendes Arbeitsgebiet darstellen.

3.5.1 Glazialgeologisch - morphologische Beobachtungen

Die Kottas Berge sind ein stark glazialerosiv geprägtes Gebirge. In die gegenwärtig eisfreien Felsflächen sind Kare eingetieft, Gipfel und Escarpmentrand sind oft glazial geschliffen und gerundet, woraus sich eine ehemals wesentlich stärkere Vergletscherung ableiten läßt. Wie weit der Escarpmentrand seit seiner Anlage erosiv zurückverlegt wurde, ist ungeklärt. Die Vermutung, daß der Rand ursprünglich etwa an der Verbindungslinie der äußersten vorgelagerten Nunataker gelegen haben dürfte, wird bestärkt durch den seismisch festgestellten, steilen Gebirgsabfall in diesem Bereich.

Im Bereich des Schivestolen ist zwischen Felsuntergrund und hangendem permischen Sandstein eine Ablagerung erhalten, die JUCKES (1972) als eine "untere Einheit" ausgliedert und als

Konglomerat bezeichnet. An einem in der NE-Wand des Schivestolen neu begangenen Aufschluß zeigte schon der Geländebefund an diesem Sediment alle Merkmale einer Grundmoräne (Tillit), die am Probenmaterial im Labor inzwischen bestätigt wurden. Der Tillit liegt geschliffenem Fels auf, die Schrammen der Schliffflächen zeigen eine Fließrichtung des Eises von 160° an. Die neue, nunmehr gesicherte Belegstelle für eine permo-karbone Vereisung ist ein wichtiges Bindeglied zwischen bisher bekannten Nachweisen dieser Art in der Ostantarktis und im südwestlichen Afrika. Sie erscheint bedeutend genug, um eine eingehende stratigraphische und sedimentologische Untersuchung dieser Ablagerungen zu rechtfertigen, wozu das diesmal aufgesammelte Probenmaterial nicht ausreicht.

Die weit verbreiteten Spuren einer "jungen" Vergletscherung, die das Gebirge fast vollständig eingehüllt haben mußte, wurden eingehender verfolgt. Dabei wurden an allen erreichbaren Bergflanken, Graten und Gipfeln die Verbreitung der Erratika kartiert. Die höchstgelegenen Erratikafunde lassen die Rekonstruktion einer Mindesthöhe der ehemaligen Eisstromhöhe zu. Im Bereich des Scharffenbergbotnen war demnach das Ferneis einmal mindestens 230-240 m mächtiger als heute, so daß nur die höchsten Gipfel als kleine Nunataker die Eisoberfläche überragt haben dürften. Ein zweites, 120-130 m über heutigem Eis liegendes Gletscherniveau läßt sich aus der Verbreitung von dichter erratischer Blockstreu und Moränendecken ableiten (Abb. 51a). Alter und Zeitraum dieser Vergletscherung war bisher nicht bestimmbar. Die teilweise intensive Verwitterung der Felsoberflächen läßt die Annahme zu, daß das Gelände schon mehrere Jahrtausende eisfrei ist. Ähnliches Alter wie die auf rund 20.000 Jahre v.h. festgelegte Roß Ice Drift (McMurdo Region) ist denkbar.

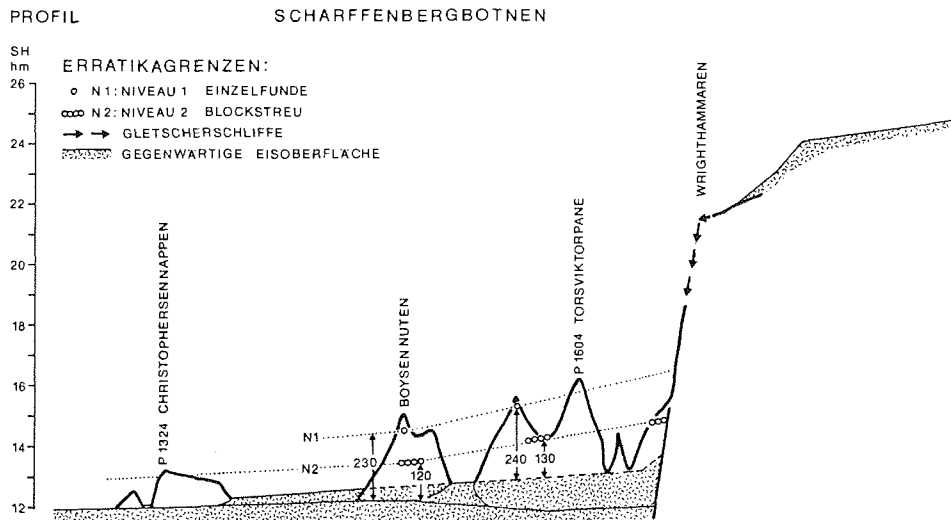


Abb. 51a: Frühere obere Vereisungsgrenzen abgeleitet aus Geländebefunden.

Alle kleinen Lokalgletscher, die an den Bergflanken und in Karnischen ohne Verbindung zum Ferneis liegen, zeigen auffallende Massen- und Flächenverluste an. An einigen Stellen ist an frischen Moränenablagerungen erkennbar, daß auch die Eisströme des abfließenden Inlandeises mehrere Meter eingesunken sind. Moränenschutt und eisfrei gewordene Felsflächen sind flechtenfrei und unverwittert. Daraus läßt sich ableiten, daß die Abnahme der Eismassen eine junge, wohl kaum mehr als einige Dezennien zurückreichende Entwicklung darstellt.

Diese Beobachtung steht im Gegensatz zur Auffassung, nach der der Massenhaushalt des antarktischen Eises gegenwärtig ausgeglichen bis leicht positiv angenommen wird. Angesichts der weltweiten Bedeutung dieser Frage, erschiene eine weitere Verfolgung derselben in den Kottas Bergen reiz- und sinnvoll, wobei der Stellenwert und die räumliche Verbreitung dieser Veränderungen eingehend untersucht werden müßten.

3.5.2 Glaziologische Arbeiten

Die Untersuchungen mit glaziologischer Fragestellung, die die übrigen Arbeiten nicht behindern sollten, wurden überwiegend bei Schlechtwetter und während Ruhepausen durchgeführt. Da wetter- und rastbedingte Pausen eher selten waren, sind die glaziologischen Ergebnisse entsprechend unvollständig und nur als erste Kurzinformation zu werten.

An verschiedenen Stellen wurden Schneeschächte bis 2,5 m Tiefe gegraben und vom Schachtboden aus bis zur Tiefe von 10 m unter Gelände OK Bohrkerne gezogen, so daß jeweils 10 m-Profile zur Verfügung stehen.

Profil-Nr.	Ort	Koordinaten
1	Milorgfjella, Flugpiste	74°16,2'S, 09°52'W, 1400 m SH
2	Tottanfjella, WP 3	74°57,3'S, 13°16'W, 1350 m SH
3	Depot	72°29,6'S, 09°07'W, 981 m SH

Stratigraphie, Dichte und Schneetemperatur für die Profile 1 und 2 sind in Abb. 51b dargestellt. Das Profil 3 (Depot) wurde auf der Rückreise als Blockprofil entnommen, für Dichte- und Schichtaufnahme war die Nacht zu kurz.

Obwohl Dichtewerte in antarktischen Schneeprofilen kein sicheres Kriterium zur Abgrenzung von Jahresablagerungen sind, sieht es so aus, als ob in den beiden Profilen die Jahresakkumulation im Bereich von 100 cm läge, womit hier die Werte deutlich größer wären als im küstennahen Schelfeisbereich. Klarer wird diese Frage nach der 016/018 Analyse der hierfür entnommenen 79 Schneeeproben an den 10 m-Profilen sein.

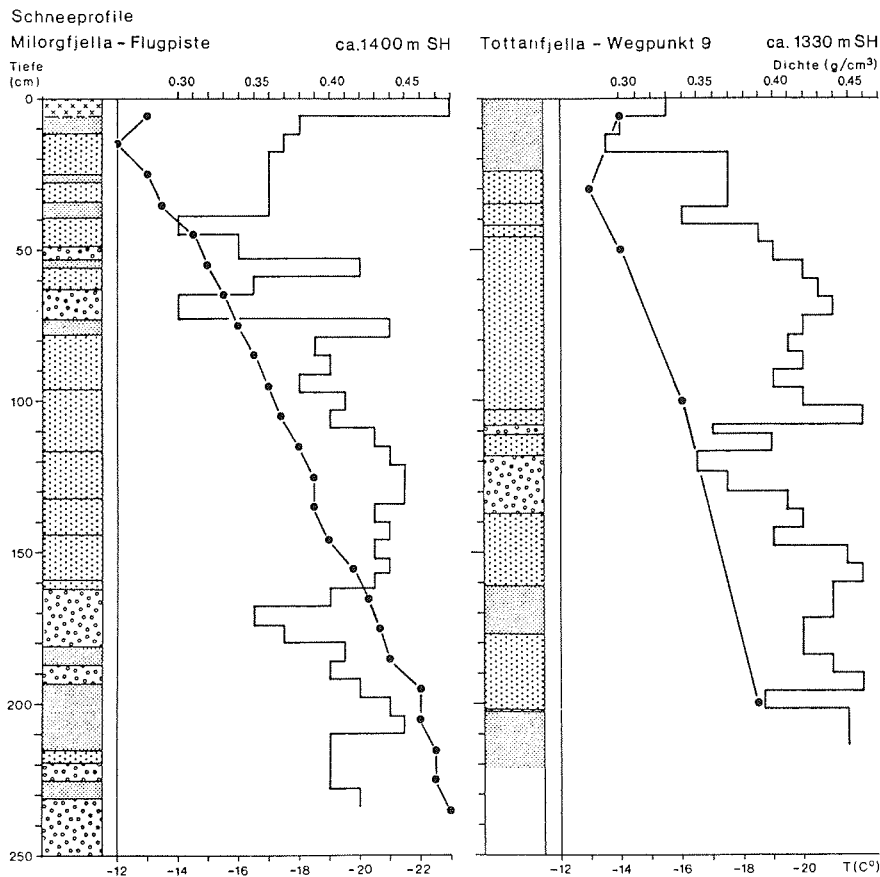


Abb. 51b: Schneeprofile mit Stratigraphie, Dichteverteilung und Schneetemperatur

3.5.3 Ablationsgebiete im Bereich der Kottas Berge

Blankeisflächen im Ausmaß von vielen km² sind am Fuß der Gebirgsstufe weit verbreitet. Da die Temperatur der schnee- und schuttfreien Eisoberflächen auch an den wärmsten und strahlungsreichsten Tagen deutlich unter 0° C blieben (Schnee -12 bis -14° C, Eis -7° bis -10° C), kann die Ablation nicht durch Schmelzung erfolgen. Die direkte Beobachtung zeigte, daß offensichtlich durch topographische Bedingungen verstärkter Wind (Fallwind, Wirbelwind) die Blankeisflächen schneefrei hält. Welche Bedeutung für die Ablation die Verdunstung hat, ist ohne mikroklimatische Messungen nicht zu beurteilen. Steine, Moränenschutt und Felsflächen erwärmen sich durch Strahlungsabsorption jedoch oberflächlich so stark, daß gefallener oder angewehter Schnee schmelzen kann. Das Schmelzwasser friert, sobald es die kalten Blankeisflächen erreicht,

rasch wieder auf. Die dabei in Senken und Hohlformen entstehenden Eisflächen, die wie zugefrorene Tümpel aussehen, stellen in jedem Fall Akkumulationsgebiete von aufgefrorenem Eis dar. Der Moränenschutt auf Eis zeigte in mehreren Aufgrabungen Auftautiefen von 10 bis maximal 25 cm, darunter blieb Schutt und Eis gefroren, was auch die Temperaturmessungen an eingegrabenen Thermometern bestätigen.

Die Schneetemperatur in etwa 10 m Tiefe unter Geländeoberfläche gibt erfahrungsgemäß einen guten Näherungswert für die mittlere Jahrestemperatur. In 4 Bohrlöchern wurden mit Thermistoren die 10 m-Temperatur gemessen. Dabei überrascht der niedrige mittlere Temperaturgradient von $0,63^{\circ}/100$ m, der herkömmlicherweise sonst näher bei einem trockenadiabatischen Gradienten von $1^{\circ}/100$ m angenommen wird. Der für die angenäherten Jahresmitteltemperaturen gefundene Gradient wird jedoch bestätigt durch den Vergleich mit den während der Traverse gemessenen Lufttemperaturen mit zeitgleichen Temperaturwerten der GvN-Station. Aus 92 verwertbaren Temperaturbeobachtungen ergibt sich für Januar - Februar 1986 ein mittlerer Gradient von $0,57^{\circ}/100$ m.

3.6 References ANT-IV/3

- Anderson J.B. (1972): The marine Geology of the Weddell Sea. Diss. submitt to the Depart. of Geology of the Florida State Univ., Contrib. 35, 220 pp.
- Anderson, J.B., (1975): Micropaleontology, 21: 69-96.
- Aucamp A.P.H., Wolmarans L.G. & Neethling D.C. (1970): The Urfell Group, a deformed early Paleozoic sedimentary sequence, Kirwanveggen, western Dronning Maud Land. IN: R.J. Adie (ed.), Antarctic Geology and Geophysics, Universitetsforlaget, Oslo: 557-561
- Augenbaugh N.B., Lounsbury R.W. & Behrendt J.C. (1965): The Littlewood Nunataks, Antarctica. J. Geol. 73 (6): 889-894
- Bandy O.L. and Echols, R.J., (1964): Antarctic Research Series, 1: 73-91.
- Barker P.F. & Burrell J. (1977): The opening of the Drake Passage Marine Geology, 25 : 15 - 34
- Behrendt J.C., Drewry D.J., Jankowsky E. & Grimm M.S. (1980): Aeromagnetic and radio echo sounding measurement show much greater area of the Dufek Intrusion, Antarctica. Science, 209 : 1014 - 1017
- Behrendt J.C. (1983): Are there petroleum resources in Antarctica? USGS Circular 909 : 3 - 24
- Behrendt J.C., Henderson J.R., Meister L. and Rambo W.L. (1974): Geophysical Investigations of the Pensacola Mountains and Adjacent Glacierized Areas of Antarctica Geological Survey Professional Paper 844 United States Government Printing Office, Washington : 1974; 28 pp.
- Bergh H.W. (1977): Mesozoic sea floor off Dronning Maud Land, Antarctica. Nature, 269 : 686 - 687
- Berg H.W. & Barrett D.M. (1980) Agulhas Basin magnetic bight. Nature 287 : 591 - 595
- Cande S.C. & Mutter J.C. (1982): A revised identification of the oldest magnetic anomaly south of Australia. Earth and Planetary Science Letters, 58 : 151 - 160
- Ciesielski P.F. and Jones S.J. (1979): Sediment ages of ARA Islas Orcadas Cruise 12 piston cores: Antarctic Journal of the United States, v. 14 : 148 - 150

- Corliss B.H., (1985): Nature, 314: 435-438.
- Dalziel I.W.D. & Elliott D.H. (1973): The Scotia Arc and Antarctic Margin. In: The Ocean Basins and Margins, eds. A.E.M. Nairn and F.G. Stehli, Vol 1 : 170 - 264
- Dalziel I.W.D. & Elliott D.W. (1982): Westantarctica: problem child of Gondwanaland. Tectonics 1 : 3 - 19
- Dietz R.S. and Sproll W.P. (1970): Fit between Africa and Antarctica: a continental drift reconstruction. Science, v.: 167 : 1612 - 1614
- Drewry D.J. (1983): Antarctica: Glaciological and Geophysical Folio
1. Geology - Antarctic - Atlases
Scott Polar Research Institute, Cambridge
ISBN 0-901021-04-0
- Eittrheim S.L., Cooper A.K. and scientific staff (1984): Marine geological and geophysical investigations of the Antarctic continental margin, 1984
U.S. Geological Survey Circular 935
- Elverhoi A. (1984): Glacigenic and associated marine sediments in the Weddell Sea, Fjords of Spitsbergen and the Barents Sea: A review Marine Geology, 57 : 53 - 88
- Elverhoi A. and Maisey G. (1982): Glacial erosion and morphology of the eastern and southeastern Weddell Sea shelf. In: R.L. Oliver, P.R. James and J.B. Jago (eds.), Antarctic Earth Science. Proc. Fourth Int. Sym. Ant. Earth Science, Adelaide, Australia : 483 - 487
- Elverhoi A. and Roaldset E. (1983): Glaciomarine sediments and suspended particulate matter, Weddell Sea shelf, Antarctica Polar Research 1 n.s. : 1 - 21
- Foldvik A., T. Gammelsrod, and T. Torresen (1985), Hydrographic observations from the Weddell Sea during the Norwegian Antarctic Research Expedition 1976/77. Polar Research 3 n.s. 177-193.
- Foldvik A. and T. Gammelsrod (1985), NARE-85, cruise report, Norsk Polar Institutt, 1985.
- Fofonoff N.P., S.P. Hayes, and P.C. Millard, Jr.(1974), W.H.O.I./Brown CTD Microprofiler: methods of calibration and data handling, WHOI-74-89.

- Fossum B.A., Maisey G.H. & Torsen H.O. (1982): Marine geophysical research in the Weddell Sea during the Norwegian Antarctica Research Expedition 1976/1977. - In: C. Craddock (ed.), Antarctic Geoscience, Univ. of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin : 397 - 404
- Gordon A.L. and La Brecque J.L. (1977): Islas Orcadas cruise 12 : Capetown to Buenos Aires : Antarctic Journal of the United States, v. 12 : 60 - 62
- Grobe H., (1986): Spätpleistozäne Sedimentationsprozesse am antarktischen Kontinentalhang vor Kapp Norvegia, Östliche Weddell See.- Dissertation - Berichte z. Polarforschung.
- Grobe H., (1986a): Sedimentation processes on the antarctic continental margin at Kapp Norvegia during the Late Pleistocene. - Geol. Rundschau 75, 97-104.
- Harrison C.G.A., Barron D.J. and W.W. Hay (1979): Mesozoic evolution of the Antarctic Peninsula and the southern Andes : Geology, v. 7 : 374 - 378
- Haugland K. (1982): Seismic reconnaissance in the Weddell Sea. In: C. Craddock (ed.), Antarctic Geoscience, Univ. of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin : 405 - 413
- Haugland K., Kristoffersen Y., Velde A (1985): Seismic investigations in the Weddell Sea Embayment. Tectonophysics, 114 : 293 - 313
- Hayes D.E. & Frakes L.A. (1975): General synthesis, Deep Sea Drilling Project Leg 28. Init. Rep. Deep Sea Drilling Proj., 28 : 919 - 942; Washington (U.S. Government Print. Off.)
- Herb R., (1971): Antarctic Research Series, 17: 251-300.
- Hill I.A. and Barker P.E. (1980): Evidence for Miocene back-arc spreading in the central Scotia Sea
Geophys. J. Roy. Astron. Soc. London, 63: 427 - 440.
- Hinz K. (1978): Geophysikalische Untersuchungen in Antarktischen Gewässern mit "M.S. EXPLORA". - Meerestechnik, 9, 3: 83 - 87.
- Hinz K. and Krause W. (1982): The continental margin of Queen Maud Land/Antarctica : Seismic sequences, structural elements and geological development. Geol. Jahrb. E 23: 17 - 41.
- Hinz K. & Block M. (1984): Results of geophysical investigations in the Weddell Sea and in the Ross Sea, Antarctica. Proc. 11th World Pet. Congr., London, 1983 - Wiley, New York: 279 - 291.

- Hinz K. & Willcox J.B. (1985): Seismic stratigraphy
 In: Hinz K., Report on R.V. SONNE cruise SO-36, Geophysical, geological and geochemical studies off West Tasmania and on the Tasman Rise, 13th March - 12th May 1985.
- Jankowski E.J. (1983), Drewry D.J. & Behrendt J.C. (1983):
 Magnetic studies of upper crustal structure in West Antarctica and the boundary with East Antarctica. In: R.L. Oliver, P.R. James & J.B. Jago (eds.), Antarctic Earth Science, Australian Academy of Science, Canberra: 197-203.
- Johnson G.L. and Vanney J.R. (1981): Antarctic bathymetry.
 Canadian Hydrographic Office. GEBCO sheet 5.18.
- Kamenev E.N. and Ivanov V.L. (1983): Structure and outline of geologic history of the southern Weddell Sea Basin. In: R.L. Oliver, P.R. James and J.B. Jago (eds.), Antarctic Earth Science, Australian Academy of Science, Canberra: 194 - 196.
- Kaminuma, K. (1976): Seismicity in Antarctica J. Phys. Earth, 24: 381 - 395.
- Kennett J.P. (1980): Paleooceanographic evolution of the southern ocean during the Cenozoic, and Cenozoic microfossil datums. - Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology, 31: 123 - 152.
- Kennett J.P., Houtz R.E. et al. (1974): Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Vol. 29, Washington (U.S. government Printing Office), 1197p.
- Houtz R.E., Andrews P.B., Edwards A.R., Gostin V.A., Hajos M., Hampton M., Jenkins D.G., Margolis S.W., Owenshine A.T. & Perch-Nielsen K. (1975): Cenozoic paleoceanography in the southwest Pacific Ocean, Antarctic glaciation and the development of the Circum-Antarctic Current. - In: Kennett J.P., Houtz R.E. et al.: Init. Rep. Deep Sea Drilling Proj., 29: 1155 - 1169; Washington (U.S. Government Print. Off.).
- LaBrecque J.L., Amos A., Anderson J., Baker T. & Norton I.O. (1978): ISLAS ORCADAS CRUISE 1978 - A multidisciplinary study of the Weddell Sea and Dronning Maud Margin. - L-DGO contribution; Palisades N.Y. - (Unpubl.).
- LaBrecque J.L. and Barker P. (1981): Age of the Weddell Sea Basin Nature, v. 290, no. 5806: 489 - 492.
- Leutenegger S. and Hansen, H.J., (1979): Marine Biology, 54: 11-16.

- Maisey G.H. (1980): Schallow seismic profiling on the south eastern Weddell Sea continental margin. - Pap. Meet. Norwegian Petroleum Directorate, February 21-22, 1980.
- Masolov V.N. (1980): Structure of the magnetically active basement of the southeastern part of the Weddell Sea basin. In: Geophysical Investigations in Antarctica. NIIGA, Leningrad: 16-28.
- Masolov V.N. (1980): Stroenie magnitoaktivnogo fundamenta jugo-vostocnoj casti bassejna morja Ueddella. Geofiziceskie issledovdnija v Antarktide. Naucno - Issledovatel'skij Institut Geologii Arktide (NIIGA): 14-28.
- Masolov V.N., Kurinin R.G. & Grikurov G.E. (1980): Crustal structure and tectonic significance of Antarctic rift zones. Fifth International Gondwana Symposium, Wellington, New Zealand, II-16 February, 1980.
- Mutter J.C., Talwani M., and Stoffa P.L. (1982): Origin of seawarddipping reflectors in oceanic crust off the Norwegian margin by "sub-aerial seafloor spreading". *Geology*, 10, 353-357.
- Mutter J.C., Talwani M. & Stoffa P.L. (1981): Origin of seaward-dipping reflectors in oceanic crust off the Norwegian Margin by "sub-aerial seafloor spreading". *Geology*. - [In press].
- Neethling D.C. (1970): Age and correlation of the Ritscher Supergroup and other Precambrian rock units, Dronning Maud Land. In: R.J. Adie (ed.), *Antarctic Geology and Geophysics*, Universitetsforlaget, Oslo: 547 -556.
- Norton & Sclater (1979): A model for the evolution of the Indian Ocean and the break up of Gondwanaland. - *J. geophys. Res.*, 84, 12: 6803-6830.
- Okuda Y., Yamazaki T., Sato S., Saki T., Oikawa N. (1983): Framework of the Weddell Basin inferred from the new geophysical and geological data. Reprint of the National Institute of Polar Research, Tokyo, October 1983.
- Orheim O. (1977): Preliminary report of the 1976/77 Norwegian Antarctic Research Expedition - Reprint from Norsk Polar-institutt Arbok 1976, Oslo 1977: 327-332.
- Orheim O. and Elverhoi A. (1981): Model for submarine glacial depositon. *Annals, Glaciology*, 2: 249-253.
- Palmason G. (1973): Kinematics and heat flow in a volcanic rift zone, with application to Iceland. - *Geophys. J. roy. astr.Soc.*, 33: 451-480.

- Palmason G. & Saemundsson K. (1974): Iceland in relation to the Mid-Atlantic Ridge. - Annual Rev. Earth and planet. Sci., 2: 25-50.
- Pefrik G.V., Sergejec N., Kogan A.R., Vasiljev V.P. (1983): Deep seismic investigation in the western Antarctic Geologia i Geofisica no. 9: 110-118.
- Pieper D.J.W. & Brisco C.D. (1975): Deep-water continental margin sedimentation, DSDP, Leg 28, Antarctica. - Init. Rep. Deep Sea Drilling Proj., 28: 727-756; Washington (U.S. Government Print. Off.)
- Pittman III W.C. (1978) Relationship between eustacy and stratigraphic sequences of passive margins. -Bull.geol.Soc.Amer., 89, 80911: 1389-1403
- Powell C.M., Johnson B.D. & Veevers J.J. (1980): A revised fit of East and West Gondwanaland. - Tectonophysics, 68, 1-4: 13-29.
- Quilty P.G. (1977): Cenozoic sedimentation cycles in Western Australia. - Geology, 5: 336-340.
- Rex D.C., and Tanner P.W.G. (1982): Precambrian age for gneisses at Cape Meredith in the Falkland Islands. In: Craddock C. (ed.): Antarctic Geoscience: Madison, Wisconsin, University of Wisconsin Press: 107- 108.
- Richardson B.A. & Tucholke B.E. (1981): Petrography and implications of continental rocks from the Agulhas Plateau, southwest Indian Ocean. - Geology, 9: 463-468.
- Roberts D.G., Montadert L. & Searle R.C. (1979): The Western Rockall Plateau: Stratigraphy and structural evolution. - In: Montadert L., Roberts D.G. et al.: Init.Rep.Deep Sea Drilling Proj., 48: 1061-1088 ; Washington D.C. (U.S. Government Print. Off.).
- Robin et al. (1983): Regime of the Filchner-Ronne ice shelves, Antarctica; NATURE vol. 302 1983.
- Roqueplo C. (1982): Seismic stratigraphy of the east continental shelf off the Weddell Sea, Antarctic (Master's thesis): Houston, Texas, Rice University.
- Sarnthein, M.; Erlenkeuser, H.; Grafenstein, R.v. & Schröder, C. (1984): Stable isotope stratigraphy for the last 750 000 years: "Meteor" Forsch.-Ergebn., Reihe C, 38:9-24.

- Savage M.L. and Ciesielski P.F. (1983): A revised history of glacial sedimentation in the Ross Sea region. In: R.L. Oliver, P.R. James, and J.B. Jago (eds.), Antarctic Earth Science. Proc. IV Int. Symp. Antarctic Earth Sci.: 553-560.
- Schmidt D.L., and Ford A.B. (1969): Geologic map of Antarctica - Pensacola and Thiel Mountains. In: Bushnell, and Craddock (eds.), Geologic maps of Antarctica 1969-70: Am.Geo.Soc. Antarctic Map Folio Ser. 12, pl.5.
- Shackleton N.J. & Kennett J.P. (1975): Late Cenozoic oxygen and carbon isotopic changes at DSDP site 284: implications for glacial history of the Northern Hemisphere and Antarctica. - In: Kennett J.P., Houtz R.E. et al.: Init. Rep. Deep. Sea Drilling Proj., 29: 801-807; Washington (U.S. Government Print. Off.).
- Siesser W.G. & Dingle R.V. (1981): Tertiary sea-level movements around southern Africa. - J. Geology, 81: 83-96.
- Smith G. & Hallam A. (1970): The fit of the Southern Continents. - Nature, 225: 139 - 144.
- Spieß V. (1985): Analyse und Interpretation zwei- und dreidimensionaler Anomalien. Berichte des Instituts für Geophysik der Ruhr-Universität Bochum, Reihe A, Nr. 17, 170 S.
- Splettstoesser J.F. (1977): Offshore development for oil and gas in Antarctica. - 4th intern. Conf. Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions, Univ. of Newfoundland Mem.: 1-10.
- Talwani M. & Udintsev G. (1976): Tectonic synthesis. - In: Talwani M., Udintsev G. et al.: Init. Rep. Deep. Sea Drill. Proj., 88: 1213-1242; Washington D.C. (U.S. Government Print. Off.).
- Talwani M., Worzel J. & Landisman M. (1959): Rapid gravity computations for two-dimensional bodies with application. - J. Geophys. Res., 64: 49-59.
- Tarling D.H. (1972): Another Gondwanaland. - Nature, 238: 92-93.
- Tessensohn, F. (1979): Passiv "Gondwanische" und aktive "Pazifische" Tektonik der Antarktischen Platte. - Clausth. geol. Abh., 30: 164 - 191.
- Tucholke B.E., Houtz R.E. & Barrett D.M. (1981): Continental crust beneath the Agulhas Plateau, southwest Indian Ocean. - J. geophys. Research, 86: 3791-3806.

- Vail P.R. & Hardenbol J. (1979): Sea-level changes during the Tertiary. - *Oceanus* 22, 3: 71-79.
- Vail P.R., Mitchum R.M., Shipley T.H. & Buffler R.T. (1980): Unconformities of the North Atlantic. - *Phil. Trans. roy. Soc. Lond.*, A294: 137 - 155.
- Vail P.R., Mitchum R.M., Todd jr. R.G., Widmier J.M., Thompson-III S., Sangree J.B., Bubb J.N. & Natlelid W.G. (1977): Seismic stratigraphy - application to hydrocarbon exploration. - *Mem. Assoc. amer. Petrol. Geol.*, 26: 49-212.
- Walker G.P.L. (1960): Zeolite zones and dyke distribution in relation to the structure of the basalts in eastern Iceland. - *J. Geol.*, 68: 515 - 528.
- Weissel J.K., Hayes D.E. & Herron E.M. (1977): Plate tectonics synthesis: the displacement between Australia, New Zealand, and Antarctica since the Late Cretaceous. - *Marine Geology*, 25: 231 - 277.
- Williams P.L. (1969): Petrology of upper Precambrian and Paleozoic sandstones in the Pensacola Mountains, Antarctica: *Jour. Sed. Petrology*, v. 39, no. 4: 1455-1465.
- Wright N.A. & Williams (1974): Mineral resources of Antarctica. - *U.S. geol. Surv. Circular*, 705: 1-29.

II Fahrtabschnitt ANT-IV/4 (Kapstadt - Punta Arenas)

4 Zusammenfassung und Fahrtverlauf (K.-P. Koltermann)

FS Polarstern verließ Kapstadt am 18.3.1986 um 09.00 Uhr Ortszeit zum Abschnitt ANT-IV/4 Richtung Südwest-Indischer-Rücken (Abb. 52). Am 20.3.86 wurde mit der CTD-Station 500 der hydrographisch/geologische Schnitt aus dem Agulhas-Becken über den Südwest-Indischen Rücken und durch das Weddellmeer zum Maud Rise begonnen. Bei langer, hoher Dünung und der späten Jahreszeit entsprechenden kräftigen Winden wurde der Schnitt, mit geophysikalischen Messungen auf den Passagen, bis zum 24.3.86 fortgesetzt. Nach einer nächtlichen Vermessung des Gebietes mit SEABEAM konnte am 25.3. mit den kleinräumigen Dredge-Arbeiten in den Bruchzonen und 'rift valleys' des Rückensystems begonnen werden. Schwere See und schlechte Bodenechos des "pingers" erschwerten die Arbeiten. Die Dredge-Arbeiten entlang der Bruchzone, unterbrochen von hydrographischen und geologischen Stationen, dauerten bis zum 31.3.1986. Eine kurzzeitige Wetterverbesserung zusammen mit wolkenlosem Himmel beflügelten die Arbeiten aller Gruppen, der Ostermontag kündigte sich mit dem ersten Tafeleisberg an. Unser Begleiter während vieler sternklarer Nächte, der Komet Halley, verblaßte und konnte auch mit viel Mühe nicht mehr identifiziert werden.

Mit dem Übergang in die Tiefsee-Ebene des Weddellmeeres nahmen die Eindringtiefen des Schwerelots deutlich zu (Sta. 535), während bei Wassertiefen von mehr als 5000 m die Entnahme bodennaher Wasserpoblen, etwa für Radon-Untersuchungen, durch das schlechte bis fehlende pinger-Echo erschwert wurde. Mit wechselndem Geräte-Einsatz, eng koordiniert zwischen den geologischen und ozeanographischen Gruppen, wurde weiter nach Süden gearbeitet; am 8.4.86 wurde der antarktische Polarkreis erreicht. Am nächsten Morgen konnte nach einer nächtlichen SEABEAM-Vermessung die erste Verankerung MAUD (2) zwischen Maud-Rise und Astrid-Rücken in der Lazarev-See zügig ausgelegt werden. Bis zu diesem südlichsten Punkt hatten wir außer Tafeleisbergen trotz der fortgeschrittenen Jahreszeit kein Eis angetroffen. Nachts wurde, während das Schiff mit geologischem Programm zur nächsten Position verholte, die Verankerung MAUD(4) vorbereitet. Sie konnte 20 sm westlich der Sollposition ausgelegt werden, da auf der vorgesehenen Position ungeeignete Tiefenverhältnisse angetroffen wurden. Bei den geologischen Arbeiten an der Westflanke des Maud Rise ging am 12.4.86 bei schwerer See das Kolbenlot durch Materialfehler verloren. Am 13.4.86 wurde die Verankerung MAUD(1) auf schwieriger Topographie ausgelegt. Da sie nicht genau plaziert werden konnte, wurde sie am 14.4.86 wieder aufgenommen. Eine

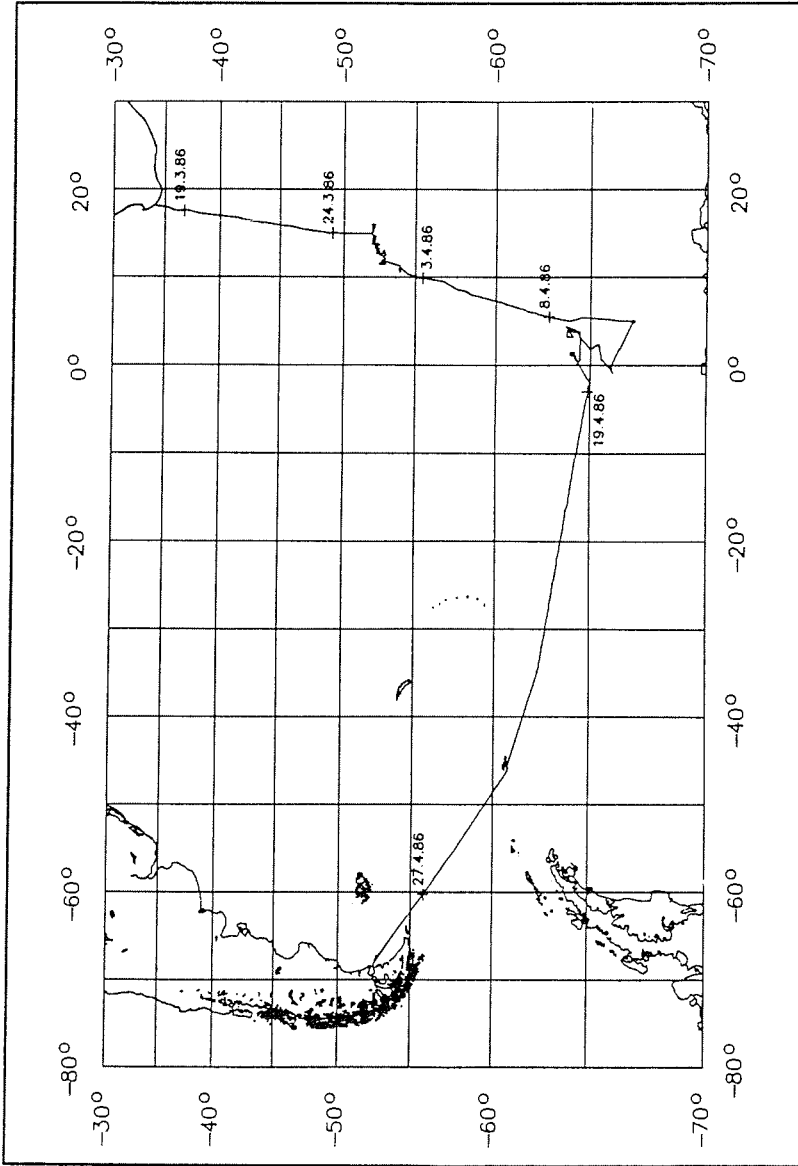


Abb. 52: Gesamtübersicht der Fahrtroute von FS "Polarstern" während der Expedition ANT-IV/4 Kapstadt - Punta Arenas

Wetterverschlechterung mit Windgeschwindigkeiten bis 50 kn verschob auch die anschließende Wiederauslegung. Die nächste Gelegenheit mit weniger Wind wurde trotz der hohen Dünung am 16.4.86 genutzt, um die Verankerung MAUD (3) auszulegen. MAUD (1) konnte dann am 17.4.86 am Nordhang des Maud Rise auf eine Terrasse mit 3750 m Tiefe ausgebracht werden. Mit dem in-zwischen eingefahrenen Wechsel zwischen geologischen und ozeanographischen Arbeiten wurde während der Nacht die letzte Verankerungsposition auf Maud Rise angelaufen; während des 18.4.86 konnte MAUD (5) auf 5160 m Tiefe ausgelegt werden. Bis in den Abend dauerten die weiteren Stationsarbeiten bei Lufttemperaturen um -6 °C und sehr trockener Luft.

Um 22.00 Uhr verließ Polarstern das Gebiet des Maud Rise und versegelte durch ein dichtes Feld von kleineren Eisbergen in Richtung der Verankerung auf 62° 26.5' S und 34° 45.5' W. Über Funk verabschiedete sich das Schiff und die Eingeschiffen von der Georg-von-Neumayer-Station, die während unseres Aufenthaltes im Arbeitsgebiet ständig informiert worden war. Die Passage wurde von allen Gruppen genutzt, um nach den Wochen intensiven wissenschaftlichen Programms Unterlagen, Daten und Proben zu ordnen und zu sichten. In kurzen Vorträgen berichteten die Teilnehmer über erste Resultate.

Am 22.4. begann morgens die Aufnahme der Sedimentfallen-Verankerung inmitten einiger Eisberge. Die Verankerung konnte im 4. Anlauf ausgelöst werden und tauchte zwischen zwei Eisbergen auf. Bei Lufttemperaturen um -18°C wurden die Arbeiten an Deck durch sofort gefrierendes Wasser erschwert. Nach über 9 Stunden war die Verankerung dann an Deck und das Schiff konnte Richtung Signy Island ablaufen. Kapitän und Fahrtleiter entschlossen sich nach einer kritischen Abschätzung des vor uns liegenden Fahrtabschnittes, mit der nur geringfügig nördlich unseres Weges liegenden britischen Station Signy Kontakt aufzunehmen. Bei dichtem Nebel besuchten am 24.4.1986 die 13 Mann Besatzung der Station Polarstern und die Schiffsbesatzung machte anschließend einen Gegenbesuch auf der Station und der Insel. Die britische Besatzung war besonders von dem Besuch des FS Polarstern angetan, da sie bereits im Februar abgesetzt worden war, und das nächste Schiff planmäßig erst im November 1986 erwartet wurde. Unsere Eisbeobachtungen und die Information über die Lage der Meereisgrenze wurden von der Besatzung interessiert aufgenommen, da sie danach ihre eigenen Arbeiten besser planen konnten. Am Nachmittag verließ das Schiff den Sund vor Signy und setzte seine Reise durch einige polnische und russische Fischereiflotten Richtung Magellan-Strasse fort. Die Reise durch die Drake-Passage ging zügig vonstatten, da bei dichtem Nebel nur wenig Wind herrschte. Östlich Feuerland briste der Wind dann doch noch auf. Bei Geschwindigkeiten um 65 kn und Wassertiefen von weniger als 100 m entwickelte sich schnell ein unangenehmer Seegang, der uns einen kleinen Eindruck von den sonst ortsüblichen Verhält-

nissen gab. In der Magellan-Strasse brachte der Seelotse für Punta Arenas die langersehnte Post mit, so daß einige die nächtliche Fahrt mit 17 kn bei mitlaufendem Strom durch die Bohrinselfen verpaßten. Am 29. 4. 1986 ging "Polarstern" um 02.30 Uhr planmäßig auf der Reede von Punta Arenas vor Anker. Im Laufe des Vormittags verließen alle Eingeschiffen das Schiff, die wissenschaftliche Ladung wurde gelöscht und abends traten die meisten den Heimflug an.

Der Abschnitt ANT-IV/4 gab die seltene Gelegenheit, in den antarktischen Gewässern ohne die Sachzwänge der Versorgungsaufgaben für die Station zu arbeiten. Daher konnten auch in Gebieten außerhalb der normalen Routen Aufgaben wahrgenommen werden. Die Mischung von geologischen und ozeanographischen Programmen hat sich gut bewährt, wenn auch durch die aufwendige Decksarbeit bei schlechtem Wetter häufig die Grenzen der Leistungsfähigkeit in Sicht kamen. Trotzdem konnten alle Programmpunkte zu voller Zufriedenheit erledigt werden.

4.1 Wissenschaftliche Arbeiten

Die wissenschaftlichen Arbeiten dieses Abschnittes gliedern sich in zwei Themenschwerpunkte. Dies sind ozeanographische Untersuchungen mit Beiträgen zur großräumigen Hydrographie des Weddellmeeres und zur Umströmung des Maud Rise sowie geologische und geophysikalische Untersuchungen im Bereich des Südwest-Indischen Rücken und im Weddellmeer, um anhand der Zusammensetzung der Sedimente und mariner Fossilgemeinschaften Rückschlüsse auf ozeanographische und klimatologische Bedingungen in geologischer Zeit zu gewinnen. Zusätzlich wurde der Südwest-Indische Rücken intensiv beprobt und geophysikalisch kartiert, um einen genaueren Einblick in den Aufbau der Bruchzonen in diesem noch aktiven mittelozeanischen Rücken zu bekommen.

Im ersten Schwerpunkt wurde mit einem Nord-Südschnitt durch den Rezirkulationsteil des Weddell-Wirbels zwischen 50°S und dem Maud Rise mit hochauflösenden CTD-Profilen, Wasserproben für die Bestimmung von Sauerstoff, Nährsalzen, den Helium-Isotopen ³He und ⁴He sowie bodennahen ²²⁶Ra-Profilen ein wichtiger Beitrag zur Herkunft der Wassermassen, ihrer großräumigen Vermischungsprozesse und mögliche Verbindungswege zwischen den einzelnen Tiefsee-Becken erzielt. Zusammen mit dem 1984 von RV Knorr bearbeiteten Schnitt entlang 0° (TAMU, 1985) lassen sich so wichtige Aussagen über die großräumigen Gradienten der einzelnen hydrographischen Parameter machen. Diese ermöglichen eine Abschätzung des Austausches zwischen den Agulhas-, Enderby und Weddell Becken.

Für das im Australwinter 1986 geplante Winter-Weddell-See-Projekt wurden im Bereich des Maud Rise fünf Verankerungen mit Strommessern und Thermistorketten ausgelegt. Mit ihnen sollen für verschiedene horizontale und vertikale Skalen die middle-

ren und Fluktuationsanteile des Geschwindigkeits- und des Temperaturfeldes bestimmt werden. Zusammen mit dem Massensfeld, das während des Winter-Experiments erfaßt wird, sollen daraus der Energiehaushalt, der Übergang von potentieller zu kinetischer Energie und die für den Wärmetransport wichtigen dynamischen Größen bestimmt werden. Die Positionen wurden so ausgewählt, daß neben der Abdeckung unterschiedlicher räumlicher Skalen das Geschwindigkeitsprofil in Stromluf und in Stromlee des Maud Rise sowie im kalten und im warmen Sektor des Rezirkulationsbereiches des Weddell-Wirbels erfaßt wird.

Im zweiten Schwerpunkt konzentrieren sich die marin-geologischen Arbeiten auf dem Schnitt und im Bereich des Maud Rise auf die Probenahme und erste Analysen ungestörter Oberflächensedimente und Sedimentkerne, die mit Großkastengreifer, Schwerelot und Kolbenlot gewonnen wurden. Auch hier war die freie Verfügbarkeit des FS Polarstern von großem Wert, da bislang nur wenige Proben vorlagen und jetzt während einer Reise ein in sich abgerundetes Programm abgeschlossen werden konnte.

4.1.1 Verankerungsarbeiten (K. P. Koltermann, G. Becker, H. Giese)

Zur Erfassung des Strömungs- und des Temperaturfeldes und ihrer zeitlichen Schwankungen während des nachfolgenden Winter-Weddell-See-Experiment 1986 wurden auf diesem Abschnitt fünf Verankerungen im Gebiet des Maud Rise auf Tiefen bis zu 5300 m ausgelegt. Dazu wurden in jeder Verankerung bis zu 6 Strommesser vom Typ Aanderaa RCM-4 und RCM-5 und auf den tiefsten Meßpositionen jeweils ein akustischer Strommesser vom Typ Neil Brown ACM-2 verwendet. In drei Verankerungen wurden jeweils 2 Thermistorketten im Tiefenbereich des Warmen Tiefenwassers WDW von insgesamt 300 m Länge eingebaut, um die Temperatur- und Mächtigkeitsschwankungen des WDW zu erfassen. Der Hauptauftrieb in jeder Verankerung wurde in 300-400 m Tiefe konzentriert, um die Verlustgefahr bei einer Kollision mit Eisbergen zu vermindern. Der darüber befindliche Teil der Verankerungen in der wichtigen oberflächennahen Schicht wurde von Auftrieb in 30-50 m Tiefe getragen. Um das dynamische Verhalten der Verankerungen während der Meßphase zu überprüfen, wurden jeweils in 100 und in 1000 m Tiefe zusätzlich Drucksensoren eingesetzt. Jede Verankerung war aus Sicherheitsgründen mit je einem akustischen Auslöser vom Typ Oceano und vom Typ Benthos bestückt.

Die Positionen der Verankerungen (Abb.53) sowie die genauen Angaben zu den Geräteeinsätzen finden sich im Stationsverzeichnis (4.6).

Entgegen der ursprünglichen Planung wurden alle Verankerungen bereits im Dezember 1986 von FS Polarstern vollständig aufgenommen. Die Aufbereitung der 40 Zeitserien hat begonnen.

4.1.2 Hydrographische Arbeiten (G. Becker,
K. P. Koltermann)

Für das hydrographische Meßprogramm wurden CTD, eine 24 x 2.5-l-Rosette und XBT eingesetzt. Für die Salzgehaltskali-
brierung wurden aus allen Wasserproben an Bord mit einem
Laborsalinometer die Salzgehalte bestimmt.

Insgesamt wurden 29 CTD-Profile bis zum Boden aufgezeichnet
und während des Hievens etwa 730 Wasserproben genommen. 122
XBT wurden zwischen den CTD-Stationen und besonders auf den
Dampfstrecken auf dem Maud Rise eingesetzt und die Temperatur-
profile bis ca. 900 m aufgezeichnet.

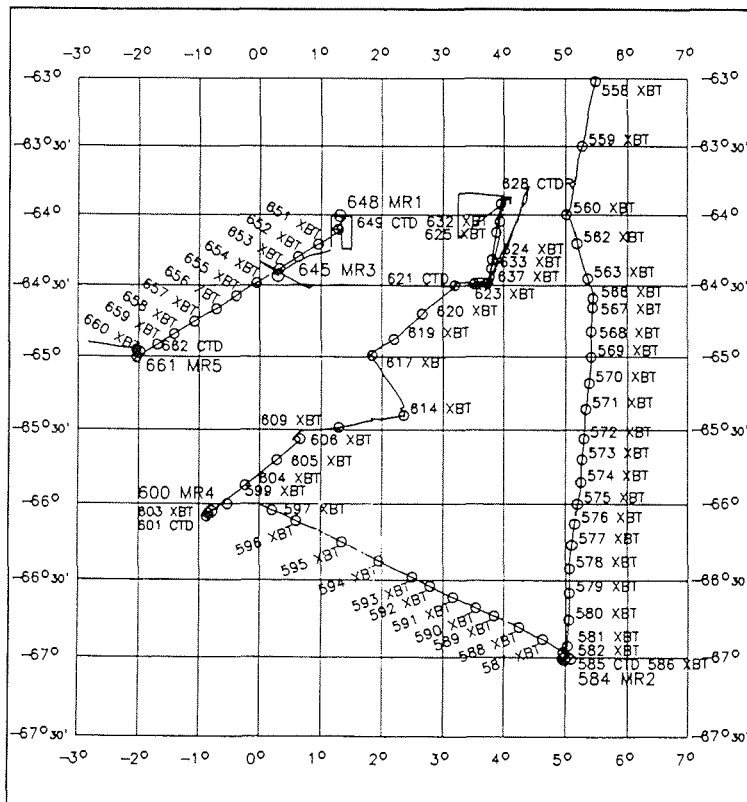


Abb. 53: Hydrographische Stationen und Verankerungspositionen
am Maud Rise

Während anfangs das DHI-CTD-System (NBIS mit 24er GO-Rosette) hervorragend arbeitete, mußte nach zweimaliger Grundberührung bei schwerem Wetter und Ausfall des Leitfähigkeitssensors das AWI-System eingesetzt werden. Dazu wurden ein neuer Leitfähigkeitssensor mit entsprechender Elektronik-Platine in das AWI-Unterwasserteil eingebaut und dieses mit der 24er DHI-Rosette kombiniert. So konnten wegen der Zeitknappheit sowohl Radon- wie auch Nährstoffprofile während eines Einsatzes gewonnen werden.

Alle Wasserproben wurden auf Salzgehalt und von der NIOZ-Gruppe auf Nährstoffe analysiert. Die Nachmessungen der Salzgehaltsproben aus Doppelproben zeigten, daß sowohl das CTD-Gerät als auch das Salinometer in hervorragendem Zustand waren. Die mittleren Abweichungen zwischen 2 x 24 unabhängigen Proben betragen nach einer Woche $7 \cdot 10^{-4}$ im PSS78 mit einer maximalen Differenz von $2 \cdot 10^{-3}$.

Erhebliche Probleme traten mit dem Einleiterkabel bzw. der Verbindung Einleiterkabel-CTD-Stecker auf, da der Einleiterdraht Kinken schlug, die nicht ausdrehten. Zusätzliche Gewichte am Rosettenrahmen, neue Stecker und eine Wetterberuhigung beendeten dieses zeitaufwendige Intermezzo.

4.1.2.1 Nährstoffe (A.J. van Bennekom, G.W. Berger, R.T.P. de Vries)

Dissolved O₂, NO₃, NO₂, PO₄ and H₄SiO₄ were determined at 24 stations for usually 24 depth levels. At selected stations also NH₄ and dissolved Al were determined. The latter caused difficulties because of contamination of the atmosphere in the labs. For Al levels of 3-9 nM were hardly above detection limits of 2-4 nM.

The data set shows a number of interesting details, e.g. alternating maxima and minima of NO₃ and PO₄ in the layers of NADW and AAIW in the Agulhas Basin, while Si-O-relationships indicate that the Shaka and Dingaon Fracture Zones form a short-cut of minor importance between the bottom waters of the Agulhas and Enderby basins.

Description of gradients near the sediment/water interface was carried out as follows: At 6 stations profiles of Rn-222 in the lowermost 100 m were analyzed. A preliminary interpretation of the data shows that near-bottom vertical exchange is higher near Maud Rise than in the Enderby Basin and in the Weddell Sea.

4.1.3 Al-Si Dynamik (A.J. van Bennekom, R.T.P. de Vries)

At 6 stations, nutrients and dissolved Al were analyzed in pore waters of the upper 25 cm of sediments obtained with a box corer. Unfortunately this instrument did not work in rough seas at depths greater than about 4000 m. To overcome this difficulty, a small gravity corer, assembled by the engineers onboard, was hung below the rosette frame during some CTD casts. This resulted in 3 additional pore water profiles. An important advantage of the gravity corer was that the water above the sediment has silicate concentrations about equal to those in bottom water, while the water siphoned off the box core rather resembled surface water. The distortion of the sediment surface during hauling and handling of the box corer casts serious doubts on the reliability of pore water gradients in the upper 3 cm of box core samples. Concentrations of PO_4 , NO_3 and NH_4 were only slightly higher than in the bottom water, indicating very low amounts of organic matter in the sediments and/or very low mineralization rates. Approximately constant levels of dissolved silica, ranging from 200 to 700 μm in different cores, were reached at 3-5 cm below the sediment surface. The highest values were found in the Agulhas Basin and near Maud Rise and the lowest at the one station carried out in the Weddell Sea. Dissolved Al in pore Waters was relatively low, 20-80 μm .

4.2 Marin-geologische Untersuchungen

Die marin-geologischen Untersuchungen konzentrierten sich

- a) auf einen Schnitt, der vom Agulhas-Becken über den SW-Indischen Tiefseerücken hinweg bis in das Weddell Becken reicht,
- b) auf den Bereich des Maud Rises.

Ziel war es, mit Hilfe des Großkastengreifers (GKG), des Schwerelotes (SL) oder des Kolbenlotes (KOL) ungestörte Oberflächensedimente bzw. Sedimentkerne zu gewinnen, an denen sich ein Beitrag zur Klima- und Umweltgeschichte des antarktischen Raumes erarbeiten läßt.

4.2.1 Wissenschaftliche Fragestellung (A. Abelmann, R. Gersonde, F. Westall)

An Hand des Sedimentkernmaterials aus dem Profil Agulhas-Becken - Weddell-Becken soll gestützt auf Faziesanalysen die Lage der Polarfront und ihre Veränderung in geologischer Zeit rekonstruiert werden. Damit ergibt sich ein Hinweis auf Größe und Verbreitung des klimatologisch wichtigen zirkumantarktischen Kaltwassergürtels, dessen Nordgrenze die Polarfront ist.

Um die Sedimentationsbedingungen unter Interglazial-, Glazial- und Übergangszeiten repräsentativ zu erfassen, sollen entlang des Probenprofils exemplarisch Sedimentfaziesanalysen in gut datierbaren Zeitscheiben durchgeführt werden. Dabei werden Zeitscheiben ausgewählt, die sich biostratigraphisch mit kieseligen Mikrofossilien oder magnetostratigraphisch datieren lassen. Darauf gestützt kann die in der Sedimentabfolge dokumentierte Klimageschichte detailliert rekonstruiert werden. Es werden dabei auch Hinweise auf die Aktivität des Antarktischen Bodenwasserstromes, der großen Einfluß auf die ozeanographischen Bedingungen und die Sedimentverteilung in den Ozeanen der Südhemisphäre hat, erwartet.

Im Bereich des topographischen Hochs Maud Rise, das in seinem Gipfel eine Wassertiefe von 2.000 m erreicht, wird in der Hauptsache eine biogene Sedimentabfolge erwartet, die nicht durch gravitativ vom Antarktischen Kontinent herangeführte terrigene Sedimente gestört ist. Die biogenen Sedimente setzen sich neben kieseligen Anteilen (Diatomeen, Radiolarien, Silikoflagellaten) auch aus kalkigen Komponenten (Foraminiferen) zusammen, an denen durch Floren- und Faunenanalysen in Kombination mit O-Isotopenuntersuchungen (Foraminiferen) die paläo-ozeanographische und -klimatologische Geschichte südlicher hoher Breiten rekonstruiert werden soll. Von besonderem Interesse ist dabei, ob Ereignisse, wie das Vorkommen der Weddellmeer-Winterpolynya, die bislang während der Jahre 1973 bis 1977 in der östlichen Weddell See beobachtet werden konnte, auch in geologischer Zeit dokumentiert sind. Diese Arbeiten werden auch im Zusammenhang mit dem während Januar-März 1987 im Bereich des Maud Rises geplanten Tiefbohrprogramm (ODP) durchgeführt.

4.2.2 Geologische Probennahme (R. Gersonde)

Auf dem Schnitt Agulhas Becken - Weddell Becken wurden zwischen 45°30'S und 62°20'S an 11 Stationen Schwerelote mit 10 m oder 15 m Rohr erfolgreich eingesetzt. Der Gesamtkerngewinn beträgt ca. 99 m, die größte Kernlänge liegt bei 14.84 m. Der Einsatz des Großkastengreifers (GKG) war weniger erfolgreich, da wegen des sehr starken herbstlichen Seeganges und großer Wassertiefen das Gerät häufig schon in der Wassersäule ausgelöst hat. Lediglich an zwei Positionen im Bereich des Südwest-Indischen Rückens konnten mit Hilfe des GKG Oberflächensedimente gewonnen werden (Abb. 54, 55).

Im Bereich des Maud Rises wurden an insgesamt 18 Stationen bei Wassertiefen zwischen 5000 und 2500 m insgesamt 8 x GKG, 15 x SL und 2 x KOL eingesetzt (Abb. 56). Hier konnten mit dem GKG an 7 Stationen jeweils bis zu 0.55 m mächtiges ungestörtes Oberflächensediment gewonnen werden.

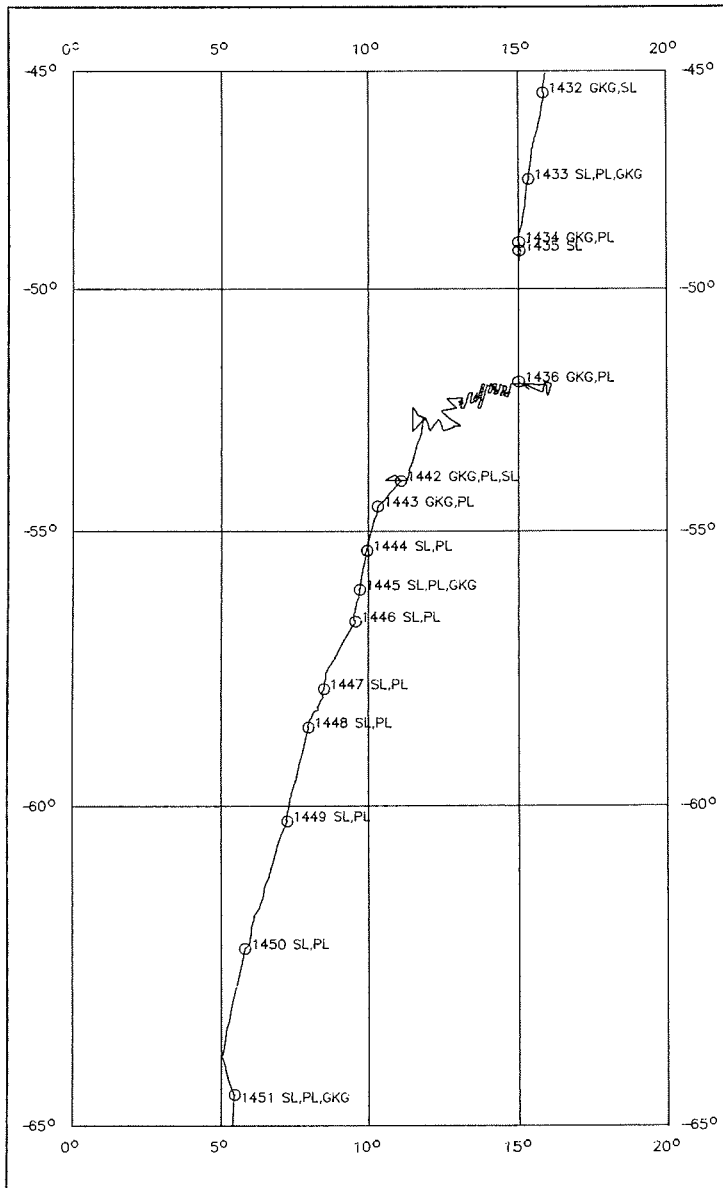


Abb. 54: Geologische Probennahmeprofil Agulhas Becken-Weddell Becken, Stationsnummern und Geräteinsatz (SL Schwefrelot, GKG Großkastengreifer, PL Planktonnetz) Der Abschnitt zwischen 52° S und 53° S ist in Abb. 55 im Detail wiedergegeben.

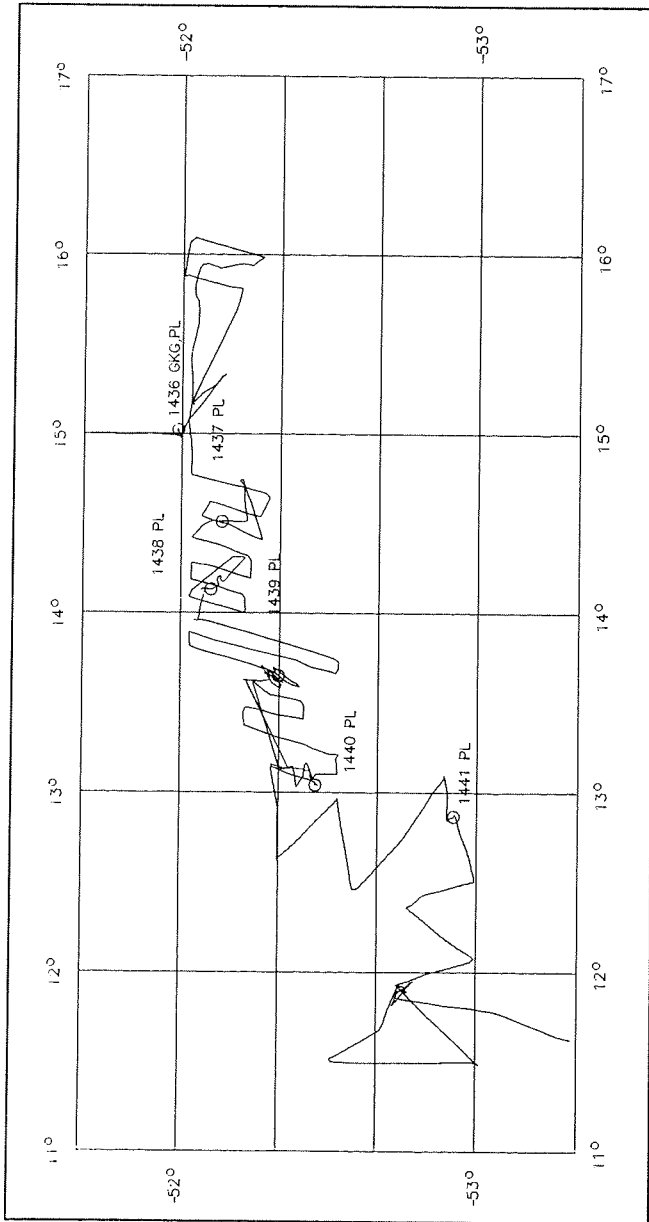


Abb. 55: Detaillierte Fahrtroute der Vermessungsfahrt (SEABEAM, 3.5 kHz) im Bereich des Südwest-Indischen Tiefseerückens, geologische Stationsnummern und Geräteinsatz (PL = Planktonnetz, GKG = Großkastengreifer).

Der Gesamtgewinn durch SL und KOL-Einsätze beträgt ca. 85 m. Die ungewöhnliche Sedimentabfolge auf dem Maud Rise erschwerte allerdings das Eindringen des SL in das Sediment, so daß in der Hauptsache nur Kernlängen bis zu 6 m erreicht werden konnten. Bei dem Versuch, mit dem Kolbenlot (KOL) größere Eindringung zu erreichen, ging ein Gerät beim Hieven verloren. Ein zweiter KOL-Einsatz verlief erfolgreich und erbrachte den längsten Kern (10.99 m) für den Bereich Maud-Rise.

Darüber hinaus wurde ein Schwerelotkern (1469-1) im Bereich der Verankerung mit Sinkstoff-Fallen (WS 1) genommen, in dem wegen zu starken Eindringens des Gerätes der Bereich der Sedimentoberfläche wahrscheinlich nicht dokumentiert ist. Ein zusätzlicher GKG-Einsatz war wegen Zeitmangel und schwierigen Wetterbedingungen leider nicht möglich.

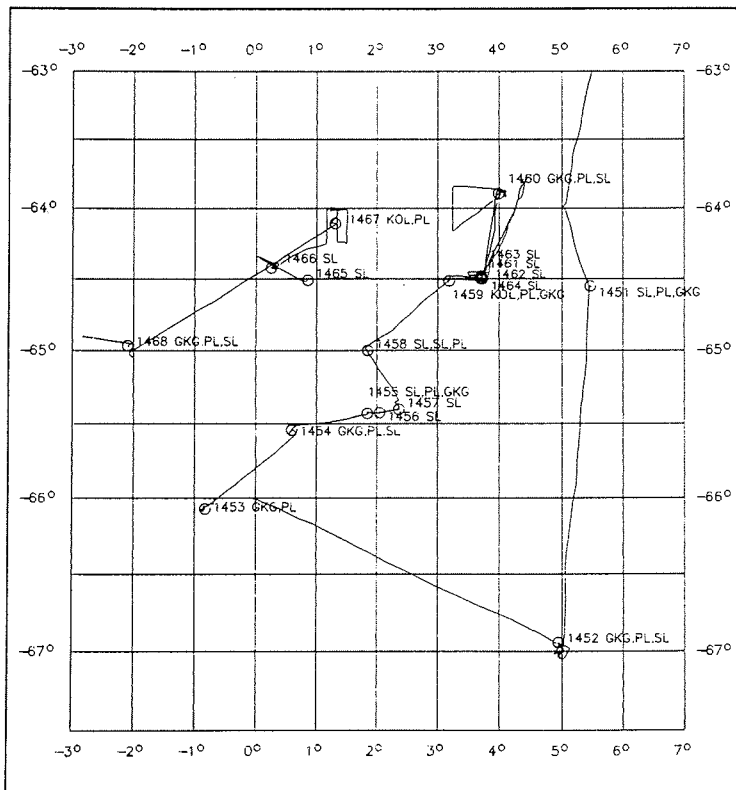


Abb. 56: Geologische Probennahmestationen im Bereich des Maud Rises, Stationsnummern und Geräteinsatz (SL Schwerelot, KOL Kolbengreifer, GKG Großkastengreifer, PL Planktonnetz).

Auswahl und Dokumentation der Kernentnahmestationen erfolgte mit dem 3.5 kHz-Sedimentecholot und dem SEABEAM-Flächenecholot. Beide Systeme waren während des größten Teils des Fahrtabschnittes in Betrieb (3.5 kHz vom 20.3.86, Pos. 44° 29,5'S, 16° 03,7' E bis 23.4.86, Pos. 61° 55,2' S, 38° 16,4'W; SEABEAM s. Bathymetrie).

Die Schwere- und Kolbenlotkerne wurden in 1 Meter Stücke zersägt. Dabei wurden an den Schnittflächen sowie von der Kernoberfläche und aus dem Kernfänger Proben für erste sedimentologische und biostratigraphische Auswertungen genommen.

Das Material aus dem Großkastengreifer wurde nach makroskopischer und photographischer Aufnahme und Dokumentation der Sedimentoberfläche und des Schichtprofils an Bord vollständig aufgearbeitet. Es wurden großvolumige Oberflächensedimentproben für sedimentologische und mikropaläontologische (Diatomeen, Radiolarien, Foraminiferen) Auswertungen entnommen. Das Schichtprofil wurde durch Entnahme von durchgehenden Sedimentkernen (Archivkerne) und durch Entnahme von engständigen Einzelproben für sedimentologische und mikropaläontologische Auswertungen detailliert beprobt.

4.2.3 Erste Ergebnisse, Profil Agulhas Becken - Weddell Becken

4.2.3.1 Sedimente (F. Westall)

Erste Bestimmungen der Sedimentfaziesverteilung wurden anhand an Bord hergestellter "smear slides" vorgenommen. Diese Untersuchungen haben vorläufigen Charakter, da die Proben lediglich im Abstand von 1 m (Schnittflächen der Sedimentkerne) entnommen worden sind.

Die "smear slide"-Analysen geben Hinweise auf die Verteilung der Sedimentfazies im Südatlantik und zeigen auch, daß sich die Sedimentabfolge innerhalb der Sedimentkerne verändert. In der Hauptsache konnten drei Sedimentfazies unterschieden werden:

- Diatomeen-Schlamm,
- aschenreicher kieseliger Ton,
- Tiefseeton.

Anhand dieser Fazies läßt sich das Untersuchungsgebiet von Norden nach Süden in drei Sedimentprovinzen untergliedern (Abb. 57). In der nördlichen Provinz, die auf das südliche Agulhas Becken beschränkt ist, setzen sich die Sedimente aus Diatomeenschlamm zusammen, der nach Süden hin zunehmend durch

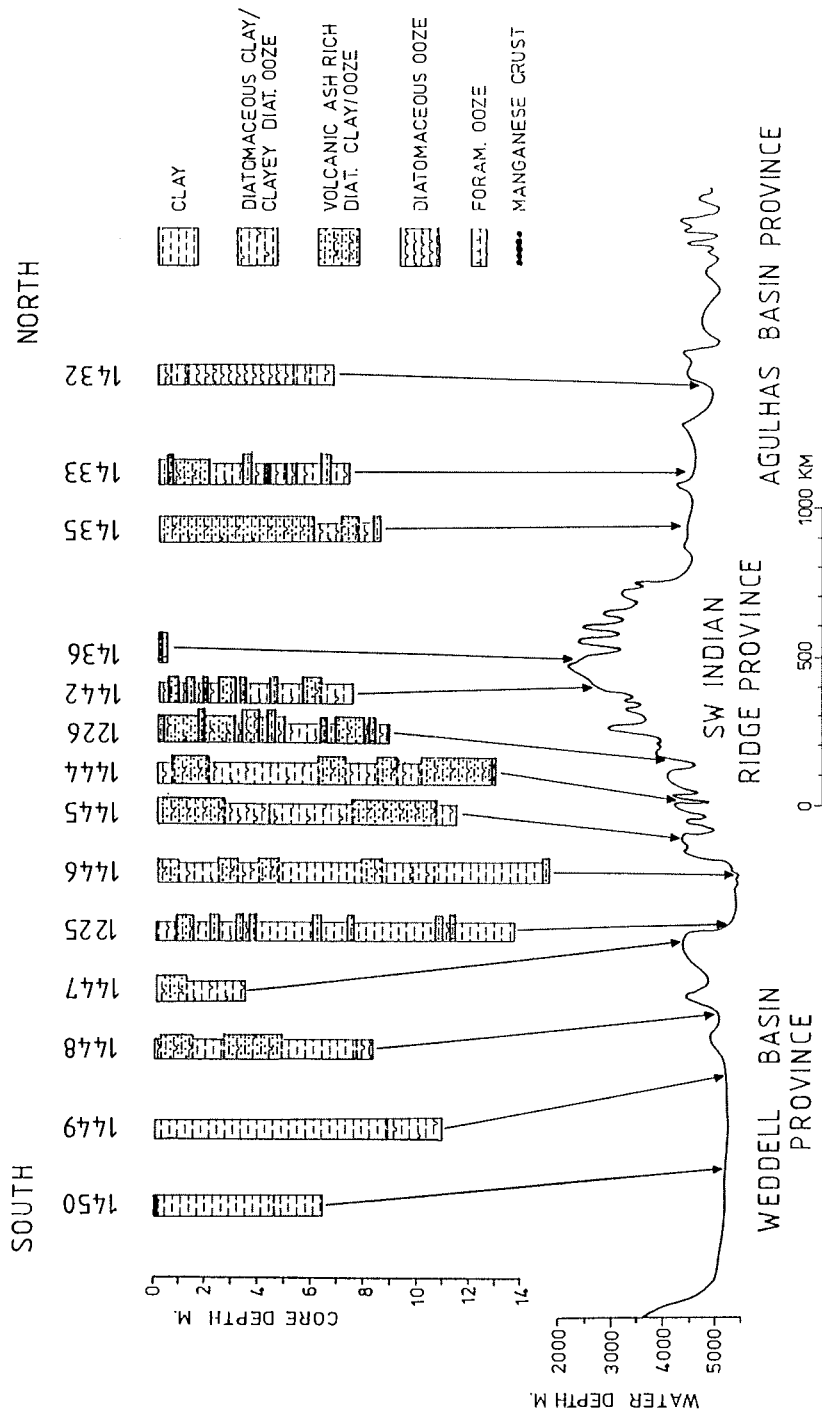


Abb. 57: Lithologie der Sedimentkerne vom Profil Agulhas Becken - Weddell Becken und daraus abgeleitete Sedimentprovinzen.

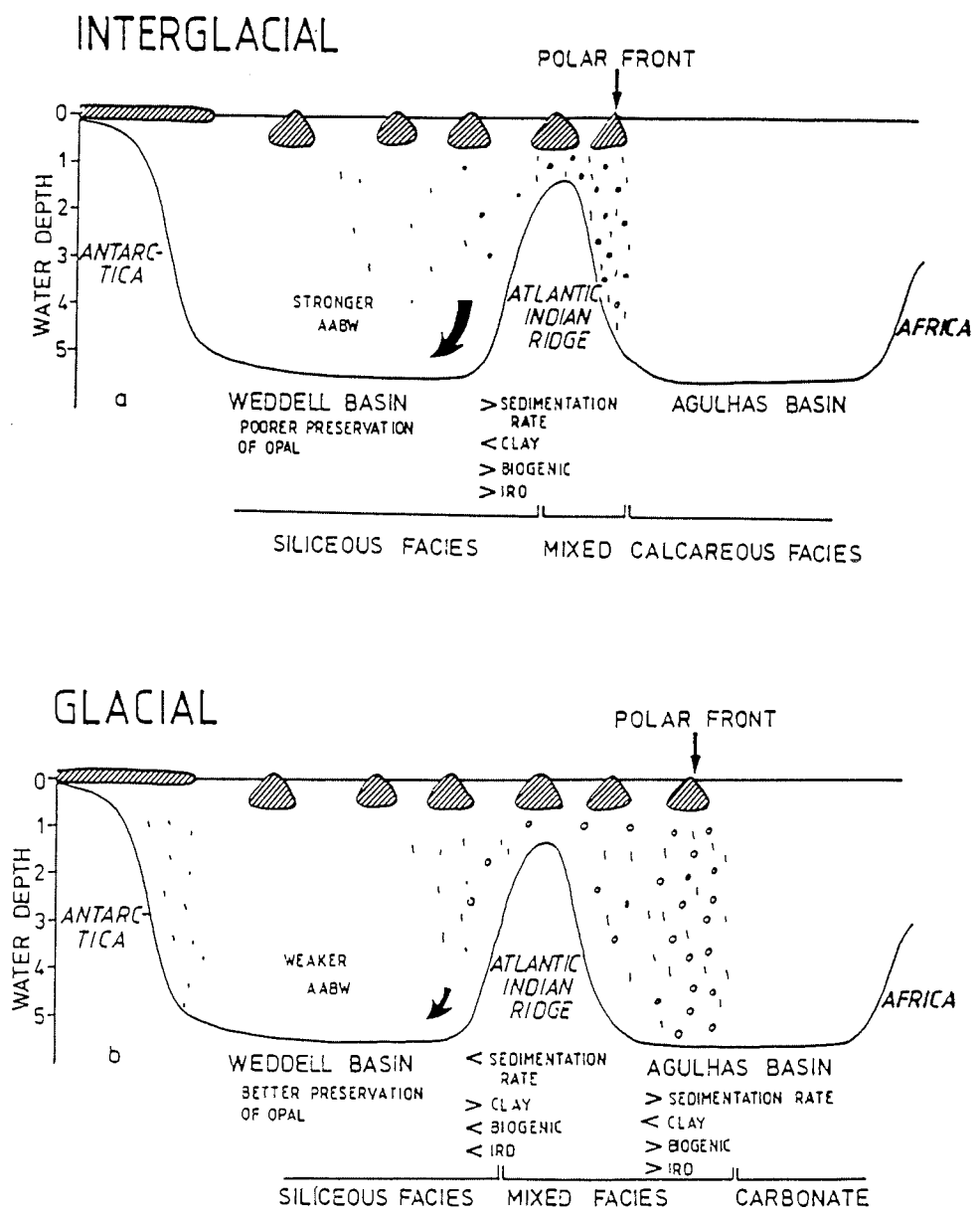


Abb. 58: Sedimentationsmodell für Zwischeneiszeiten und Glacialzeiten im Bereich des Atlantik-Indik Rückens.

vulkanische Aschen verdünnt wird. Die mittlere Provinz liegt im Bereich des Südwest-Indischen Rückens. Hier herrschen aschenreiche kieselige Tone vor, die in Bereichen mit geringeren Wassertiefen (3500 m) auch foraminiferenreiche Horizonte enthalten (1436-1). Nach Süden hin schließt sich bei Wassertiefen 5000 m (Weddell-Becken) die dritte Provinz an. Hier finden sich kieselige Tone, die geringe Anteile vulkanischer Aschen enthalten und nach Süden hin in rote Tiefseetone mit vereinzelt biogenen kieseligen Komponenten übergehen.

Diese ersten Ergebnisse passen gut in den Rahmen eines Sedimentationsmodells, das die Ablagerungsprozesse während glazialer und interglazialer Perioden im Quartär beschreibt (Abb. 58). Nach diesem Sedimentationsmodell läßt sich anhand der Verbreitung von Sedimenten mit hohem biogenem Anteil die Lage der Polar Front in geologischer Zeit rekonstruieren.

4.2.3.2 Biostratigraphie (A. Abelmann, R. Gersonde)

Mit Hilfe von in den Sedimenten überlieferten Radiolarien und Diatomeen konnte das Alter der Sedimentkerne z.T. bereits an Bord biostratigraphisch festgelegt werden. Dabei wurden die biostratigraphischen Leitarten der Diatomeenzonierung von Weaver und Gombos (1981) und der Radiolarienzonierung von Hays und Opdyke (1967) zugeordnet. Beide stratigraphischen Zonierungen sind mit der paläomagnetischen Zeitskala korreliert (Abb. 59). Da die untersuchten Proben zumeist im Abstand von einem Meter genommen worden sind (Schnittflächen des Sedimentkernes), kann diese Altersdatierung zunächst nur vorläufige, grobgerasterte Ergebnisse liefern. Die Angaben zu Zonengrenzen, Schichtlücken und Basisalter sind im allgemeinen gemittelt.

In den drei Sedimentkernen aus dem Agulhas-Becken konnten keine Schichtlücken festgestellt werden. Hohe Sedimentationsraten werden in Kern 1433-1 und im jüngsten Abschnitt von Kern 1435-1 erreicht (Abb. 59). Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Ledbetter und Ciesielski (1986) an Sedimentkernen aus dem gleichen Untersuchungsgebiet. Die hohen Sedimentationsraten mögen auf den Einfluß der hochproduktiven Polarfront, die bei etwa 50° S (Deacon, 1982) das Kernprofil quert, zurückzuführen sein.

Deutlich andere Verhältnisse werden bei den Sedimentkernen von der Südflanke des Südwest-Indischen Rückens und dem Weddell Becken angetroffen. Hier wurden Schichtlücken gefunden, die durchweg in ein Zeitintervall fallen, das dem unteren Abschnitt des Matuyama Magnetischen Chrones entspricht und deren stratigraphische Basis im Bereich der Gauss/Matuyama Chronengrenze liegt (Abb. 59). Schichtlücken gleichen Alters wurden ebenfalls im Bereich des Maud Rises angetroffen und sind auch

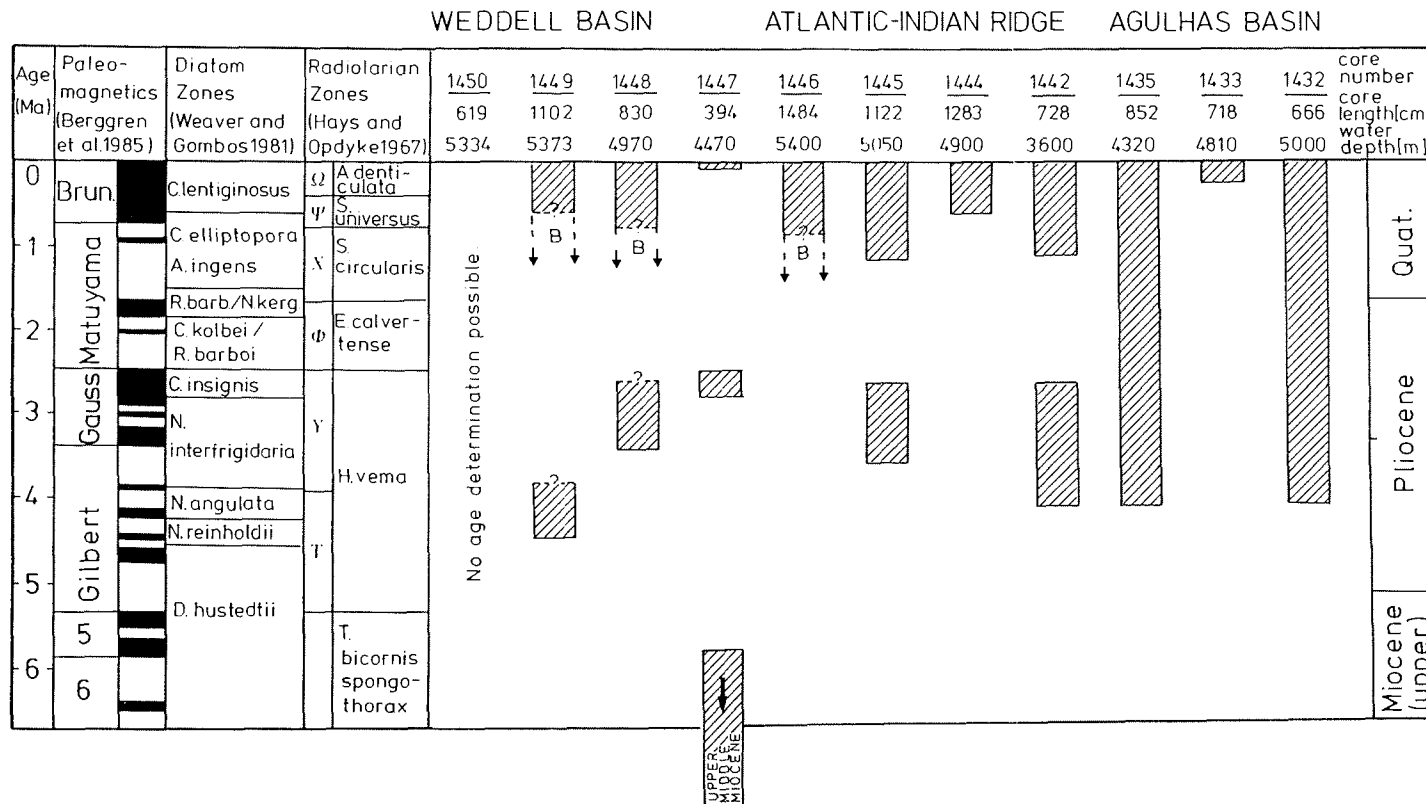


Abb. 59: Biostratigraphische Einstufung mit Hilfe von Diatomeen und Radiolarien der Sedimentkerne des Profils Agulhas Becken - Weddell Becken. Zur Veranschaulichung wurde die paläomagnetische Zeitskala mit den Diatomeen- und Radiolarien-Zonen korreliert.

aus dem antarktischen Sektor des Indischen und Pazifischen Ozeans bekannt (Osborn et al., 1983; Huang und Watkins, 1977).

Dies weist darauf hin, daß etwa ab 2,4 Mio. Jahren für einen Zeitabschnitt von zumindest einigen 100000 Jahren in einem großen Bereich des Zirkumantarktischen Ozeans Zirkulationsbedingungen geherrscht haben, die die Ablagerung von Sedimenten nicht zuließen. Die Befunde aus den Sedimentkernen vom Maud Rise weisen darauf hin, daß diese Zirkulationsbedingungen einen Wassertiefenbereich von mindestens 2.000 m beeinflussen.

Noch ist nicht geklärt, ob diese ozeanographischen Bedingungen mit einem möglichen weltweiten Umbruch der ozeanischen Zirkulation im Zusammenhang mit dem Vereisungsbeginn auf der Nordhalbkugel (ab 2.4 Mio. Jahre, Shackleton et al., 1984) in Verbindung stehen oder ob sie auf starke Volumenveränderungen im Antarktischen Schelfeis (Kälteperiode ab ca. 2.4 Mio. Jahre mit 'dry base conditions', Anderson, 1972) zurückzuführen sind.

Eine Sonderstellung nimmt der Sedimentkern 1447 ein, der lediglich eine Länge von 3.94 m hat (Abb. 59). Hier kommen zwei ausgedehnte Schichtlücken vor, die dazu führen, daß trotz geringer Kernlänge an der Basis das Alter oberes mittleres Miozän erreicht wird. Der Kern, der auf einem topographischen Hoch entnommen worden ist, enthält eine große Anzahl von Manganknollen, die auf extrem geringe Sedimentationsraten oder Bedingungen ohne Sedimentablagerung hinweisen. Der südlichste Sedimentkern auf dem Profil Agulhas Becken - Weddell Becken (Kern 1450, Abb. 59) konnte bislang nicht biostratigraphisch eingestuft werden, da hier große Anteile der überlieferten Mikrofossilien umgelagert sind und deshalb zur Datierung eine engständige Probennahme nötig ist.

4.2.4 Erste Ergebnisse zur Biostratigraphie am Maud-Rise (R. Gersonde, A. Abelmann)

Die Sedimente, die im Bereich des Maud-Rises in Wassertiefen flacher als 3600 m gekernt werden konnten, bestehen überwiegend aus biogenen Komponenten. Eine Schichtlücke, die in allen Sedimentkernen im Bereich des oberen Pliozäns (entspricht unterem Matuyama Chron) vorkommt, ist gleichzeitig eine scharf gezogene Faziesgrenze (Abb. 60).

Die quartären Sedimente im Hangenden der Schichtlücke setzen sich in der Hauptsache aus Foraminiferen und zu geringeren Anteilen aus kieseligen Mikrofossilien (Diatomeen, Radiolarien, Silikoflagellaten) zusammen. Dabei liegen die Kohlenstoffgehalte im Bereich von 50-90% des Gesamtsedimentes. Im allgemeinen nehmen die Anteile der kieseligen Mikrofossilien in den jüngsten Sedimenten zu. Ob dies auf diagenetische

Prozesse oder auf wechselnde Umweltbedingungen während der Sedimentablagerung zurückzuführen ist, konnte bislang noch nicht geklärt werden.

Die pliozänen Sedimente im Liegenden der Schichtlücke bestehen in der Hauptsache aus kieseligen Mikrofossilien, wobei Diatomeen den größten Anteil stellen.

In Kern 1467-1 (Wassertiefe 3.550 m) der stratigraphisch bis in das oberste Miozän reicht, werden die kieseligen biogenen Anteile mit zunehmendem Alter durch terrigene siltig-tonige Komponenten verdünnt (Abb. 60).

Die deutlich unterschiedliche Fazies der pliozänen und quartären Sedimente weist auf unterschiedliche Ablagerungsbedingungen vor und nach der Wende mittleres Pliozän/Quartär hin. Dabei mögen auch Veränderungen in der Tiefenlage der Karbonatkompensationstiefe eine Rolle gespielt haben. Möglicherweise ist diese Faziesveränderung ebenfalls auf tiefgreifende Umstellungen der ozeanographischen Bedingungen an der Wende Gauss/Matuyama Chron im Zusammenhang mit Vereisungsereignissen auf der Süd- und Nordhalbkugel zurückzuführen.

Aus Wassertiefen größer als 3.600 m konnten lediglich zwei Sedimentkerne (1460-4, 1466-1) sowie drei Kastengreiferkerne (1452-1, 1453-1, 1460-1) gewonnen werden. Beide Sedimentkerne enthalten pliozäne bzw. mio/pliozäne Sedimentabfolgen, in denen die biogenen kieseligen Komponenten zum Teil stark durch terrigene tonig-siltige Partikel verdünnt werden. In Kern 1466-1 ist im oberen und unteren Bereich der Sedimentabfolge die Überlieferung der Mikrofossilien so schlecht, daß für diese Abschnitte keine biostratigraphische Einstufung durchgeführt werden kann (Abb. 60).

Die Oberflächensedimentproben aus den Kastengreifern, die aus Wassertiefen zwischen 2123 und 4280 m stammen, zeigen unterhalb 3596 m (GKG 1451-2) eine deutliche Abnahme der Karbonatgehalte von Werten um 40-70% auf Werte 10% an. Bei 4280 m (GKG 1453-1) gehen die Karbonatgehalte gegen null. Dies ergibt erste Hinweise auf die heutige Lage der Karbonatkompensationstiefe.

An einer Erosionsstruktur im Bereich eines kleinen Seamounts am östlichen Hang des Maud Rises wurden vier Sedimentkerne (1461-1, 1462-1, 1463-1, 1464-1) gezogen, um Rückschlüsse über das Alter der Erosionsstruktur zu bekommen und darüber hinaus in ausstreichende ältere Schichtabfolgen vorzustoßen. An drei Positionen wurden quartäre und pliozäne Sedimentabfolgen angetroffen, wie sie auch in den übrigen Kernen vom Maud Rise vorkommen. Dies weist darauf hin, daß die Erosionsstruktur in ihrer Anlage prä-mittelpliozänen Alters ist und daß für den Zeitraum des mittleren Pliozäns und Quartärs Ablagerungsbe-

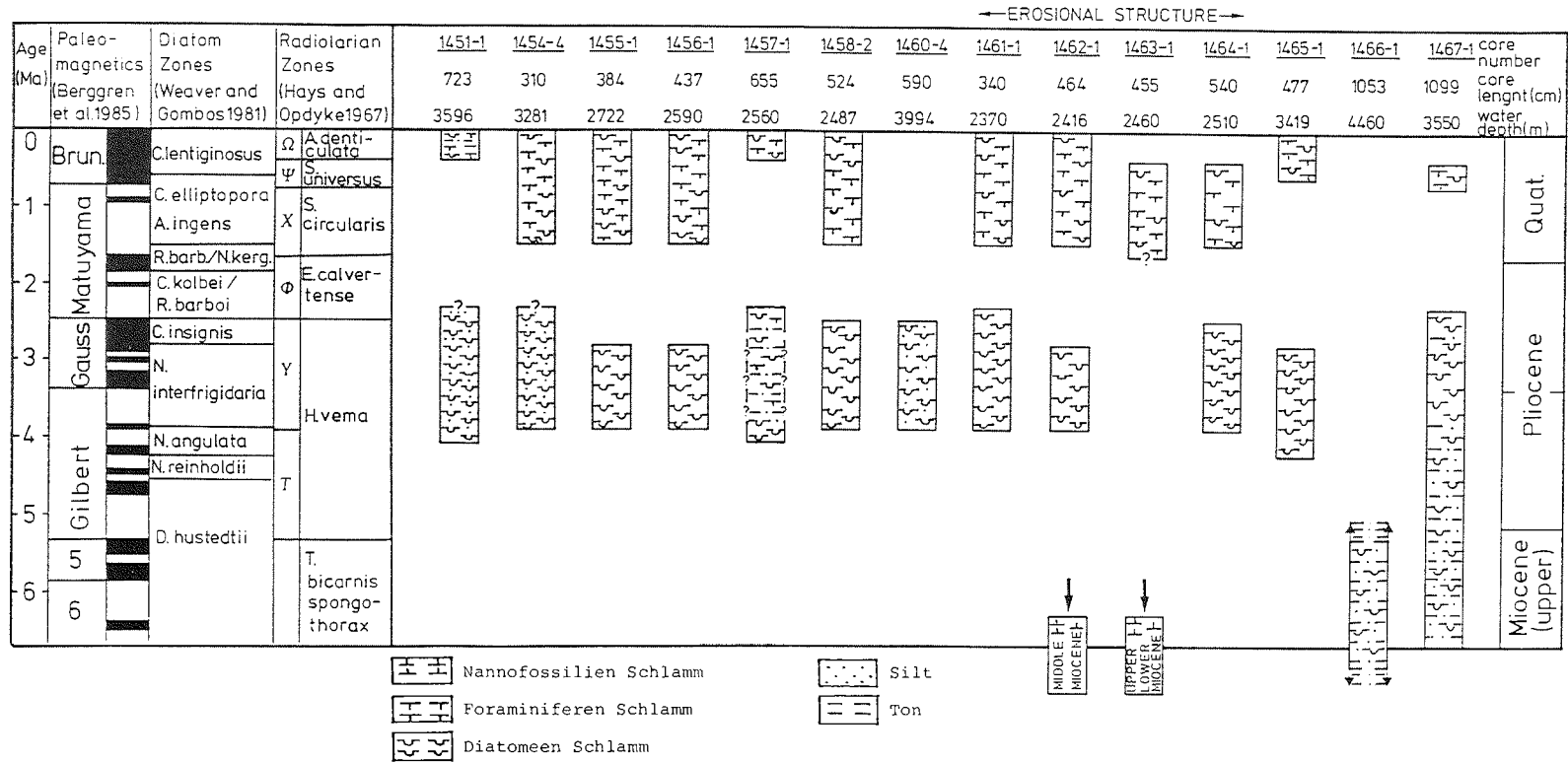


Abb. 60: Biostratigraphische Einstufung mit Hilfe von Diatomeen und Radiolarien der Sedimentkerne aus dem Bereich des Maud Rises. Zur Veranschaulichung wurde die paläomagnetische Zeitskala mit den Diatomeen- und Radiolarien-Zonen korreliert.

dingungen wie im übrigen Maud Rise Bereich geherrscht haben. In zwei Kernen aus dem tiefsten Teil der Erosionsstruktur fehlen allerdings jungpleistozäne Sedimente, was auf erneute junge Erosionsereignisse in diesem Bereich schließen läßt. An zwei Positionen wurde die plio-/pleistozäne Deckschicht durchstoßen. Hier wurden Abfolgen aus dem mittleren bzw. oberen unteren Miozän erreicht. Dabei handelt es sich um biogene Sedimente, die aus kalkigem Nannoplankton und zu einem geringen Teil aus kieseligen Mikrofossilien aufgebaut sind.

Der Befund, daß im gesamten Bereich des Maud Rises auch pleistozäne (entsprechen dem Zeitintervall Brunhes und oberes Matuyama Chron) Sedimente anstehen, revidiert die Ergebnisse von Ledbetter und Ciesielski (1986), nach denen während des Brunhes Chrons auf dem Maud-Rise keine Sedimente abgelagert worden sind. Ledbetter und Ciesielski (1986) führen dies auf den erodierenden Einfluß des zirkumpolaren Tiefenwassers zurück. Die Fehleinschätzung von Ledbetter und Ciesielski (1986) kann wahrscheinlich darauf zurückgeführt werden, daß in den von ihnen untersuchten Kolbenlotkernen die jüngsten Sedimente aus technischen Gründen fehlen.

4.2.5 Planktonfänge (A. Abelmann, R. Gersonde)

An 24 Stationen wurden Planktonnetze (60/20 Mikron Maschenweite) über die obersten 100 m der Wassersäule gefahren. Zusätzlich wurden während des größten Teils des Fahrtabschnittes über das bordeigene Membranpumpensystem je 222 über 20 Mikron und 60 Mikron gesiebte Planktonproben gesammelt. Diese Rezentproben werden auf ihren Gehalt an kieseligen (Diatomeen, Radiolarien) und kalkigen (Foraminiferen) Mikroorganismen hin untersucht. Dabei sollen Erkenntnisse über Verbreitung und Autökologie vor allem der Arten gewonnen werden, die in den Sedimenten überliefert sind und für palökologische Rekonstruktionen genutzt werden.

4.2.6 Shallow seismic investigations (C.S. Mesdag)

The equipment used was a 80 cu.in. water-gun as a sound source and a single channel seismic 200-element streamer as a receiver to acquire seismic profiles. All data were recorded on tape using a 16 bit PCM recorder-system in order to do digital processing at some later stage.

The intention was to shoot profiles on all long transits between stations with a ship speed of 10 kts. On the first day (20 March, 1986) of deploying the streamer at centre-aft and the water-gun at port-aft, the streamer was severed at one of its connections and was lost. The same day the spare streamer and water gun gave bad results, that is to say a poorly visible bottom echo due to bad weather and a high noise level. This noise level remained too high even under good weather

conditions and with speeds of over 6 kts. This forced us to run our equipment at 5 kts, which was only occasionally compatible with the time schedule of this cruise. In total 250 nm were run at approx. 10 kts and 200 nm at 5 kts.

The records show reflections from approx. 500 ms (i.e. 380 m) depth and occasionally deeper reflections are visible too. The record reveals featureless, dome shaped structures, stratified infill of small basins in between rock crop-outs and numerous diffraction hyperbolae and side echoes. The quality of the profiles is such that further processing will show far more detail in the reflectors of the sediment cover. The numerous side-echoes imply that one should use 2 or more parallel streamers to reduce those echoes. Multi-channel seismics with a linear array of streamer sections and having the streamer out of the ship's wake will greatly improve the quality of future sections.

4.2.7 Geothermische Arbeiten (H. Villinger, D. Steinmann, H. Leibing)

Im Vordergrund des Geothermik-Programmes stand die Erprobung von zwei Wärmestromdichtesonden, die vor einigen Jahren von der BGR und dem AWI von Woods Hole Oceanographie Institution gekauft worden sind. Parallel dazu wurde eine Apparatur zur Messung der Wärmeleitfähigkeit an Tiefseesedimenten aufgebaut.

Nach zahlreichen Messversuchen im Sediment, im Labor und in der Kältekammer können unsere wesentlichen Erfahrungen wie folgt kurz zusammengefaßt werden:

- (1) Die Messung von Temperaturen im Sediment ist nach großen anfänglichen Schwierigkeiten (z.B. totaler Ausfall der Mehrzahl der Fühler) geglückt. Die Ursache der Probleme konnte allerdings nie exakt lokalisiert werden, da die Sonde im Labor fehlerfrei arbeitet.
- (2) Aufgrund eines an Bord nicht reproduzierbaren Zusammenwirkens von Druck, Salzwasser und Fühlerverhalten wird die in situ Wärmeleitfähigkeitsmessung so stark gestört, daß die Meßdaten nicht auswertbar sind. Die Fehlersuche im Labor ist erfolglos geblieben, da die Sonde an Deck (ohne Druckeinfluß) fehlerfrei arbeitet.
- (3) Die akustische Übertragung der Meßdaten von der Sonde zum Schiff war nicht möglich, wenn die Sonde tiefer als ca. 800 m war. Zum einen ist dafür der hohe Lärmpegel der Polarstern verantwortlich zu machen, zum anderen ist das aber dadurch bedingt, daß der Pinger der Sonde in Richtung Sediment abstrahlt und vom Schiff nur die Echos aufgefangen werden können.

- (4) Der mechanische Aufbau der gesamten Fühleranordnung und des Gewichtsträgers ist zufriedenstellend. Das Ein- und Ausbringen der Sonde ist, wie die Reise zeigte, auch ohne Kernabsetzgestell ohne Gefährdung der Fühler möglich.

Falls die Sonden in Zukunft eingesetzt werden sollen, müßten folgende, teilweise aufwendige Verbesserungen bzw. Veränderungen vorgenommen werden:

- (1) Eine vollständige Überarbeitung der vom Hersteller gelieferten Schaltpläne der Elektronik ist unbedingt erforderlich, da die Pläne nicht mit dem Ist-Zustand der Geräte übereinstimmen, was eine Fehlersuche außerordentlich erschwert.
- (2) Es besteht der begründete Verdacht, daß die Konstruktion der Fühler einen wesentlichen Teil des Gesamtproblems des Instruments darstellt. Neue Fühler müssen konzipiert, gebaut und getestet werden.
- (3) Die im Deckel eingebauten Unterwasserstecker müssen durch qualitativ bessere Stecker ersetzt werden.
- (4) Der akustische Transmitter der Sonde muß so angebracht werden, daß er in Richtung Schiff zeigt. Dies ist eine wesentliche bauliche Veränderung und bedingt auch eine Neugestaltung des Gewichtsträgers. Nur so besteht auf der Polarstern die Hoffnung, Meßdaten in Echtzeit zu empfangen und somit 'multi-penetration'-Messungen über mehrere Stunden in großer Tiefe durchführen zu können.

Sollten die genannten baulichen Veränderungen wirklich durchgeführt werden, muß die Sonde vor einem neuen Einsatz in einer Druckkammer umfangreichen Tests unterworfen werden und ihre Einsatzfähigkeit auf einer Testreise (z.B. in der Nordsee) nachgewiesen werden. Lange Reisen in die Arktis oder Antarktis sind, wie die Erfahrungen auf diesem Fahrtabschnitt zeigen, nicht geeignet für den Test von Geräten, deren Einsatzfähigkeit nicht ausreichend nachgeprüft ist.

Durch die erläuterten Schwierigkeiten ist es leider nicht gelungen, eine komplette Wärmestromdichtmessung durchzuführen. Messungen der Sedimenttemperaturen erlauben zwar eine Abschätzung des Temperaturgradienten, der aber bei den wenigen erfolgreichen Messungen zum Teil nur durch wenige Punkte belegt ist, zum anderen ohne zugehörige in situ-Wärmeleitfähigkeitsmessung von nur bedingtem Wert ist.

Eine Meßapparatur zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Tiefseesedimenten nach der Nadelsondenmethode wurde aufgebaut und getestet. Die Meßdatenerfassung erfolgte per software mit einem Compaq-286-Rechner. Der software- und hardware-Aufbau ist erfolgreich abgeschlossen. Da die Nadelsonden erst kurz

vor der Abreise geliefert und nicht mehr kalibriert werden konnten, konnten noch keine Wärmeleitfähigkeitsmessungen durchgeführt werden.

4.2.8 Distribution of nanoplankton (Niessen)

From Cape Town to 57°5.29'S, 56°48.32'W, crossing the sampling-line of ANT-IV/2, 10-l-water samples were taken every six hours, unless on station, which comes to about every 60 nms. The samples were filtered through a 8 um membrane-filter in order to collect the biological contents, especially nanoplankton.

From all successful box-cores taken on this cruise, subsamples were taken using 70 mm O PVC liners. These box cores were also briefly described. In co-operation with AWI, further investigations will be done on these sub-samples of the box cores.

4.2.9 Sedimenttrap experiments (L. Ostermann, G. Fischer)

During ANT-IV/3 a mooring with two sediment traps and two current-meters was deployed in the northern Weddell Sea (62° 16.5 S, 34° 45.5 W) in 4000 m depth. The traps monitored the seasonal variations in the particle flux over a period of 14 months with sampling intervals of 11 and 22 days. This mooring was recovered during ANT-IV/4, following a small SEABEAM survey of the area showing great topographical relief.

Twenty-five complete time series samples were recovered from the shallow trap located at 863 m below the sea surface. A striking late summer flux was recorded, showing a maximum flux in the Februar 16 to March 10 sample cups. Apparently no flux was collected during June 6 - Dec 21 cups due to ice cover at the trap location. The deep trap, located at 3337 m depth, had only partial recovery of samples due to difficulties in recovering that part of the mooring in very bad weather.

The new data from these trap samples will help us to evaluate the total mass flux to the sea floor and the production in open water, close to the ice edge and under the sea ice. Furthermore, we will study the decomposition of organic materials and the dissolution of biogenic opal and carbonate particles during settling through the water column. It is planned to re-deploy this mooring during ANT-V with Polarstern.

4.3 Mapping and Dredging at Atlantic-Indic Ridge
(H. Bergh)

The BPI, UCT, WHOI dredging group spent March 25 - 31 surveying and dredging on the Southwest Indian Ridge between 11° and 16°E. Six successful dredge hauls were obtained as detailed below. 4 were from ridge median valleys and 2 from cross-cutting fracture zones. Our intention to complete the dredge sampling coverage of the Southwest Indian Ridge between Bouvet and Marion Island has now essentially been carried out. Dredge PS86-7 is clearly inadequate - a further dredge or two in this area should be included in a future re-supply voyage between Cape Town and Antarctica. Sample preparation (cutting, slabbing and sampling of glass) and descriptions have all been completed on board.

SEABEAM data obtained during the site surveys were swath-plotted on a 1:100 000 Mercator plot and a fairly detailed contour map at an interval of 100 metres was produced for the more close-spaced coverage between 13° and 16° E. This represents the first such detailed look at any section of the Southwest Indian Ridge. The fracture zone mapped and sampled on PS86-4 has been tentatively named the 'Alfred Wegener Fracture Zone'.

Dredge Sampling Summary

Date	Site No.	Latitude	Longitude	Environment	Samples obtained
March		S	E		
25	PS86-1	52°08	15°56	N flank of axial valley	none
26	PS86-2	52°13	14°38	S flank of axial valley	20 kg basalt
26	PS86-3	52°07	14°30	N wall of valley	100 kg basalt
27	PS86-4	52°06	14°07	Fracture zone wall	100 kg serpentinized ultramafics
28	PS86-5	52°17	13°41	N side of high in rift valley	100 kg basalt
29	PS86-6	52°21	13°08	ridge-transform intersection	120 kg basalt ultramafics and erratics
31	PS86-7	52°46	11°53	S flank of axial valley	2 pieces, 1 basalt, 1 erra.

4.4 Bathymetrie (K. Heidland)

Während des Fahrtabschnittes ANT-IV/4 wurde SEABEAM vom 19.3. - 27.4. (Abb. 55) betrieben. Das System arbeitete bis auf einen Ausfall der Seegangskompensation kurz vor Signy, der am 24.4. behoben wurde, störungsfrei. Einige Male verschlechterte schwere See die Messungen erheblich, in der Nacht vom 14. zum 15.4. mußte bei schwerer See von vorn der Meßbetrieb ganz eingestellt werden.

Profil Agulhas Becken - Weddell Becken

Zwischen den geologischen und ozeanographischen Stationen wurde SEABEAM zusammen mit dem 3.5 kHz-Sedimentecholot zur Unterstützung der Stationsfestlegung und zur Interpretation der Ergebnisse auf diesem Schnitt eingesetzt.

SW-Indischer Rücken

Ein Einsatzschwerpunkt von SEABEAM war im Zusammenhang mit dem Dredgeprogramm auf dem SW-Indischen Rücken (24.-31.3.86) im Gebiet zwischen 53 Grad und 52 Grad Süd und zwischen 11 Grad 30' und 16 Grad Ost (Abb. 3). Die komplexe Topographie und zahlreiche Bruchzonen mit steil abfallenden Hängen erforderten in diesem Gebiet für die nachfolgenden Arbeiten eine detaillierte Meeresbodenaufnahme mit SEABEAM. Die Profile waren so geplant, daß sie das jeweilige Einsatzgebiet optimal abdeckten, eine lückenlose Aufnahme war nicht möglich. Nach der Ausgleichung der Navigationsdaten wurden die SEABEAM-Messungen auf dem Bordrechner VAX 11/750 prozessiert und als Isolinienplots vorgelegt.

Vor jedem Dredgeeinsatz wurden jeweils nachts einige Profile zur genauen Festlegung der Dredgeposition und zur Planung des Kurses beim Dredgen mit SEABEAM vermessen.

Maud Rise

SEABEAM-Vermessungen wurden am Maud Rise im Rahmen des geologischen und ozeanographischen Programms durchgeführt (Abb. 64). Am nördlichen Maud Rise wurden zwei kleinere Meßgebiete mit SEABEAM-Profilen erfaßt, das eine mit 3 Profilen von je 15 sm Länge, das andere mit 4 Profilen und einer Gesamtlänge von 60 sm.

Der genauen Festlegung der ozeanographischen Verankerungspositionen ging jeweils eine SEABEAM-Vermessung voraus, die einen Eindruck von der lokalen Meeresbodentopographie verschaffte.

4.5 Literatur

- Anderson, J.B. 1972: The marine geology of the Weddell Sea. - Diss. Florida State University, Sediment, Res. Lab. Contr., no. 35, 222 S
- Deacon, G.E.R. 1982: Physical and biological zonation in the Southern Ocean. - Deep Sea Res., Vol. 29, S. 1-15.
- Hays, J.D. and N.D. Opdyke 1967: Antarctic Radiolaria, magnetic reversals and climatic change. - Science, Vol. 158, S. 1001-1011.
- Huang, T.C. and N.D. Watkins 1977: Contrasts between the Brunhes and Matuyama sedimentary records of bottom water activity in the South Pacific.- Marine Geology, Vol. 23, S. 113-132.
- Ledbetter, M.T. and P.F. Ciesielski 1986: Post-Miocene disconformities and paleoceanography in the Atlantic sector of the Southern Ocean.- Paleogeography, -climatology, -ecology, Vol. 52, S. 185-214.
- Osborn, N.I.; P.F. Ciesielski and M.T. Ledbetter 1983: Disconformities and paleoceanography in the southeast Indian Ocean during the past 5.4 million years.
- Shackleton, N.J. et al. 1984: Oxygen isotopic calibration of the onset of ice-rafting and the history of glaciation in the North Atlantic region. - Nature, Vol. 307, S. 620-623.
- Tamu (1985), Physical, Chemical and in-situ-CTD Data from the AJAX Expedition in the South Atlantic Ocean,
- Tamu Ref. 85-4-D, Techn. Report.
- Weaver, F.M. and Gombos, A.M. 1981: Southern high-latitude diatom biostratigraphy. - Spec. publ. Soc.Econ.Paleontol. Mineral., Vol. 32, S. 445-470.
- Whitworth T. u. W.D. Nowlin (1987), Structure of the Antarctic Circumpolar Current and Weddell Gyre at the Greenwich Meridian (in prep.).

Tab. 2: Geologische Probennahmestationen
 - Profil Agulhas Becken - Weddell See -

Datum	Station	Position	Wasser- tiefe (m)	Gerät	Kernlänge (m)
21.3.86	1432-1	45°30,91'S 15°49,58'E	5039	GKG	*
	1432-2	45°32,03'S 15°51,73'E	5001	SL	6.66
22.3.86	1433-1	47°32,57'S 18°21,89'E	4801	SL	7.18
	1433-4	47°34,63'S 15°20,77'E	4771	GKG	*
23.3.86	1434-1	48°58,17'S 15°02,43'E	4601	GKG	*
	1435-1	49°09,6' S 15°01,86'E	4292	SL	8.52
24.3.86	1436-1	51°59,31 S 15°02,00'E	2277	GKG	0.3
01.4.86	1442-1	54°01,31'S 11°06,18'E	3516	GKG	0.23
	1442-4	54°00,2' S 11°05,4' E	3550	SL	7.28
02.4.86	1443-1	54°30,89'S 10°19,89'E	3933	GKG	*
02.4.86	1444-1	55°22,12'S 9°57,75'E	4962	SL	13.78
03.4.86	1445-1	56°07,36'S 9°43,49'E	5015	SL	11.22
		56°07,85'S 9°93,84'E	5046	GKG	*
04.4.86	1446-3	56°43,34'S 9°34,71'E	5374	SL	14.84
05.4.86	1447-1	57°57,18 S 8°30,57'E	4425	SL	3.94
	1448-3	58°38,34'S 7°58,01'E	4937	SL	8.3
06.4.86	1449-1	60°15,52'S 7°14,55'E	5350	SL	11.02
07.4.86	1450-1	62°20,65'S 5°48,71'E	5310	SL	6.19

Tab. 3 Geologische Probennahmestationen - Maud Rise -

Datum	Station	Position	Wasser- tiefe (m)	Gerät	Kernlänge (m)
8.4.86	1451-1	64°33,47'S 5°26,84'E	3596	SL	7,23
	1451-2	64°32,98'S 5°28,46'E	3596	GKG	0,50
9.4.86	1452-1	66°56,87'S 4°56,45'E	4150	GKG	0,55
	1452-2	66°57,18'S 4°56,70'E	4150	SL	*
10.4.86	1453-1	66°04,02'S 0°49,04'W	4280	GKG	0,50
11.4.86	1454-1	65°32,45'S 0°35,89'E	3228	GKG	0,50
	1454-2	65°33,67'S 0°33,80'E	3281	SL	3,10
	1455-1	65°25,90'S 1°50,50'E	2722	SL	3,84
	1455-4	65°25,41'S 1°50,45'E	2730	GKG	0,50
	1456-1	65°25,58'S 2°02,98'E	2590	SL	4,37
	1457-1	65°23,90'S 2°22,81'E	2560	SL	6,09
12.4.86	1458-1	65°00,15'S 1°51,71'E	2480	SL	5,26
	1458-2	64°59,34'S 1°51,02'E	2487	SL	5,22
	1459-1	64°30,93'S 3°11,20'E	2129	KOL	+

Datum	Station	Position	Wasser- tiefe (m)	Gerät	Kernlänge (m)
12.4.86	1459-4	64°31,56'S 3°11,02'E	2123	GKG	0,43
13.4.86	1460-1	63°53,65'S 4°00,05'E	4000	GKG	0,53
	1460-4	63°53,86'S 3°59,44'E	3994	SL	5,90
14.4.86	1461-1	64°29,75'S 3°42,11'E	2370	SL	3,40
	1462-1	64°30,01'S 3°42,39'E	2416	SL	4,64
	1463-1	64°28,93'S 3°43,91'E	2460	SL	4,55
15.4.86	1464-1	64°30,15'S 3°44,01'E	2510	SL	5,40
16.4.86	1465-1	64°30,48'S 0°51,88'E	3419	SL	4,47
	1466-1	64°25,55'S 0°14,77'E	4460	SL	10.53
17.4.86	1467-1	64°06,51'S 1°18,36'E	3550	KOL	10.99
18.4.86	1468-1	64°57,87'S 2°06,24'W	5005	GKG	*
	1468-2	64°57,87'S 2°05,14'W	5010	SL	*

Verankerungsposition W1

22.4.86	1469-1	62°24,90'S 34°52,51'W	4230	SL	7.75#
---------	--------	--------------------------	------	----	-------

Gerätetypen: GKG = Großkastengreifer (50x50x60 cm)
 KOL = Kolbenlot (\emptyset = 9 cm)
 SL = Schwerelot (\emptyset = 13 cm)

* = keine Eindringung in das Sediment
 + = Verlust des Gerätes am Grund
 # = Gerät über Gewichtssatz eingedrungen

Tab. 4 Planktonnetzfünge
(über 0 - 100 m)

Datum	Station	Position	Maschenweite (μm)
22.3.86	1433-2	47°32,4' S 15°20,9' E	60
	1433-3	47°32,5' S 15°20,9' E	60
23.3.86	1434-2	48°58,2' S 15°20,6' E	60
	1434-3	48°58,2' S 15°20,6' E	60
	1434-4	48°58,2' S 15°20,6' E	20
24.3.86	1436-2	51°58,8' S 15°00,4' E	60
	1436-3	51°58,8' S 15°00,4' E	60
26.3.86	1437-1	52°09,0' S 14°29,1' E	60
	1437-2	52°09,0' S 14°29,1' E	60
	1437-3	52°09,0' S 14°29,1' E	20
27.3.86	1438-1	52°06,2' S 14°07,8' E	60
	1438-2	52°06,2' S 14°07,8' E	60
	1438-3	52°06,2' S 14°07,8' E	20
28.3.86	1439-1	52°19,8' S 13°39,2' E	60
	1439-2	52°19,8' S 13°39,2' E	60
	1439-3	52°19,8' S 13°39,2' E	20
29.3.86	1440-1	52°27,6' S 13°03,1' E	60
	1440-2	52°27,6' S 13°03,1' E	60
	1440-3	52°27,6' S 13°03,1' E	20

Tab. 4 Planktonnetzfünge
(über 0 - 100 m)

Datum	Station	Position	Maschenweite (μm)
30.3.86	1441-1	52°55,4' S 12°52,3' E	60
	1441-2	52°55,4' S 12°52,3' E	60
	1441-3	52°55,4' S 12°52,3' E	20
01.4.86	1442-2	53°59,9' S 11°05,5' E	20
	1442-3	53°59,9' S 11°05,5' E	20
02.4.86	1443-2	54°31,9' S 10°20,3' E	20
	1443-3	54°31,9' S 10°20,3' E	20
03.4.86	1445-2	56°09,1' S 9°41,6' E	60
	1445-3	56°09,1' S 9°41,6' E	60
04.4.86	1446-1	56°43,1' S 9°34,4' E	60
	1446-2	56°43,1' S 9°34,4' E	60
05.4.86	1447-1	57°57,7' S 8°29,6' E	60
	1447-2	57°57,7' S 8°29,6' E	60
	1448-1	58°38,5' S 7°55,1' E	60
	1448-2	58°38,5' S 7°55,1' S	60
06.4.86	1449-2	60°15,8' S 7°15,3' E	60
	1449-3	60°15,8' S 7°15,3' E	60
07.4.86	1450-2	62°20,2' S 5°48,4' E	60
	1450-3	62°20,2' S 5°48,4' E	60

Tab. 4 Planktonnetzfünge
(über 0 - 100 m)

Datum	Station	Position	Maschenweite (um)
08.4.86	1451-3	64°33,3' S 5°28,2' E	60
	1451-4	64°33,3' S 5°28,2' E	60
09.4.86	1452-3	66°56,8' S 4°57,3' E	60
	1452-4	66°56,8' S 4°57,3' E	60
10.4.86	1453-2	66°03,4' S 0°50,1' E	60
	1453-3	66°03,4' S 0°50,1' E	60
11.4.86	1454-2	65°33,3' S 0°34,6' E	60
	1454-3	65°33,3' S 0°34,6' E	60
	1455-2	65°25,8' S 1°50,9' E	60
	1455-3	65°25,8' S 1°50,9' E	60
12.4.86	1459-2	64°59,4' S 1°49,7' E	60
	1459-3	64°59,4' S 1°49,7' E	60
13.4.86	1460-2	63°53,1' S 4°60,0' E	60
	1460-3	63°53,1' S 4°60,0' E	60
17.4.86	1467-2	64°06,1' S 1°17,2' E	60
	1467-3	64°06,1' S 1°17,2' E	60
18.4.86	1468-3	64°57,9' S 2°05,3' E	60
	1468-4	64°57,8' S 2°05,3' E	60
22.4.86	1470-1	62°24,1' S 34°50,8' W	60

4.6

Stationsverzeichnis ANT-IV/4

Station Nr. 08/	AWI Nr.	Datum	Zeit (GMT)	Position		Wassertiefe korrigiert* (m)	Geraet, Bemerkungen (E=Eindringtiefe/ G=Gewinn)
				Lat.	Lon.		
500	-	20.03.86	09:03	43 25'S	16 13'E		CTD bis 4775m
502	-		20:12	44 29'S	16 03'E		CTD bis 5281m
503	-	21.03.86	07:16	45 30'S	15 50'E		CTD bis 4988m
	1432-1		12:31	45 31'S	15 49'E	4989	GKG (ausgeloest, leer)
	1432-2		15:32	45 32'S	15 52'E	5000	SL 10m (E ?/G 6.7m)
504	-	22.03.86	10:13	47 32'S	15 21'E		CTD bis 4858m
	1433-2		14:20	47 33'S	15 21'E		PL 60
	1433-3		14:33	47 33'S	15 21'E		PL 60
	1433-1		14:58	47 33'S	15 21'E	4810	SL 10m (E ?/G 7.2m)
	1433-4		17:56	47 35'S	15 20'E	4780	GKG (ausgeloest, leer)
	1433-5		20:47	47 37'S	15 19'E		HF
506	-	23.03.86	08:08	48 59'S	15 00'E		CTD bis 4851m
	1434-2		11:49	48 58'S	15 02'E		PL 60
	1434-3		12:05	48 58'S	15 02'E		PL 60
	1434-4		12:23	48 58'S	15 02'E		PL 20
	1434-1		12:57	48 58'S	15 02'E	4623	GKG (einige Steine)
507	1435-1	23.03.86	17:27	49 09'S	15 02'E	4320	SL 15m (E ?/G 8.5m)
	-		19:10	40 09'S	15 03'E		HF
	-		20:17	49 08'S	15 04'E		CTDR
509	1436-2	24.03.86	19:17	51 59'S	15 02'E		PL 60
	1436-3		19:26	51 59'S	15 02'E		PL 60
	1436-1		19:45	51 59'S	15 02'E		GKG (G 30cm)
	-		20:43	51 59'S	15 00'E		CTD bis 2312m
511	-	25.03.86	10:40	52 03'S	15 57'E		DRG
513	-	26.03.86	10:09	52 13'S	14 39'E		DRG
514	1437-1	26.03.86	16:43	52 08'S	14 31'E		PL 60
	1437-2		16:55	52 08'S	14 31'E		PL 60
	1437-3		17:08	52 08'S	14 31'E		PL 20
	-		16:18	52 07'S	14 31'E		DRG
516	-	27.03.86	06:55	52 12'S	14 19'E		CTD bis 4025m
517	1438-4	27.03.86	11:13	52 07'S	14 09'E		DRG
	1438-1		16:27	52 06'S	14 08'E		PL 60
	1438-2		16:44	52 06'S	14 08'E		PL 60
	1438-3		17:01	52 06'S	14 08'E		PL 20
	1438-5		19:48	52 04'S	14 08'E		HF
519	1439-1	28.03.86	10:35	52 20'S	13 39'E	3681	PL 60
	1439-2		10:48	52 20'S	13 39'E		PL 60
	1439-3		11:02	52 20'S	13 39'E		PL 20
	-		08:55	52 20'S	13 39'E		DRG
	-		14:17	52 17'S	13 40'E		DRG
520	-	28.03.86	19:52	52 18'S	13 40'E		CTD bis 3522m
522	-	29.03.86	06:35	52 22'S	13 08'E		DRG
	1440-1		12:08	52 27'S	13 02'E	4253	PL 60
	1440-2		12:19	52 27'S	13 02'E		PL 60
	1440-3		12:30	52 27'S	13 02'E		PL 20
	-		12:00	52 26'S	13 07'E		DRG
524	-	30.03.86	09:23	52 55'S	12 52'E		CTD bis 3233m
	1441-1		12:32	52 55'S	12 52'E	3018	PL 60
	1441-2		12:41	52 55'S	12 52'E		PL 60
	1441-3		12:51	52 55'S	12 52'E		PL 20
	1441-4		12:32	52 55'S	12 52'E		HF
526	-	31.03.86	06:54	52 45'S	11 55'E		CTD
527	-	31.03.86	12:38	52 45'S	11 54'E		PL
	-		10:41	52 46'S	11 54'E		DRG

529	1442-2	01.04.86	13:24	54 00'S	11 06'E	3365	PL 20
	1442-3		13:30	54 00'S	11 06'E		PL 20
	1442-1		14:16	54 00'S	11 06'E	3570	GKG (G 23cm)
	1442-4		16:53	54 00'S	11 06'E	3600	SL 15m (E ?/G 7.3m)
	-		18:05	53 59'S	11 07'E		CTD bis 3673m
531	1443-1	02.04.86	07:20	54 31'S	10 20'E	3980	GKG
	1443-2		08:29	54 31'S	10 19'E	3929	PL 20
	1443-3		08:50	54 31'S	10 19'E		PL 20
533	1444-1	02.04.86	16:26	55 22'S	09 58'E	4862	SL 15m (E ?/G 12.8m)
	-		17:54	55 22'S	09 58'E		PL (verloren)
	-		18:35	55 23'S	09 57'E		CTD bis 4951m
535	1445-1	03.04.86	07:20	56 07'S	09 43'E	5050	SL 15m (E ?/G 11.2m)
	-		09:23	56 08'S	09 42'E		CTD bis 5100m
	1445-2		13:36	56 09'S	09 42'E	5026	PL 60
	1445-3		14:04	56 09'S	09 42'E		PL 60
	1445-4		16:15	56 08'S	09 44'E	5080	GKG
	-		18:15	56 09'S	09 43'E		CTDR
537	-	04.04.86	06:10	56 42'S	09 33'E		CTD bis 5359m
	1446-1		10:30	56 43'S	09 34'E	5384	PL 60
	1446-2		10:50	56 43'S	09 34'E		PL 60
	1446-3		11:14	56 43'S	09 35'E	5400	SL 15m (E ?/G 14.8m)
539	-	04.04.86	18:02	57 24'S	08 53'E		CTD bis 5380m
541	1447-1	05.04.86	06:58	57 57'S	08 30'E	4470	SL 15m (E 7.0m/G 3.9m)
	1447-2		08:06	57 58'S	08 29'E	4425	PL 60
	1447-3		08:20	57 58'S	08 29'E		PL 60
543	-	05.04.86	11:34	58 17'S	08 16'E		CTD bis 4120m
545	-		16:45	58 33'S	07 59'E		XBT
546	1448-1	05.04.86	17:30	58 38'S	07 57'E	4964	PL 60
	1448-2		17:45	58 38'S	07 57'E		PL 60
	1448-3		18:42	58 38'S	07 58'E	4970	SL 10m (E 10.2m/G 8.3m)
550	-	06.04.86	09:12	60 15'S	07 13'E		CTD bis 5374m
	1449-1		14:14	60 15'S	07 15'E	5373	SL 15m (E 13.5m/G 11.0m)
	1449-2		15:39	60 16'S	07 15'E	5353	PL 60
	1449-3		15:54	60 16'S	07 15'E		PL 60
	1449-4		17:56	60 16'S	07 14'E	5365	HF
	-		19:40	60 16'S	07 13'E		CTD
552	-	07.04.86	07:05	61 17'S	06 32'E		XBT
553	-		09:10	61 36'S	06 21'E		XBT
554	-		11:00	61 53'S	06 06'E		XBT
555	-	07.04.86	14:01	62 20'S	05 49'E		CTD bis 5320m
	1450-2		18:06	62 20'S	05 49'E	5310	PL 60
	1450-3		18:20	62 20'S	05 49'E		PL 60
	1450-1		18:57	62 21'S	05 49'E	5334	SL 15m (E 7m/G 6.2m)
557	-	07.04.86	22:30	62 41'S	05 39'E		XBT
558	-	08.04.86	00:25	63 01'S	05 29'E		XBT
559	-		02:58	63 30'S	05 15'E		XBT
560	-		06:20	64 00'S	05 01'E		XBT
562	-		08:30	64 12'S	05 11'E		XBT
563	-		09:40	64 27'S	05 21'E		XBT
564	1451-1	08.04.86	11:30	64 33'S	05 28'E	3596	SL 10m (E 8.0m/G 7.2m)
	1451-3		12:49	64 33'S	05 28'E	3593	PL 60
	1451-4		13:01	64 33'S	05 28'E		PL 60
	1451-2	08.04.86	14:58	64 35'S	05 26'E		XBT
567	-	08.04.86	15:20	64 39'S	05 26'E		XBT
568	-		16:15	64 49'S	05 25'E		XBT
569	-		17:15	65 00'S	05 24'E		XBT
570	-		18:15	65 11'S	05 22'E		XBT
571	-		19:15	65 22'S	05 19'E		XBT
572	-		20:25	65 34'S	05 17'E		XBT
573	-		21:20	65 42'S	05 15'E		XBT
574	-		22:20	65 51'S	05 14'E		XBT
575	-		23:20	65 60'S	05 11'E		XBT

576	-	09.04.86	00:15	66 08'S	05 09'E		XBT
577	-		01:13	66 16'S	05 06'E		XBT
578	-		02:13	66 25'S	05 04'E		XBT
579	-		03:15	66 35'S	05 03'E		XBT
580	-		04:15	66 45'S	05 03'E		XBT
581	-		05:12	66 55'S	05 02'E		XBT
582	-		06:35	67 00'S	05 05'E		XBT
584	-		08:58	67 00'S	04 58'E		MR2
585	1452-1	09.04.86	13:58	66 57'S	04 57'E	4150	GKG (G 55cm)
	1452-3		15:42	66 57'S	04 57'E	4146	PL 60
	1452-4		16:00	66 57'S	04 57'E		PL 60
	1452-2		16:10	66 57'S	04 57'E		SL 15m (E 3.5m/ab- HF geknickt)
	-		16:45	66 57'S	04 57'E		CTD bis 4190m
	-		17:31	66 58'S	04 58'E		
586	-	09.04.86	21:02	66 57'S	04 57'E		XBT
587	-		22:10	66 53'S	04 38'E		XBT
588	-		23:20	66 48'S	04 15'E		XBT
589	-	10.04.86	00:30	66 44'S	03 50'E		XBT
590	-		01:20	66 41'S	03 32'E		XBT
591	-		02:25	66 37'S	03 09'E		XBT
592	-		03:30	66 32'S	02 47'E		XBT
593	-		04:23	66 29'S	02 30'E		XBT
594	-		06:00	66 22'S	01 57'E		XBT
595	-		07:50	66 15'S	01 21'E		XBT
596	-		09:55	66 07'S	00 36'E		XBT
597	-		11:00	66 02'S	00 12'E		XBT
599	-		13:05	66 00'S	00 32'W		XBT
600	-		13:50	66 03'S	00 48'W		MR4
601	1453-2	10.04.86	17:19	66 04'S	00 50'W	4315	PL 60
	1453-3		17:32	66 04'S	00 50'W		PL 60
	1453-1		18:17	66 04'S	00 49'W	4322	GKG (G 50cm)
	-		19:45	66 05'S	00 52'W		CTD bis 4295m
603	-	10.04.86	23:35	66 04'S	00 50'W		XBT
604	-	11.04.86	01:44	65 53'S	00 14'W		XBT
605	-		03:43	65 42'S	00 17'E		XBT
606	-		05:20	65 34'S	00 40'E		XBT
607	1454-1	11.04.86	07:12	65 33'S	00 35'E	3277	GKG (G 50cm)
	1454-2		08:08	65 33'S	00 34'E	3235	PL 60
	1454-3		08:25	65 33'S	00 34'E		PL 60
	1454-4		09:04	65 34'S	00 34'E	3281	SL 10m (E 3.5m/G 3.1m)
	-		09:26	65 34'S	00 33'E		HF
609	-	11.04.86	12:15	65 29'S	01 17'E		XBT
610	1455-1	11.04.86	14:27	65 26'S	01 51'E	2722	SL 5.8m (E 4m/G 3.8m)
	1455-2		15:17	65 26'S	01 50'E	2660	PL 60
	1455-3		15:30	65:26'S	01 50'E		PL 60
	1455-4		16:18	65 25'S	01 50'E	2730	GKG (G 50cm)
612	1456-1	11.04.86	18:38	65 26'S	02 03'E	2590	SL 5.8m (E 5m/G 4.4m)
614	-	11.04.86	20:25	65 24'S	02 21'E		XBT
615	1457-1	11.04.86	21:01	65 24'S	02 22'E	2560	SL 5.8m (E 7m/G 6.1m)
617	1458-1	12.04.86	06:45	65 00'S	01 51'E	2480	SL 5.8m (E ?/G 5.2m)
	1458-2		08:17	65 00'S	01 50'E	2487	SL 10m (E ?/G 5.2m)
	-		08:59	64 59'S	01 50'E		XBT
	-		09:30	64 59'S	01 49'E		PL
	-		09:21	64 59'S	01 49'E		HF
619	-	12.04.86	12:30	64 53'S	02 12'E		XBT
620	-		14:09	64 42'S	02 40'E		XBT
621	-	12.04.86	16:15	64 30'S	03 12'E		CTD bis 2169m
	1459-2		18:48	64 31'S	03 11'E	2083	PL 60
	1459-3		19:00	64 31'S	03 11'E		PL 60
	1459-1		19:20	64 31'S	03 11'E	2129	KOL 10m (verloren)
	1459-4		21:02	64 31'S	03 11'E	2123	GKG (G 43cm)

623	-	12.04.86	22:58	64 29'S	03 31'E		XBT
624	-	13.04.86	02:44	64 19'S	03 48'E		XBT
625	-		03:55	64 07'S	03 52'E		XBT
627	1460-1 1460-2 1460-3	13.04.86	11:20	63 54'S 63 53'S 63 53'S	04 00'E 04 00'E 04 00'E	4000 4005	GKG (G 53cm) PL 60 PL 60
628	- 1460-4 -	13.04.86	16:30 17:05 18:22	63 54'S 63 54'S 63 55'S	03 59'E 03 59'E 03 57'E	3994	HF SL 10m (E 7m/G 5.9m) CTDR bis 3938m
632	-	14.04.86	14:20	64 03'S	03 56'E		XBT
633	-		16:15	64 23'S	03 48'E		XBT
645	-		13:11	64 26'S	00 18'E		MR3
634	1461-1	14.04.86	17:32	64 30'S	03 42'E	2370	SL 10m (E 4m/G 3.4m)
635	1462-1	14.04.86	19:06	64 30'S	03 43'E	2416	SL 5.8m (E 5m/G 4.6m)
637	-	14.04.86	20:30	64 29'S	03 44'E		XBT
636	1463-1	14.04.86	20:50	64 29'S	03 43'E	2460	SL 5.8m (E 5m/G 4.6m)
641	1464-1	15.04.86	17:18	64 30'S	03 44'E	2510	SL 5.8m (E ?/G 5.4m)
643	1465-1	16.04.86	08:07	64 31'S	00 51'E	3419	SL 5.8m (E 5m/G 4.5m)
645	-	16.04.86	13:11	64 26'S	00 18'E		MR3
646	1466-1	16.04.86	19:32	64 25'S	00 15'E	4460	SL 11.5m (E 12m/G 10.5m)
648	-	17.04.86	08:02	64 00'S	01 18'E		MR1
649	- - 1467-2 1467-3 1467-1	17.04.86	11:38 14:20 17:40 17:55 18:47	64 06'S 64 06'S 64 06'S 64 06'S 64 06'S	01 16'E 01 17'E 01 18'E 01 18'E 01 18'E	3545 3550	HF CTD bis 3596m PL 60 PL 60 KOL 15m (E ?/G 11.0m)
651	-	17.04.86	21:30	64 12'S	00 57'E		XBT
652	-		22:30	64 18'S	00 38'E		XBT
653	-		23:30	64 23'S	00 20'E		XBT
654	-	18.04.86	00:35	64 29'S	00 03'W		XBT
655	-		01:35	64 34'S	00 23'W		XBT
656	-		02:35	64 40'S	00 43'W		XBT
657	-		03:39	64 45'S	01 04'W		XBT
658	-		04:38	64 50'S	01 24'W		XBT
659	-		05:27	64 55'S	01 41'W		XBT
660	-		06:35	65 00'S	02 02'W		XBT
661	-		08:00	64 58'S	02 00'W		MR5
662	1468-1 1468-3 1468-4 1468-2 - -	18.04.86	12:49 14:48 15:02 15:55 17:46 17:32	64 58'S 64 58'S 64 58'S 64 58'S 64 57'S 64 57'S	02 06'W 02 05'W 02 05'W 02 05'W 02 04'W 02 03'W	5005 5007 5010	GKG (keine Eindringung) PL 60 PL 60 SL 5.8m (keine Eindringung) HF CTD bis 5122m
664	-	19.04.86	00:35	64 53'S	03 08'W		XBT
665	-		04:30	64 45'S	04 42'W		XBT
666	-		07:25	64 40'S	05 52'W		XBT
667	-		09:30	64 37'S	06 51'W		XBT
668	-		12:22	64 30'S	08 13'W		XBT
669	-		15:35	64 24'S	09 44'W		XBT
670	-		18:30	64 16'S	11 01'W		XBT
671	-		21:18	64 12'S	12 01'W		XBT
672	-	20.04.86	00:35	64 07'S	13 07'W		XBT
673	-		03:35	64 03'S	14 10'W		XBT
674	-		06:40	63 58'S	15 12'W		XBT
675	-		09:30	63 53'S	16 10'W		XBT
676	-		13:10	63 46'S	17 38'W		XBT

677	-	20.04.86	15:30	63 43'S	18 36'W		XBT
678	-		18:30	63 35'S	20 03'W		XBT
679	-		21:50	63 29'S	21 28'W		XBT
680	-	21.04.86	00:40	63 24'S	22 38'W		XBT
681	-		03:30	63 19'S	23 47'W		XBT
682	-		06:36	63 11'S	25 01'W		XBT
683	-		09:22	63 07'S	26 11'W		XBT
684	-		12:21	63 01'S	27 27'W		XBT
685	-		15:23	62 55'S	28 46'W		XBT
686	-		18:29	62 49'S	30 02'W		XBT
687	-		21:30	62 44'S	31 02'W		XBT
688	-	22.04.86	00:30	62 38'S	32 17'W		XBT
689	-		03:20	62 34'S	33 19'W		XBT
690	-		06:30	62 28'S	34 25'W		XBT
691	1469-1	22.04.86	08:24	62 25'S	34 51'W	4230	SL 5.8m (E ?/G 7.6m)
	-		10:40	62 25'S	34 52'W		CTD bis 800m
692	-	22.04.86	17:00	62 25'S	34 47'W		HF
	1470-1	22.04.86	18:10	62 24'S	34 44'W	3100	PL 60
693	-	22.04.86	21:44	62 26'S	34 52'W		CTD bis 4312m
695	-	23.04.86	04:20	62 18'S	35 44'W		XBT
696	-		07:38	62 09'S	36 44'W		XBT
697	-		10:20	62 02'S	37 33'W		XBT
698	-		13:26	61 51'S	38 47'W		XBT
699	-		16:21	61 40'S	40 00'W		XBT
700	-		19:10	61 29'S	41 12'W		XBT
701	-		22:32	61 19'S	42 20'W		XBT
702	-	24.04.86	01:30	61 11'S	43 11'W		XBT
703	-		06:20	61 00'S	44 25'W		XBT
704	-		09:40	60 52'S	45 14'W		XBT
705	-		14:05	60 42'S	45 34'W		HF
706	-		22:43	60 49'S	46 10'W		XBT
707	-	25.04.86	00:20	60 40'S	46 39'W		XBT
708	-		02:15	60 29'S	47 13'W		XBT
709	-		05:40	60 09'S	48 12'W		XBT
710	-		08:25	59 53'S	48 58'W		XBT
711	-		11:32	59 37'S	49 47'W		XBT
712	-		14:00	59 19'S	50 38'W		XBT
713	-		17:00	58 58'S	51 39'W		XBT
714	-		19:10	58 44'S	52 20'W		XBT
715	-		22:00	58 13'S	53 13'W		XBT
716	-	26.04.86	00:30	58 07'S	54 02'W		XBT
717	-		03:00	57 51'S	54 53'W		XBT
718	-		09:30	57 03'S	56 55'W		XBT
719	-		12:15	56 49'S	57 35'W		XBT
720	-		13:15	56 44'S	57 49'W		XBT
721	-		17:40	56 22'S	58 49'W		XBT
722	-		20:10	56 09'S	59 23'W		XBT
723	-		23:00	55 54'S	60 01'W		XBT
724	-	27.04.86	01:15	55 43'S	60 29'W		XBT
725	-		03:15	55 33'S	60 55'W		XBT

CTD = TEMPERATUR-LEITFAEHIGKEITSSONDE
CTDR = TEMPERATUR-LEITFAEHIGKEITSSONDE + RADON
DRG = DREDGE
GKG = GROSSKASTENGREIFER
HF = SEDIMENTTEMPERATURSONDE
KOL = KOLBENLOT
MR_ = STROMMESSERVERANKERUNG, MAUD RISE
PL = PLANKTONNETZ (MASCHENWEITE IN MIKROMETER)
SL = SCHWERELT
XBT = BATHY-THERMOGRAPH
* = (Echolot-Tiefe + 10 m Schwingertiefe) Matthews korrigiert (Carter Gebiet)