

**Die Expedition ANTARKTIS-XI/3
mit FS „Polarstern“ 1994**

**The Expedition ANTARKTIS-XI/3
of RV "Polarstern" in 1994**

**Herausgegeben von
Heinz Miller und Hannes Grobe
mit Beiträgen der Fahrtteilnehmer**

**Ber. Polarforsch. 188 (1996)
ISSN 0176 - 5027**

Inhaltsverzeichnis/Contents:

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

1.	EINFÜHRUNG	
1.1	Zusammenfassung	3
1.2	Summary	4
1.3	Meteorologische Beobachtungen	7
2.	MARINE GEOPHYSIK	
2.1	Seismik	9
2.2	Gravimetrie	15
2.3	Magnetik	17
3.	MARINE GEOLOGIE	
3.1	Sedimentologie	18
3.2	Geochemie	20
3.3	Bathymetrie	22
4.	SEA ICE	
4.1	General ice conditions	29
4.2	Properties of sea ice and snow	30
4.3	Remote sensing	38
5.	BIOLOGIE	
5.1	Benthosökologie	44
5.2	Zooplankton	47
6.	LUFTCHEMIE	
6.1	Dimethylsulfid in Luft und Seewasser	51
6.2	Konzentration von Wolkenkondensationskernen	52
7.	UNTERSUCHUNGEN DER WASSERSÄULE	
7.1	Ozeanographie	52
7.2	Halogenated hydrocarbons	54
7.3	Biooptik	58
8.	ARBEITEN AN LAND	
8.1	Geographie San Martin	65
8.2	Geographie Horseshoe Island	69
8.3	Geologie Horseshoe Island & Antarktische Halbinsel	71
8.4	Turbulenzexperiment bei GvN	74
8.5	Geologische Expedition in die Heimfrontfjella	78
9.	ANHANG	
9.1	Stationsliste	89
9.2	Karten und Profile	94
9.3	Beteiligte Institute	111
9.4	Fahrtteilnehmer	113
9.5	Schiffspersonal	115

1. EINFÜHRUNG

1.1 Zusammenfassung

Polarstern lief am 14. Januar von Punta Arenas aus und unterstützte zunächst einige Arbeiten an Land im Bereich der Antarktischen Halbinsel. Anschließend wurden marine Geophysik und Geologie, sowie ozeanographische und biologische Arbeiten im Bellingshausen- und Amundsenmeer durchgeführt.

Das marine Forschungsprogramm fand seinen Schwerpunkt in geophysikalischen Untersuchungen im Bereich der kontinentalen Berandung der westlichen Antarktis. In Abhängigkeit von der Eissituation wurden seismische, magnetische und gravimetrische Messungen durchgeführt, um die Strukturen der Erdkruste und ihrer sedimentären Bedeckung aufzulösen und so einen Beitrag zur Bestimmung der geologischen Entwicklung wie auch zur Rekonstruktion der Klimageschichte zu leisten. Diese Arbeiten stellten einen Teil des ANTALITH Projektes dar. Das geophysikalische Programm wurde durch ein marin-geologisches ergänzt, das durch die Beprobung oberflächennaher Sedimente rezente glazial-marine Sedimentationsprozesse erfaßte und Kernmaterial zur Untersuchung der jüngsten Klimageschichte gewann. Die Verbindung zwischen der oberflächennahen Beprobung und den tieferen sedimentären Stockwerken wurde durch sedimentechographische Untersuchungen mit Hilfe des PARASOUND-Systems hergestellt. Eine kontinuierliche bathymetrische Vermessung entlang der Schifffskurse oder flächenhaft in ausgewählten Gebieten mit dem Fächerecholot HYDROSWEEP vervollständigte die geowissenschaftlichen Arbeiten.

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

Die biologischen Arbeiten während ANT-XI/3 hatten weitgehend erkundenden Character, da, wie in allen Disziplinen, Neuland untersucht wurde. So waren die Arbeiten darauf ausgerichtet, die Verbreitung der benthischen und neritischen Arten und ihre Ökologie zu studieren. Spezielle Studien waren dem Krill und den Copepoden gewidmet.

Die Aktivitäten an Land konzentrierten sich auf den Bereich der Horseshoe Insel, wo zum einen Gesteinsproben hohen Alters entnommen wurden, zum andern prozess-orientierte geomorphologische Studien als Bodenkontrolle für ERS-1 SAR Datensätze ausgeführt wurden.

Die Rückreise wurde für weitere profilierende Messungen genutzt, auch wurden in ausgewählten Gebieten im Bereich des antarktischen und subtropischen Frontensystems pre-site surveys für künftige ODP-Bohrungen durchgeführt. Polarstern beendete die Expedition ANT-XI/3 am 25. März in Kapstadt. Der Fahrtbericht umfaßt auch die gleichzeitig durchgeführten Arbeiten im Bereich des Ekström Schelfeises und der Heimefrontfjella.

1.2 Summary

"Polarstern" left Punta Arenas for leg ANT-XI/3 on January 14th, 1994 and went first to the area of the Antarctic peninsula to support various land based activities. Later the ship will proceed to Bellingshausen and Amundsen sea for the primary research objectives.

The main objective of this leg were marine geophysical research to study the crustal structure at the western margin of the Antarctic continent. This was achieved by combined land-sea deep seismic sounding experiments using recording instruments on the inland ice as well as ocean bottom seismographs. At the same time multichannel seismic reflection lines were observed over the shelf and the adjacent deep sea areas in order to resolve the sedimentary cover and through to gain the understanding of the depositional history especially during the Cenozoic. While the deep seismic sounding experiments were part of the ANTALITH Project the studies of the sedimentary cover also increased our understanding of the history of Antarctic glaciation because the major advance and retreat stages are documented in the sediments.

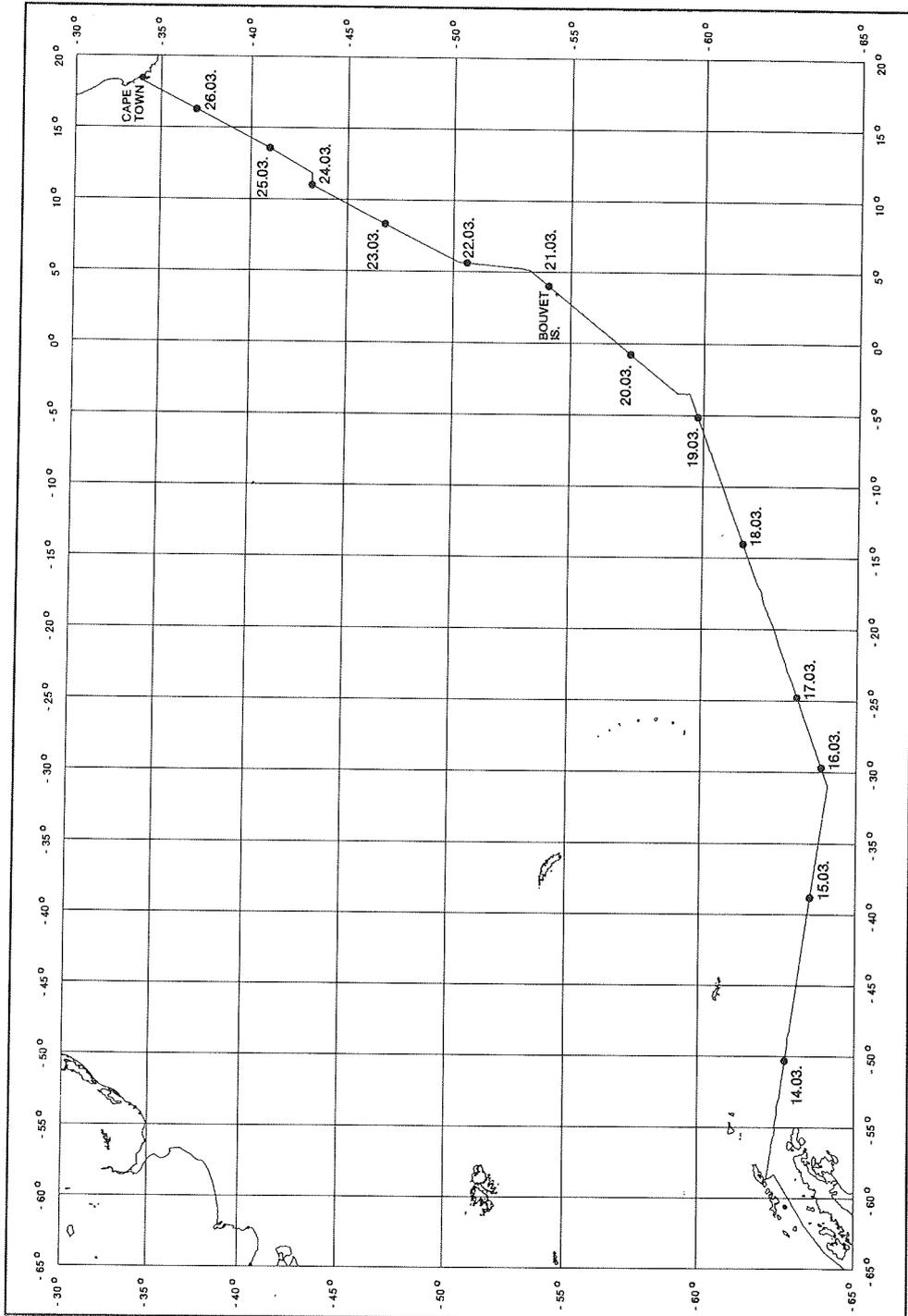
The geophysical studies were supplemented by marine geological sampling of transects perpendicular to the margin from the deep sea to the shelf environment. A link to the deeper sedimentary structures was established through sediment echography using the PARASOUND system. Sampling of the topmost part of the sediments allows the study of recent glacial marine sedimentation processes. Continuous bathymetric measurements generally along the ships tracks or in areal mode within selected areas using the on board HYDROSWEEP multibeam echo sounder enhanced the geophysical component of the cruise.

Ground truth studies for ERS-1 altimeter and SAR-data over the sea ice together with various satellite data sets provided a detailed picture of the kinematic and dynamic variations of the sea ice in that area and improved satellite data interpretation. At the same time studies of the optical properties of sea ice were carried out in order to understand light and energy transmission and their relevance to the in ice as well as sub ice biological communities. Biological research during the cruise was more of an exploratory character, since very little was known about marine life in the investigation area. The studies helped to understand the benthic as well as the neritic ecology. In the neritic zone special emphasis was given on studies of Krill and Copepods.

The land based activities concentrated on the area of Horseshoe Island and included geological sampling of rock formations of a high age. Process oriented geomorphological studies were done as ground truthing experiments for the ERS-1 SAR data sets. Part of the cruise track back to Capetown through the polar frontal system in the South Atlantic was used as a pre-site survey for future ODP-sites. The "Polarstern" cruise ANT-XI/3 ended in Capetown on March 27th. The cruise report includes additional activities at the German wintering over base Neumayer respectively in Heimefrontfjella.

Abb. 1: Fahrtroute von FS "Polarstern" auf ANT-XI/3 im Bellingshausen- und Amundsenmeer
Fig. 1: Cruise track of RV "Polarstern" during Leg ANT-XI/3 in the Bellingshausen and Amundsen Seas

Abb. 2: Fahrtroute von FS "Polarstern" auf ANT-XI/3 im Weddellmeer
Fig. 2: Cruise track of RV "Polarstern" during Leg ANT-XI/3 in the Weddell Sea



1.3 Meteorologische Beobachtungen (Röd)

Das westantarktische Operationsgebiet lag durchweg im Bereich der subantarktischen Tiefdruckrinne, und zwar im wesentlichen etwas südlich von deren etwa zwischen 65° und 70° S verlaufenden meridionalen Achse. Das zeigte sich auch deutlich in den bei weitem überwiegenden östlichen Windrichtungen, dem Monatsmittel des Luftdrucks von 980 hPa, der Seltenheit von sonnigen Tagen und der Häufigkeit von Schneefällen. Die Niederschläge waren westlich der Halbinsel wesentlich zahlreicher und auch merklich ergiebiger als über dem Weddellmeer. Die dort und über der Halbinsel nicht seltenen stabilen Hochdrucklagen blieben im Westen nahezu ganz aus. Die Konstituenten der subpolaren Tiefdruckrinne können als Turbulenzelemente einer verwirbelten Westdrift angesehen werden. Das Verhalten dieser individuellen Tiefs hatte fast chaotischen Charakter, sowohl in der Verlagerung wie auch in den Intensitätsänderungen. Sie bestimmten die Variabilität des täglichen Wetterablaufes, der im großen und ganzen noch deutlich sommerliches Gepräge zeigte, wie die mittlere Windgeschwindigkeit im Februar von nur 20 Knoten entsprechend einer Windstärke von 5 Bft beweist.

Gefühlsmäßig wirkten die westantarktischen Wirbel wesentlich weniger organisiert und kalkulierbar als die Strömungsmuster des Weddellmeeres, worunter jede Prognose zu leiden hatte. Dreimal allerdings entwickelten sich Sturmlagen, die als typisch beschrieben werden sollen: Der erste und schwerste Sturm der ganzen Reise erfaßte "Polarstern" am 30. Januar westlich der Halbinsel nahe der argentinischen Station San Martin. Ein auf 60° S-Breite ostwärts ziehendes Tief erzeugte über der Halbinsel eine nordöstliche Strömung, die ihrerseits in Lee der südlichen Hochgebirge dynamisch ein kleines Lee-Tief induzierte. Dadurch wiederum wurde das auslösende Tief von seiner Zugbahn nach Südosten abgelenkt, wo es sich mit dem Lee-Tief vereinigte und den Sturm in einer Art positiver Rückkopplung mit erhöhter Energie anfachte. Es handelte sich dabei offensichtlich um einen Föhnsturm: Die relative Feuchte sank auf 40 %, die aufgelockerte Bewölkung zeigte schöne Lenticularis-Strukturen, während die Ostflanke der Halbinsel durch eine Föhnmauer zugestaut war. Fast den ganzen Tag hielt Windstärke 10 an mit einem absoluten Maximum von 85 Knoten. Wie weit an diesem Ereignis auch katabatische Effekte beteiligt waren, kann nicht beurteilt werden. Stürmischer nördlicher Wind vom 4. bis zum 7. Februar ließ sich hingegen als reiner Gradientwind ohne Modifizierung durch die Topographie erklären. Das verantwortliche Tief war auch diesmal so wie im vorhergehenden Fall in den Satellitenbildern nicht durch eine deutliche Zirkulation markiert, ein Umstand, der des öfteren zu beobachten war und die Analyse gravierend erschwerte. Am 11. und 12. Februar handelte es sich bei dem stürmischen SE-Wind zweifelsfrei um eine rein katabatisch angetriebene Strömung, die allenfalls geostrophisch in Gang gesetzt worden war. Sie hatte Bora-Charakter und ließ die Temperatur auf -10°C sinken. Außerhalb dieser Starkwindperioden wurde höchstens kurzzeitig in Böen 8 Bft erreicht. So z.B. in der Nacht zum 6.3., wo ein unscheinbares Tief nach Norden über das Schiff hinwegzog und einen Kaltluftvorstoß einleitete (-11°C). Dieser Wirbel hatte Ähnlichkeit mit einem "Polar Low", das sich an der Eiskante durch ablandigen Wind gebildet haben könnte, war aber wohl doch zu groß, um diesen Namen zu verdienen.

Die Graphiken (Abb. 3) geben die Verhältnisse im Februar wieder, auf den die Forschungsarbeiten im wesentlichen konzentriert waren. An- und Abreise zur und von der Westantarktis wurden bewußt nicht aufgenommen, da eine Statistik dann

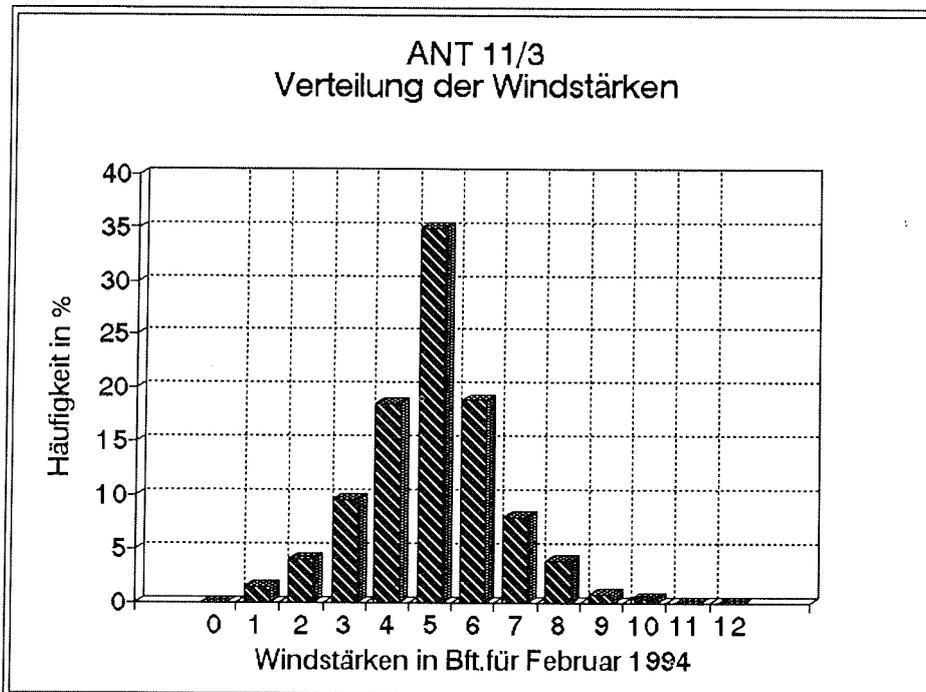
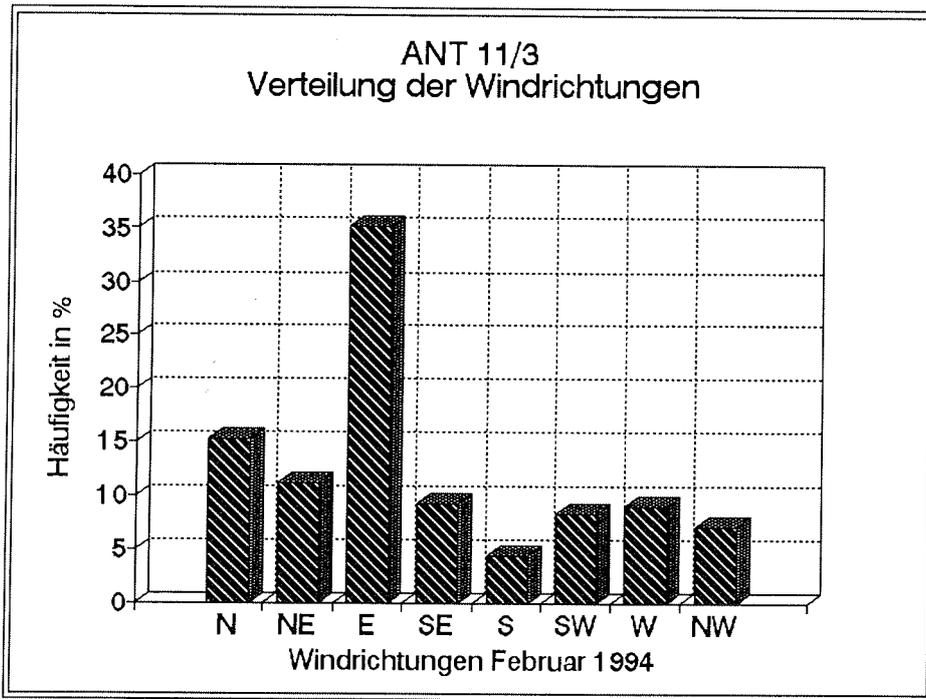


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windstärken im Februar 1994
Fig. 3: Frequency distribution of wind direction and wind strength during February 1994

ihren Sinn weitgehend verloren hätte. In der ersten Märzhälfte auf der Rückfahrt zur Halbinsel herrschten bei unverändertem Druckniveau gänzlich andere Strömungsverhältnisse (in den Graphiken nicht mehr enthalten).

Die Dominanz der Ostkomponenten war verschwunden und durch ein deutliches Vorherrschen von Winden aus dem Westquadranten ersetzt (über 50%). "Polarstern" fuhr somit schon etwas nördlich der Achse der Tiefdruckrinne, deren Einzelzirkulationen weiterhin ziemlich harmlos blieben. Eine von der numerischen Prognose für die Halbinsel vorhergesagte Orkanzyklone erwies sich zwar als richtig lokalisiert, aber nicht so intensiv wie erwartet und brachte "nur" Windstärke 8-9 Bft, so daß die letzten Flüge bei der Station Jubany ohne ernste Probleme durchgeführt werden konnten. Bald nach Verlassen der Halbinsel brach das Starkwindfeld zusammen und zum ersten Mal seit vierzig Tagen stieg der Luftdruck am 14.3. wieder etwas über 1000 hPa an.

2. MARINE GEOPHYSIK

2.1 Seismik (Gohl, Miller, Fechner, Hübscher, Weigelt, Oszko, Martens, Vanneste, Maes, Lambrecht, Nitsche, Böckmann, Kösters, Tryggvason)

Das Schwerpunktprogramm dieses Fahrtabschnitts bestand aus der Erkundung der oberen und unteren Erdkruste im Gebiet des geophysikalisch eher unbekanntem Bellingshausen- und Amundsenmeeres und ihrer Schelfgebiete mit seismischen Methoden. Vierzehn Wissenschaftler waren an diesem intensiven Programm beteiligt, darunter zwei Teilnehmer vom Renard Centre of Marine Geology (RCMG) aus Gent, Belgien, und ein Teilnehmer vom Institute of Solid Earth Physics, Uppsala University, Schweden.

Reflexionsseismik

Die Profile (Abb. 4 und 5) wurden nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt:

- Tiefenseismische Schnitte erstrecken sich vom kontinentalen Schelf über den Kontinentalhang in die Tiefseeebene zur Erkundung der tektonischen und sedimentologischen Entwicklung des heutigen passiven Kontinentalrandes von der Marguerite Bay zum zentralen Amundsenmeer. Seit Ende der Subduktion der pazifischen ozeanischen Kruste entlang der antarktischen Halbinsel sind die Kompressionsstrukturen weitgehend von glazialbedingter Sedimentation und Subsidenz überprägt worden. Mit Hilfe unserer Profile können wir die Relikte der Kompressionsstrukturen des Grundgebirges und der Akkretionssedimente kartieren. Die Lagerung der progradierenden Sedimentschichten auf dem Schelf und Schelfhang geben uns Aufschluß über den Fortschritt und Rückzug der glazialen Ausbreitung entlang der antarktischen Halbinsel. In Abhängigkeit von der Eisbedeckung wurden insgesamt fünf reflexionsseismische Profile quer zum Kontinentalhang geschossen, davon zwei westlich der Marguerite Bay (AWI-94002 & 94003), zwei im nördlichen Bellingshausenmeer in Richtung auf Peter I. Island zu (AWI-94030 & 94040) und ein Profil im östlichen Amundsenmeer (AWI-94042).
- Die Kartierung des Sedimentbeckens und der Grundgebirgsstrukturen im inneren Schelfbereich des zentralen Bellingshausenmeeres war ein weiteres Expeditionsziel. Profil AWI-94010 ist primär ein Refraktionsprofil mit begleitender

Reflexionsseismik niedriger Überdeckung zur Erkundung der Krustenmächtigkeit und -struktur entlang des Ronne Entrance. Mit dem Profil AWI-94020 erkundeten wir die Sedimentstrukturen und Erosionsmuster auf dem inneren Schelf quer zum Ronne Entrance und sub-parallel zum Streichen des Kontinentalrandes.

- Die Erkundung der Tiefseebene westlich von Peter I. Island beinhaltete ein langes Profil (AWI-94041), das sich vom Bereich der vulkanischen Insel- und Seamount-Kette, die sich von Peter I. Island zu den De Gerlache Seamounts erstreckt, über eine, von Satelliten-Altimetriedaten abgeleitete, markante Schwereanomalie westlich von Peter I. Island hinweg erstreckt. Ein zusätzliches Profil (AWI-94043) senkrecht zur Streichrichtung und über den zentralen Bereich der Anomalie liefert uns ein genaueres, dreidimensionales Abbild der Krustenstrukturen.
- Ein tiefenseismischer Schnitt von der Seamount-Region des Amundsen Rückens über das bisher nicht kartierte zentrale Amundsenmeer bis in die Nähe der Küste von Marie Byrd Land (AWI-94050 bis 94054) gibt uns Aufschluß über die Position des Schelfrandes und die Beschaffenheit des Grundgebirges und der Sedimentverteilungen im Übergang von der Tiefseebene zum Kontinentalfuß. Diese Region ist von großem tektonischem Interesse, da hier einer der Schlüssel für die Ablösung der neuseeländischen Kontinentalplatte und des Campbell Plateaus vom antarktischen Kontinent liegt.
- Auf der Rückfahrt nach Kapstadt schossen wir ein Reflexionsprofil über einige der Schwereanomalien des "Fischgräten"-Anomalienmusters nördlich des Weddellmeeres (AWI-94060) und führten seismische Voruntersuchungen zu ODP-Bohrvorschlägen im Südatlantik (AWI-94070 bis 94100) durch.

Eine Eisbarriere nördlich der Pine Island Bay (Amundsenmeer) hinderte uns daran, die geplanten seismischen Messungen zur Untersuchung der Krustenblöcke von Thurston Island und Marie Byrd Land in der eisfreien Bucht vorzunehmen.

Für die Registrierung reflexionsseismischer Daten waren folgende Geräte im Einsatz:

- 1 Streamer (Syntron) mit 96 seismischen Kanälen auf 2400 m aktiver Länge.
- 1 Streamer (Prakla) mit 96 seismischen Kanälen auf 600 m aktiver Länge.
- 8 Airguns (Prakla) mit je 3,0 l Kammervolumen, im Cluster gefahren.
- 3 GI-Guns (Sodera) mit je 4,3 l Kammervolumen (Generator 2,6 l, Injector 1,7 l), im Cluster gefahren.
- 1 Airgun (Bolt) mit 32 l Kammervolumen.

Die Daten wurden mit einer Geometrics 2420 im SEG-D-Format aufgezeichnet. Auf zwei EPC-Recordern schrieben wir den Analogausgang des Kanals 8 parallel dazu mit unterschiedlichen Zeitfenstern mit. Das 8-Airgun-Cluster und die 32-l-Airgun wurden in der Regel mit einem Druck von 130 bar, das GI-Gun-Cluster mit einem Druck bis zu 150 bar gefahren. Die Tabelle 1 faßt die Lokationen und Registrierparameter aller Reflexionsprofile zusammen. Auf vielen Profilen wurden Sonobojen zur Geschwindigkeitskontrolle der obersten Schichten eingesetzt (Tab. 2).

Tab. 1: Auflistung der seismischen Profile auf ANT-XI/3 mit entsprechenden Registrierparametern.
Tab. 1: Listing of seismic profiles during ANT-XI/3 including the recording parameters.

Profil-Nr.	Typ	Beginn Datum	Zeit	Ende Datum	Zeit	Airguns	Schuß- intervall (s)	Streamer- länge (m)	Seism. Kanäle	Registrier- länge (s)	Abtast- rate (ms)	Schüsse	Länge (km)
Bellingshausen-/Amundsen See:													
AWI-94001	Ref.	25.1.94	17:41	25.1.94	21:02	3x4.3 GI	10	600	96	6	2	1206	33
AWI-94002	Ref.	1.2.94	22:41	3.2.94	12:32	8x3 Prakla / 3x4.3 GI	15	2400	96	12	2	8900	369
AWI-94003	Ref.	3.2.94	12:45	4.2.94	19:05	8x3 Prakla / 3x4.3 GI	15	2400	96	12	2	6904	288
AWI-94010	Ref./Refr.	7.2.94	6:39	8.2.94	11:24	1x32 Bolt	30 / 60	2400	96	20	4	2518	263
AWI-94020	Ref.	10.2.94	16:10	12.2.94	0:58	8x3 Prakla	15	2400	96	12	2	7872	360
AWI-94030	Ref.	13.2.94	22:26	15.2.94	9:22	3x4.3 GI	10	600	96	8	2	12576	363
AWI-94040	Ref.	19.2.94	0:42	19.2.94	12:34	8x3 Prakla	15	600	96	12	2	2844	121
AWI-94041	Ref.	19.2.94	12:34	21.2.94	14:51	8x3 Prakla / 3x4.3 GI	15	600	96	12	2	11476	492
AWI-94042	Ref.	21.2.94	14:53	22.2.94	11:23	8x3 Prakla	15	600	96	12	2	4920	215
AWI-94043	Ref.	5.3.94	18:58	6.3.94	18:16	8x3 Prakla / 3x4.3 GI	15	600	96	12	2	5408	226
AWI-94044	Ref./Refr.	6.3.94	21:58	7.3.94	12:04	1x32 Bolt	60	600	96	20	4	846	177
AWI-94050	Ref.	26.2.94	4:54	26.2.94	22:12	8x3 Prakla	15	600	96	12	2	4152	174
AWI-94051	Ref.	26.2.94	22:32	27.2.94	0:15	8x3 Prakla	15	600	96	12	2	412	21
AWI-94052	Ref.	27.2.94	0:25	27.2.94	3:52	8x3 Prakla	15	600	96	12	2	828	37
AWI-94053	Ref.	27.2.94	4:03	27.2.94	6:11	8x3 Prakla	15	600	96	12	2	512	22
AWI-94054	Ref.	27.2.94	6:17	28.2.94	19:14	8x3 Prakla	15	600	96	12	2	8868	287
Total Bellingshausen-/Amundsen See												80242	3448
davon Refraktion												3364	440
Südatlantik:													
AWI-94060	Ref.	16.3.94	5:41	17.3.94	6:59	3x4.3 GI	15	600	96	12	2	6072	
AWI-94070	Ref.	19.3.94	16:42	19.3.94	23:57	3x4.3 GI	15	600	96	12	2	1740	
AWI-94080	Ref.					3x4.3 GI	15	600	96	12	2		
AWI-94090	Ref.					3x4.3 GI	15	600	96	12	2		
AWI-94100	Ref.					3x4.3 GI	15	600	96	12	2		
Total Südatlantik													
Total													

Sonoboje	Band	Position		entlang Profil
SB 01	30L	S 68.50000	W 74.49833	AWI-94002
SB 02	10L	S 67.92317	W 78.26867	AWI-94002
SB 03	30L	S 71.80333	W 77.16083	AWI-94020
SB 04	10L	S 72.10483	W 78.23667	AWI-94020
SB 05	30L	S 71.99517	W 78.05633	AWI-94020
SB 06	30L	S 72.59267	W 79.01483	AWI-94020
SB 07	30L	S 70.27150	W 87.45050	AWI-94030
SB 08	10L	S 69.50833	W 91.73900	AWI-94041
SB 09	30L	S 69.49700	W 93.94150	AWI-94041
SB 10	10L	S 69.49867	W 94.10050	AWI-94041
SB 11	30L	S 69.49900	W 94.74183	AWI-94041
SB 12	10L	S 69.50083	W 96.29567	AWI-94041
SB 13	30L	S 69.50050	W 101.04517	AWI-94041
SB 14	10L	S 69.49950	W 102.21167	AWI-94041
SB 15	30L	S 69.36433	W 117.63733	AWI-94050
SB 16	30L	S 69.98750	W 118.40117	AWI-94050
SB 17	10L	S 70.05483	W 118.45950	AWI-94050
SB 18	30L	S 70.48433	W 119.08200	AWI-94054
SB 19	30L	S 70.81267	W 119.50900	AWI-94054
SB 20	10L	S 71.08333	W 119.83500	AWI-94054
SB 21	10L	S 72.45700	W 121.08450	AWI-94054
SB 22	10L	S 69.51000	W 97.21600	AWI-94043
SB 23	30L	S 69.49883	W 93.28400	AWI-94044
SB 24	10L	S 69.49817	W 93.97550	AWI-94044
SB 25	10L	S 69.49667	W 94.59583	AWI-94044
SB 26	30L	S 69.49700	W 95.36917	AWI-94044
SB 27	10L	S 69.49567	W 96.11217	AWI-94044
SB 28	30L	S 69.49583	W 96.70567	AWI-94044

Tab. 2: Positionen der eingesetzten Sonobojen.
Tab. 2: Positions of sonobuoys.

Pos. Nr.	Instrum.	ID-Nr.	Position		Tiefe/ Höhe (m)	seism. Kanäle	Schußprofil
11	RefTek	AWI 05	S 71.04867	W 76.48583	17	2	AWI-94010
11	RefTek	AWI 10	S 71.04867	W 76.48583	17	3 (3-K)	AWI-94010
13	RefTek	AWI 03	S 71.80217	W 75.39200	20	2	AWI-94010
14	RefTek	AWI 04	S 72.08617	W 74.67767	32	2	AWI-94010
14	RefTek	AWI 07	S 72.08617	W 74.67767	32	3 (3-K)	AWI-94010
12	OBS	OBS 04	S 71.46617	W 76.11933	-730	4	AWI-94010
16	OBS	OBS 01	S 72.35067	W 73.54917	-440	4	AWI-94010
17	OBS	OBS 03	S 72.54083	W 73.00217	-506	4	AWI-94010
18	OBS	OBS 02	S 72.72033	W 72.49333	-842	4	AWI-94010
1	OBS	OBS 02	S 69.49483	W 97.44083	-4300	4	AWI-94044
2	OBS	OBS 04	S 69.51883	W 95.01550	-4218	4	AWI-94044
3	OBS	OBS 03	S 69.49633	W 92.73600	-3892	4	AWI-94044

Tab. 3: Positionen der seismischen Landstationen und Ozeanbodenseismometern (OBH).
Tab. 3: Positions of seismic landstations and ocean-bottom seismographs (OBH).

Kurz vor dem geplanten Ende des Profils 94020 setzte sich der 2400 m-Streamer im aufkommenden Preßeis fest und riß in der 6. aktiven Sektion. Nach relativ kurzer Suchfahrt konnte ein Ende des abgerissenen Streamers gesichtet werden. Die anschließende Bergung ging langsam voran, da die Sektionen teilweise fest im Eis verkeilt waren. Der Streamer war für den weiteren Fahrtabschnitt nicht mehr einsatzbereit. Die anschließenden Profile sind daher ausschließlich mit dem 600m-Streamer gefahren worden. Insgesamt wurden in Bellingshausen- und Amundsenmeer 3448 km an reflexionsseismischen Daten registriert.

Refraktionsseismik

Für die Registrierung von Refraktions- und Weitwinkelreflexionsdaten standen uns folgende Instrumente zur Verfügung:

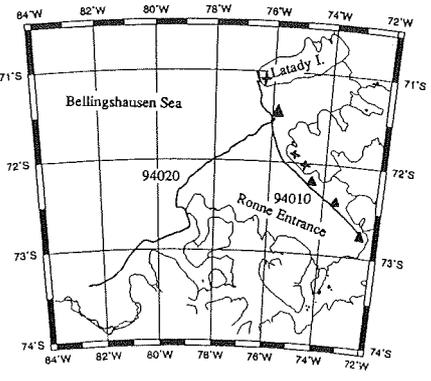
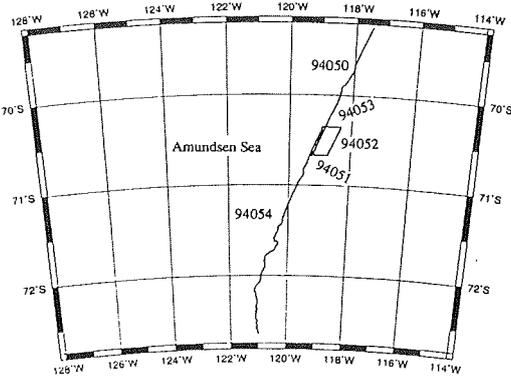
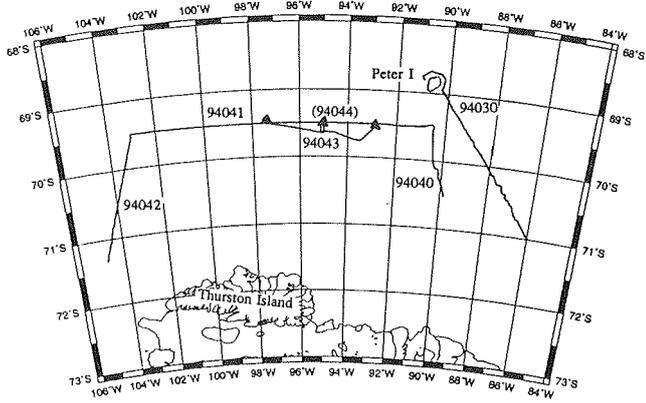
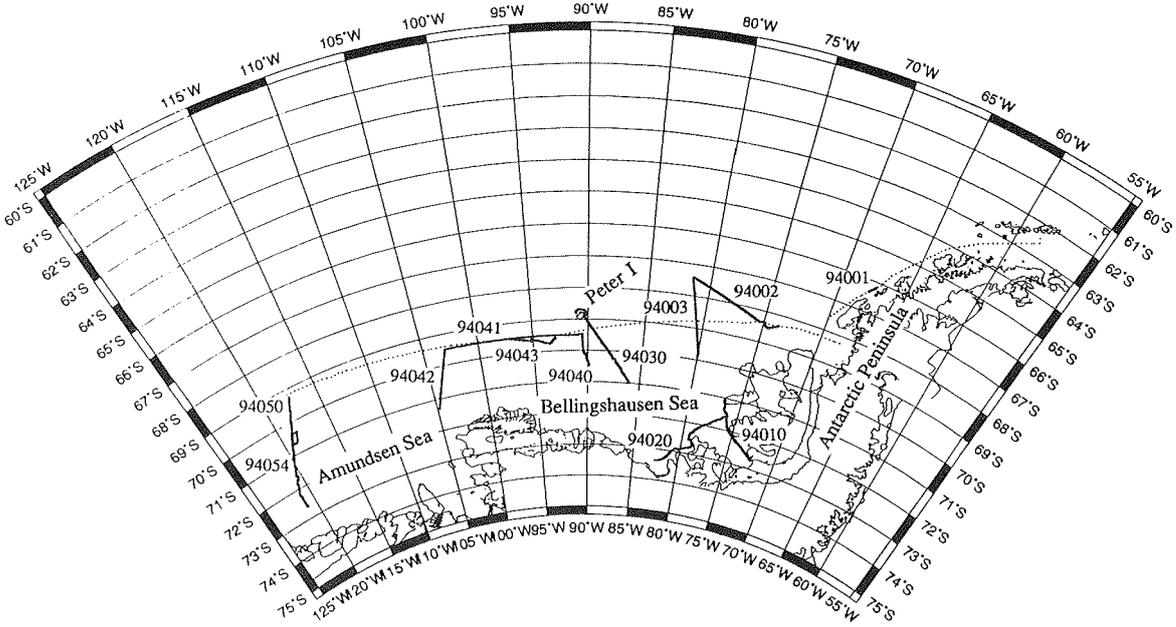
- 4 Ozeanbodenseismographen (Geomar-OBH) mit DAT-Recorder und akustischem und time-release (Oceanö).
- 6 RefTek 6-Kanal Registriereinheiten mit je 440 MB Plattenspeicher und GPS-Empfänger.
- 4 RefTek 3-Kanal Registriereinheiten mit DAT-Recorder und GPS-Empfänger.
- 1 RefTek 6-Kanal Registriereinheit mit 224 MB Plattenspeicher (Universität Uppsala).
- 1 RefTek 3-Kanal Registriereinheit mit 178 MB Plattenspeicher (Universität Uppsala).
- 3 Drei-Komponenten-Geophone (Typ Lippmann).
- 39 Ketten mit je sechs 4.5-Hz-Geophonen.

Registriert wurden die Schüsse der 32-l-Bolt-Airgun mit einem Druck von 130 bar im Schußintervall von 30 oder 60 s. Wir führten ein umfangreiches Testprogramm mit den OBH-Systemen an Bord und im Wasser durch, da diese Instrumente eine Neuanschaffung waren. Anfangs stellten wir Schwierigkeiten bei der Registrierung auf die DAT-Recorder und bei der Zeitfortschreibung fest, die aber durch Erdung am Druckgehäuse und Hinzufügen von Trockenbeuteln behoben werden konnten. Die Zeitsynchronisation erfolgte bei allen Geräten mit einer GPS-Uhr mit DCF-Ausgang (Lennartz).

Entlang des Ronne Entrance (Profil AWI-94010) setzten wir von Bord alle vier OBH-Systeme aus (Tab. 3). Desweiteren wurden mit Helikopterunterstützung seismische Landstationen an drei Lokationen auf dem Festlandeis ausgebracht. Drei OBHs haben kontinuierlich registriert. Das vierte brach die Registrierung nach wenigen Minuten ab. Dieses Instrument funktionierte auch bei weiteren Tests nicht einwandfrei und wurde nicht mehr eingesetzt. Bedingt durch Probleme mit der Elektronik, registrierten die an Land entlang der Ronne Entrance ausgesetzten RefTek nicht. Später konnten diese Probleme zwar beseitigt werden, jedoch mußten wir auf einen weiteren Einsatz der Instrumente in der Pine Island Bay verzichten, da, wie oben erwähnt, eine Eisbarriere den Zugang zur Bucht versperrte.

Abb. 4: (nächste Seite) Übersichtskarte der reflexions- und refraktionsseismischen Profile (dicke Linien), sowie der Magnetometerprofile (gepunktete Linien) im Bellingshausen- und Amundsenmeer und Karten ausgewählter Schwerpunktreionen. Seismische Landstationen sind durch Kreuze, OBH-Lokationen durch Dreiecke markiert.

Fig. 4: (next page) Overview map of seismic reflection, refraction (bold solid lines) and magnetometer (dotted lines) profiles in the Bellingshausen and Amundsen Seas and maps of selected profiles. Seismic landstations are marked by crosses; OBH locations are marked by triangles.



Die aufschlußreiche Basement-Topographie der auf dem Profil AWI-94041 registrierten Reflexionsdaten ermutigte uns, ein weiteres OBH-Profil (Profil AWI-94044) entlang des Profils AWI-94041 über die markante Schwereanomalie zu fahren (Tab. 3). Die drei ausgesetzten OBHs registrierten Daten von allen Schüssen. Als mangelhaft stellte sich die Kommunikation zwischen der Telecommand und den Transpondern bei Wassertiefen von über 4000 m heraus. In zwei Fällen hatten die Zeitauslöser die OBHs wieder an die Oberfläche bringen lassen. Nur in einem Fall gelang ein akustisches Auslösen.

Datenbearbeitung

Die Reflexionsdaten wurden mit dem Software-Paket DISCO auf der an Bord installierten Convex 3400/ES "demultiplexed" und auf 3480er-Cartridges geschrieben. Dabei wurden die Spuren mit konstanter Schußpunktentfernung (meistens Kanal 8) auf einer Platte abgelegt und "constant offset"-Plots von allen Profilen erzeugt. An vereinzelten Profilen wurden Filter- und Dekonvolutionstests zur Verbesserung des Signal/Rausch-Verhältnisses durchgeführt. Vom Profil 94043 sortierten wir die Schußsektionen in CMP-Sektionen und stapelten die CMPs mit einem einfachen Geschwindigkeitsmodell zu einem "brute stack" (Abb. 3). Die für die Geometrie erforderlichen Navigationsdaten wurden von der Bathymetriegruppe zur Verfügung gestellt. Die OBS-Daten sind von den DAT-Bändern über ein Abspielgerät (Delta-T Methusalem) in das RefTek-Format konvertiert und über einen SUN-Rechner auf Exabyte-Cassetten gesichert worden.

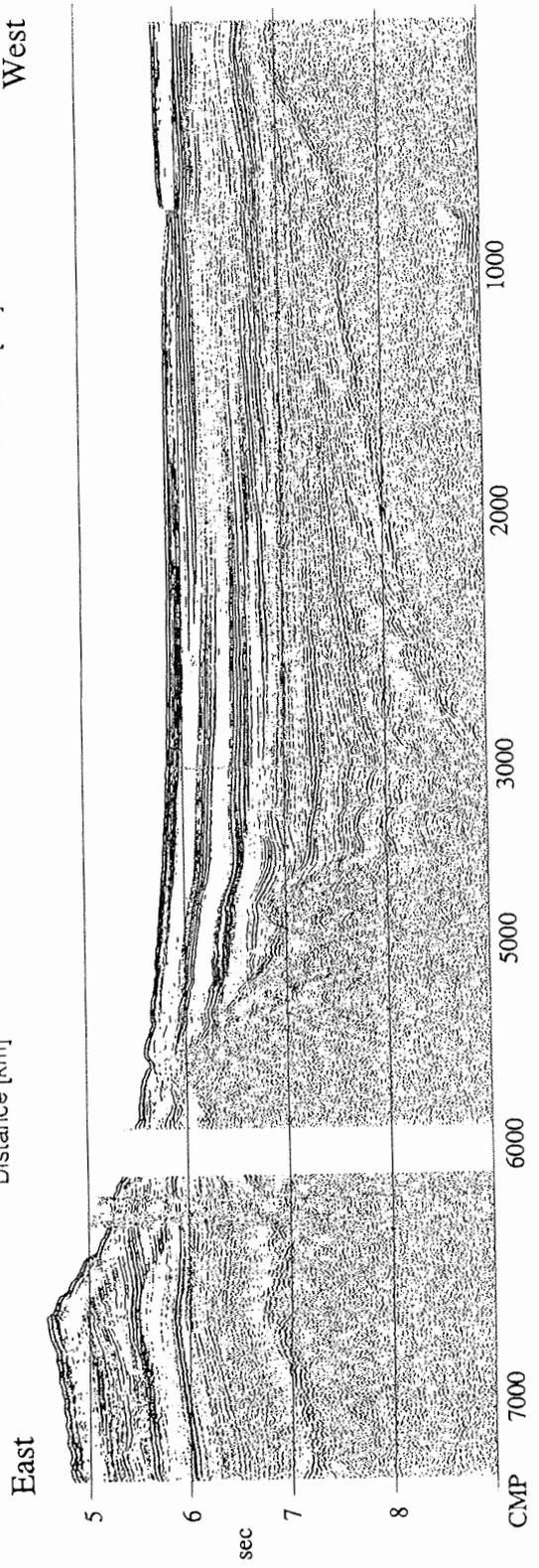
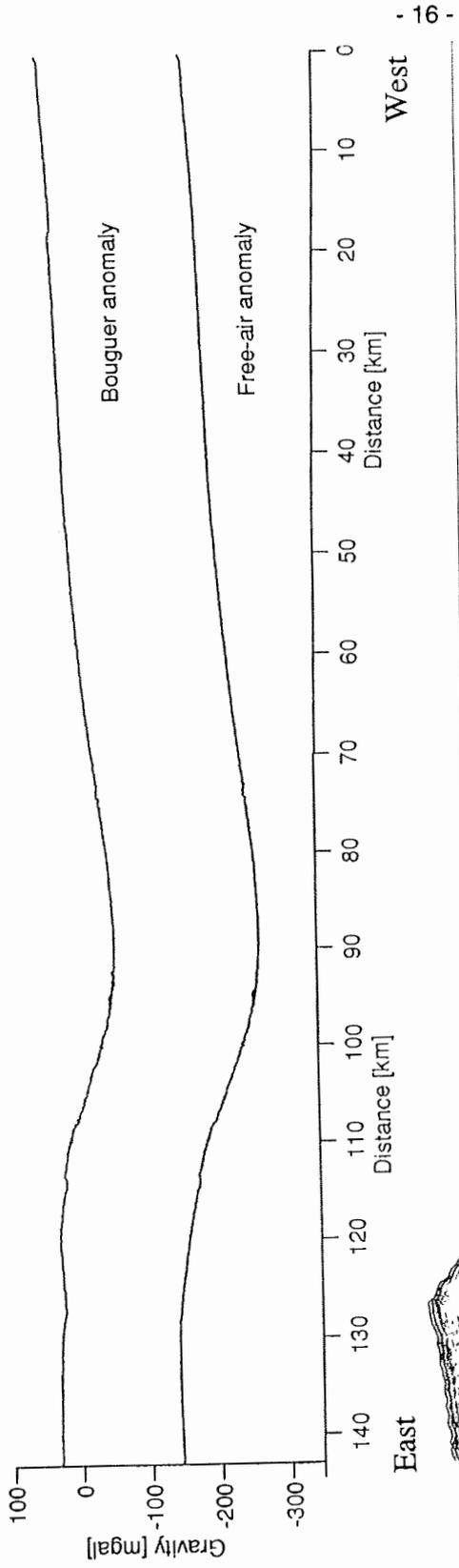
2.2 Gravimetrie (Weigelt, Miller, Gohl)

Mit dem an Bord installierten Seegravimeter KSS 31/25 (Bodenseewerke) wurden während des gesamten Fahrtabschnittes kontinuierlich Schweremessungen durchgeführt. Die Datenübertragung vom und zum Gravimeter wird von einem der Bordrechner (μ VAX 4000) gesteuert. Dabei erhält das Gravimeter im Sekundentakt über eine serielle Schnittstelle Navigationsdaten zur Stützung der Sensorplattform. Die Daten des Gravimeters wurden in unregelmäßigen Zeitintervallen von 9 bis 16 sec auf dem Bordrechner aufgezeichnet und stündlich gesichert.

Am 01.03.94 mußte der Kreiselblock zur Steuerung der Sensorplattform am Gravimeter nach 21174 Betriebsstunden ausgetauscht werden. Zweimal arretierte sich die Gravimeterplattform wegen hohen Seegangs und damit zu hohen Roll- und Stampfabweichungen. Ansonsten arbeitete das Gravimeter störungsfrei. Da das Gravimeter nur relative Schwerewerte liefert, wurden an Land in Punta Arenas und Kapstadt mit einem Lacoste-Romberg Landgravimeter Anschlußmessungen durchgeführt.

Abb. 5: Vorläufig gestapelte Sektion (brute stack) vom zentralen Abschnitt des Profils AWI-94043. Das Profil kreuzt eine markante Schwereanomalie, deren Freiluft- und Bouguer-Anomalienwerte oberhalb des Profils aufgetragen sind.

Fig. 5: Brute stack of the center part of profile AWI-94043. The profile crosses a large gravity anomaly. The free-air and Bouguer anomalies are drawn on top.



ANT XI/3 Profile A WI-94043

Zur Auswertung der Meßwerte wurde auf dem VAX-Rechner ein Programmpaket erstellt. Zuerst werden aus den unregelmäßig aufgezeichneten Daten ein Datums-, Zeit- und Schwerewert pro Minute ausgelesen. Dann wurden diese Minutenwerte über die Zeit mit den Navigationsdaten, sowie Kurs und Geschwindigkeit gekoppelt. Anschließend wurden damit die Breiten-, Eötvös-, Freiluft- und Bouguerkorrektur durchgeführt. Diese Auswertung beschränkt sich derzeit auf die Abschnitte der seismischen Profile (i.e. Abb. 3).

2.3 Magnetik (Nitsche, Martens, Miller, Gohl, Weigelt, Lambrecht, Fechner)

Das Seemagnetometersystem besteht aus zwei Geometrics G811 Protonen-Präzessionsmagnetometern, die 700 m bzw. 850 m hinter dem Schiff geschleppt werden und durch die Splitterbox mit dem Hauptkabel verbunden sind, und zwei Konsolen im Magnetometer/Gravimeterraum. Für die Bestimmung des Magnetfeldgradienten zur Berücksichtigung der globalen Feldschwankungen werden zwei Sensoren eingesetzt. Wir installierten ein neues Kabel von der Winde zur Splitterbox und zu den Sensoren und schlossen neue Sensoren an.

Wir nahmen Änderungen in der Datenerfassung an Bord vor. Beide Sensoren werden jetzt durch die Schiffsuhr getriggert, so daß alle zehn Sekunden ein neuer Wert eingelesen wird. Das Programm zur Datenerfassung auf der VAX (MAGDAT) wurde neu geschrieben, um Probleme mit der seriellen Schnittstelle des Magnetometers, die bisher immer aufgetreten waren, zu umgehen. Beide Sensoren werden unabhängig voneinander als "Master" gefahren (M1 und M2). Das Datenerfassungsprogramm registriert die Totalintensität und Tiefe der Sensoren im Wasser, berechnet den Gradienten der Totalintensität und schreibt die Werte auf einen Plattenbereich der VAX.

Zunächst wurde das System an Bord so weit getestet, bis die Magnetometerkonsolen und die Datenerfassung nahezu fehlerlos arbeiteten. Während der Rückreise vom Amundsenmeer wurden die Sonden am 3.3.94 zum ersten Mal ins Wasser gelassen. Auf der Fahrt vom Amundsenmeer bis Jubany wurden vier Profile vermessen (Abb. 1). Anschließend war das Magnetometer fast durchgehend bis Kapstadt im Einsatz.

3. MARINE GEOLOGIE

3.1 Sedimentologie (Bonn, Gingele, Grobe, Hillenbrandt)

Im Rahmen der marin-geologischen Beprobung wurde Probenmaterial zur Untersuchung der paläoglazialen und paläozeanographischen Verhältnisse im pazifischen Bereich des Südpolarmeeres am Kontinentalhang vor der Marguerite Bay, im Bellingshausenmeer und im Amundsenmeer gewonnen. Die Veränderungen der spezifischen Sedimentationsprozesse sollen aus den Sedimentfazies für die letzten quartären Klimazyklen rekonstruiert werden. Die Untersuchungen beinhalten die klimagesteuerten paläozeanographischen Veränderungen, die Geschichte der Meereisbedeckung unter Berücksichtigung des biogenen Sedimentinhaltes und der Sedimentstrukturen sowie die Verlagerungen von Kalbungs- und Grundlinie im Schelfbereich. Besonders die Ergebnisse zum Verhalten des westantarktischen Eisschildes während eines Klimazyklus sollen mit den an der ostantarktischen Küste durchgeführten Arbeiten verglichen werden. Analysen der Foraminiferenfaunen der Oberflächensedimente in Verbindung mit ozeanographischen und sedimentologischen Parametern sollen die Grundlage für weitere paläozeanographische Interpretationen an ausgewählten Kernen bilden. Eine erste stratigraphische Einstufung der Kerne wird durch Sauerstoffisotopenmessungen an planktischen Foraminiferen erfolgen. Sollte sich herausstellen, daß einzelne Kerne einen längeren geologischen Zeitraum erfassen (>700 ka), werden paläomagnetische Datierungsmethoden angewandt.

Auf insgesamt 36 Stationen wurden 111 m Sedimentkerne mit dem Schwerelot (SL), 17 ungestörte Oberflächenproben mit dem Multicorer (MUC) und 10 Proben mit dem Großkastengreifer (GKG) gewonnen. Die Stationen verteilen sich auf vier hangnormale Profile vor der Marguerite Bay (1), im Bellingshausenmeer (2) und im Amundsenmeer (1) und ein hangparalleles Profil zwischen Peter I. Insel und Amundsenmeer. Zusätzlich wurden auf verschiedenen Schelfpositionen Oberflächenproben gewonnen. In Verbindung mit den Proben zur Untersuchung der benthischen Foraminiferenfauna wurden 250 ml des überstehenden Bodenwassers aus den Multicorer-Rohren für $\delta^{13}\text{C}$ -Analysen mit Quecksilberchlorid fixiert. Aus der gleichzeitigen Untersuchung der Kohlenstoffisotopenverhältnisse im Wasser und an benthischen Foraminiferen wird ein Beitrag zur Paläoproduktivität und zur Paläozeanographie erwartet. Die Schwerelotkerne wurden in Metersegmente geschnitten und gekühlt bei $+4^\circ\text{C}$ transportiert. Die Großkastengreifer und Multicorer wurden für verschiedene Fragestellungen beprobt:

Multicorer:

- 1) 3-5 Rohre in Scheiben (0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 7-8, 10-11, 14-15 cm) mit Bengalrosa/Äthanol (1g/l)
benthische Foraminiferenvergesellschaftungen,
 $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ von benthischen und planktischen Foraminiferen, *Mackensen, AWI*
- 2) überstehendes Bodenwasser, 100 ml in Glasflasche, versiegelt, 250 ml in Glasflasche mit Quecksilberchlorid vergiftet, versiegelt
 $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ vom Bodenwasser, *Hubberten & Mackensen, AWI*
- 3) eine Scheibe (0-1 cm) Gesamtsediment
TOC, Karbonat, Sand/Silt/Ton, Tonmineralverteilung, *Grobe, AWI*
- 4) ein Rohr in Scheiben von jeweils 2 cm Dicke
TOC, Karbonat, Sand/Silt/Ton, Tonmineralverteilung,
 $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ an planktischen Foraminiferen, *Grobe, AWI*
- 5) 2-3 Rohre in Scheiben
Nährstoffe im Porenwasser (NO_2 , NO_3 , NH_4 , Si, PO_4),
pH-, O_2 -, TOC-, Karbonatprofil, ^{234}Th orium, *Holby, AWI*

- 6) 1 Rohr (0-5 cm) Gesamtsediment mit 4 % Formalin konserviert
Meiofauna, *Schminke, Universität Oldenburg*
- 7) 1-2 Rohre überstehendes Wasser (1 cm) und Gesamtsediment (0-1,5 cm)
mit 4 % Formalin konserviert
Meiofauna, *Brandt, Polarökologie Kiel*
- 8) Oberfläche mit Fluff
 $\delta^{15}\text{N}$ und Partikelgrößen des Fluff, *Stamans & Gutt, AWI*
- 9) überstehendes Wasser
Gelbstoff, *Brunßen, AWI*
- 10) überstehendes Wasser und Porenwasser
halogenierte Kohlenwasserstoffe, *Abrahamson, Dept. Anal. and Marine Chemistry, Göteborg*

Großkastengreifer:

- 1) Oberflächensediment (0-1,5 cm) mit Bengalrosa/Äthanol (1g/l)
benthische Foraminiferenvergesellschaftungen,
 $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ von benthischen und planktischen Foraminiferen, *Mackensen, AWI*
- 2) 1 Rohr (12 cm Ø) in Scheiben wie MUC
mit Bengalrosa/Äthanol (1g/l)
benthische Foraminiferenvergesellschaftungen,
 $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ von benthischen und planktischen Foraminiferen, *Mackensen, AWI*
- 3) 30 ccm Gesamtsediment (0-1 cm)
TOC, Karbonat, Sand/Silt/Ton, Tonmineralverteilung, *Grobe, AWI*
- 4) Gesamtsediment (0-1,5 cm) mit 4 % Formalin konserviert
Meiofauna, *Brandt, Polarökologie Kiel*
- 5) 1-2 Rohre (12 cm Ø)
Archiv, *Grobe, AWI*

Profil Marguerite Bay beginnt in der zentralen Marguerite Bay und verläuft in nordwestlicher Richtung bis in die Tiefsee (Grafiken s. Anhang). Der Schelf zeigt geringe Tiefenvariationen zwischen 350 und 400 m (PS2524/25). Der mit bis zu 13° sehr steil einfallende Kontinentalhang wurde bei 67,15° S senkrecht gekreuzt. Station PS2522 liegt vor dem Kontinentalfuß im Tiefseebereich. Station PS2523 liegt am oberen Hang und erbrachte einen nur geringen Kerngewinn. Der Diamiktit am Kernfänger war zäh und zeigte ein breites Korngrößenspektrum. Auf Grund der Wassertiefe von 740 m wurde hier vermutlich eine den Hang herabgerutschte Diamiktitscholle eines glazialen Eisvorstoßes getroffen. Im äußeren Schelfbereich wurden zwei Erhebungen gekreuzt, die vermutlich Endmoränenzüge darstellen. Eine Erhebung mit einer Höhe von etwa 15 m lag direkt am Schelf-Hang-Übergang, eine zweite Erhebung mit einer Höhe von 30 m etwa 30 km schelfeinwärts. Im Sedimentechlot stellte sich der äußere Bereich als relativ ebener, starker Reflektor dar, der schelfeinwärts unter die größere Moräne abtaucht. Ab hier zeigt der Meeresboden bis in die Marguerite Bay ein deutlich unruhigeres, rauhes Oberflächenecho.

Profil Peter I. Insel streicht ebenfalls in nordwestlicher Richtung. Es beginnt im inneren Bellingshausenmeer (PS2532) und endet im Flachwasserbereich von Peter I. Insel (PS2534). Zwischen Kontinentalhang und Inselsockel wurden Wassertiefen von 3783 m erreicht. Die tiefste Station PS2537 erbrachte, ebenso wie alle Stationen am Hang der Insel (PS2534-36), keinen Kerngewinn. Sedimentreste am Kernfänger bestanden aus einem schwarzen, mittelkörnigen Sand. Am gegenüberliegenden Kontinentalhang lag der Kerngewinn im Mittel bei 4 m (PS2538-41). Der Schelf (PS2533/42) mit Wassertiefen von ca. 500 m zeigt im kontinentnahen Bereich bis etwa 100 km vor der Bryan Küste eine Zunahme der Wassertiefe bis über 1000 m.

Profil Amundsenmeer beginnt auf dem Schelf vor Siple Island bei 630 m Wassertiefe (PS2545) und verläuft in ostnordöstlicher Richtung bis in den Bereich des Amundsen Ridge bei 69° S (Seismikprofil-Nr. 94050). Der Schelf zeigt am äußeren Rand wiederum einen Moränenzug mit minimalen Wassertiefen von 370 m. Nach dem Schelfknick folgt zuerst ein relativ steiler Hang der von 500 auf 2000 m Wassertiefe abfällt. Es folgt eine flach einfallende Terrasse, die vor dem Anstieg zum Amundsen Ridge 3500 m Wassertiefe erreicht (PS2546-51). Im mittleren Teil nehmen die Wassertiefen an einer Erhebung auf unter 2000 m ab (PS2547). Die Terrasse ist von bräunlichen, foraminiferenreichen Sedimenten bedeckt, die gut zu kernen sind und einen mittleren Kerngewinn von 10 m erbrachten. Am Süden des Profils wurde erfolglos versucht auf dem Amundsen Ridge einen Kern zu ziehen (PS2552). Der Kernfänger zeigte lediglich Reste von Foraminiferensand und enthielt einige Steine mit etwa 1 mm dicken Mangankrusten. Der im GEBCO-Datensatz verzeichnete Marie Byrd Seamount sollte auf diesem Profil bei 70° S gekreuzt werden. Er existiert zumindest in der verzeichneten Form nicht oder ist um 50 Meilen nach Norden verschoben (im Profil dann als Amundsen Ridge bezeichnet).

Profil Thurston Insel verläuft von Ost nach West bei 69° 30' S parallel zum Kontinentalfuß (Seismikprofil-Nr. 94041). Die Wassertiefen liegen zwischen 3800 und 4400 m. Der östliche Teil zeigt zwischen 90° und 92° W im Sedimentecholot einen relativ harten Oberflächenreflektor. Ebenso ist im westlichen Teil zwischen 100° und 104° W lediglich ein Oberflächenreflektor mit diffusem Untergrund zu erkennen. Der zentrale Teil ist bei 97°, 93° und 92° 30' W von 20-30 km breiten Erosionsrinnen durchzogen. Die dazwischenliegenden Bereiche zeigen deutliche Reflektoren mit einer Eindringtiefe bis zu 70 m. Dieser Bereich wurde auf den Stationen PS2553-56 mit einem mittleren Kerngewinn von 10 m beprobt. Im Westen bei 97° W beginnt direkt an der Rinne ein mächtiges Sedimentpaket mit guter Eindringung, deren Reflektoren nach Westen bei 99° W schwächer werden, um schließlich bei etwa 100° W ganz zu verschwinden.

3.2 Geochemistry (Holby)

Early diagenesis, bioturbation and fluxes

The main purpose of this cruise was to study calcite (carbonate) dissolution in the deep sea, according to biological activity and pressure influence. The decomposition of organic matter at the deep sea floor occurs predominantly with oxygen as electron acceptor. During this process carbon dioxide (CO₂) is produced, due to this, calcite will be dissolved whenever it is available. By measuring high resolution oxygen profiles at the sediment-water interface, the diffusive flux of oxygen into the sediment can be calculated and from this the supply of easy metabolized organic matter to the sea floor can be obtained. Calcite dissolution rate can in principal be derived from pH and alkalinity gradients. Because of calcites pressure dependence it is impossible to measure undisturbed pH-profiles on samples onboard. Due to this a free fall device (Lander, BOTTY) was used to measure oxygen and pH-gradients *in-situ* During this cruise the Lander was deployed five times (Tab. 1).

Using ²³⁴Th/²³⁸U disequilibrium, the particle flux and reworking rate of the sediment can be estimated. One core was taken from the multicorer (MUC), sliced in half cm thick slices and 5 ml of the sediment was prepared for β-counting onboard. Another

5 ml was spiked with ^{236}U and ^{229}Th , extracted and precipitated to be stored for processing later on in Bremerhaven. During this cruise ten cores from the multicorer were prepared for thorium analysis (Tab. 1). Samples from the multicorer were processed to complement the work with the lander. Oxygen and pH-gradients were measured with micro electrodes within 15 minutes after the core has been recovered. Pore water was pressed out of the the sediment for alkalinity and nutrients measurements. Samples for content of organic carbon, inorganic carbon, biogenic silica and ^{210}Pb in the solid phase and samples to determine porosity were taken. Fifteen cores according to Tab. 1. were prepared.

Results

An example of a preliminary profile of ^{234}Th can be seen in fig. 6, left. The results have to be corrected for porosity, Uranium content and the exchange. The correction for porosity and Uranium content will probably increase the first 2-3 values compared with the others, due to compaction in the sediment, the affinity of thorium to particles and the solubility of uranium in water.

Oxygens penetration into the sediment is very often a good indicator of the supply of easily metabolized organic matter. The oxygen-profile for station PS2522 and PS2527 is presented in fig. 6, right. These profiles are a typical example of a profile from a deep water station (PS2522) which have a "low" supply of easy metabolized organic matter and a shelf station which have "high" supply of easy metabolized organic matter. As can be seen in the figure the oxygen is depleted already 17 mm down in the sediment at station PS2527.

Date	Station	Lat S	Lon W	Depth	MUC	Thorium	BOTTY	
28.01	29/10	PS2522	66°53'	74°07'	3436	X	X	X
06.02	29/21	PS2527	71°29'	76°05'	730	X	X	X
06.02	29/22	PS2528	71°59'	75°17'	446	X	X	-
16.02	29/45	PS2537	69°18'	89°44'	3781	X	X	X
17.02	29/46	PS2538	69°44'	88°55'	3236	X	X	-
17.02	29/47	PS2539	69°51'	88°43'	2646	X	X	-
17.02	29/48	PS2540	70°04'	87°56'	1822	X	-	-
18.02	29/50	PS2542	70°31'	87°06'	677	X	X	-
18.02	29/51	PS2543	70°57'	89°21'	537	X	-	-
02.03	29/62	PS2546	72°03'	120°56'	2384	X	-	-
02.03	29/63	PS2547	71°09'	119°56'	2092	X	X	-
02.03	29/64	PS2548	70°47'	119°30'	2642	X	-	-
03.03	29/66	PS2550	69°51'	118°13'	3108	X	X	-
05.03	29/70	PS2553	69°30'	97°27'	4298	X	X	X
07.03	29/73	PS2555	69°29'	97°24'	4333	-	-	X
08.03	29/75	PS2556	69°30'	94°10'	3586	X	-	-

Tab. 1: Stations where the lander was deployed, thorium samples were prepared or/and sedimentological work was performed

Tab. 1: Stationen mit Bottom-Lander-Einsatz, sedimentologischen Arbeiten und Thoriummessungen

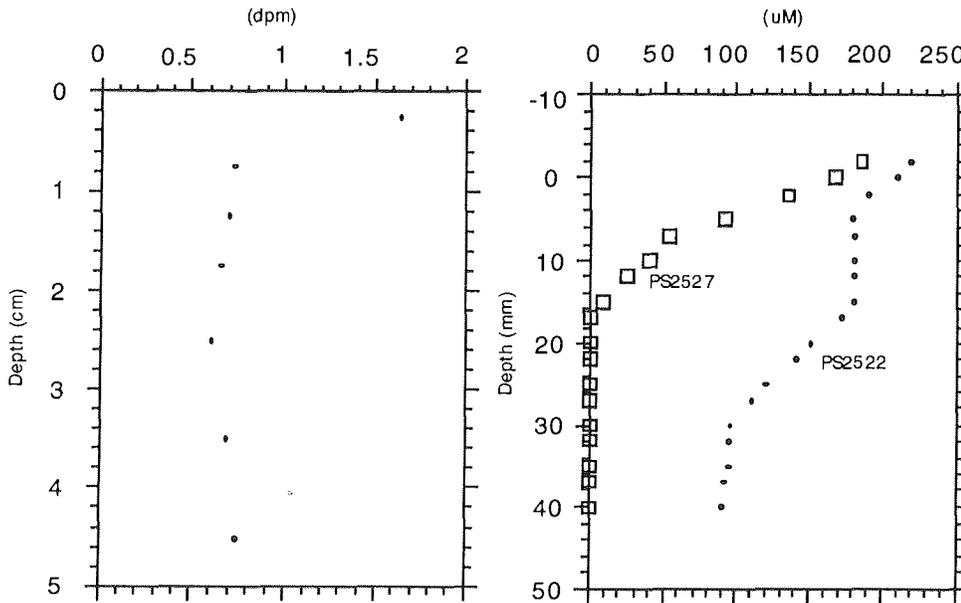


Fig. 6: Profile of thorium activity at station PS2527 (left). Oxygen profile at station PS2522 and PS2527 (right)

Abb. 6: Profil der Thoriumaktivität an Station PS2527 (links). Sauerstoffprofile der Stationen PS2522 und 2527 (rechts)

3.3 Bathymetrie (Grünwald, Niederjasper, Rottmann, Weigelt)

Das Fächersonar Hydrosweep war während der Fahrt ständig in Betrieb. Die Vermessungen lassen sich unterteilen in System-Testmessungen, Einzelprofilmessungen auf seismischen Profilen und zwischen geologischen Probenstationen sowie Detailvermessungen vor der Station Jubany und in der Marguerite Bay.

Systemtest

Nach Reparaturen am Hydrosweep-System wurden während der Reise ANT-XI/2 erhebliche Restmängel festgestellt. Um Hydrosweep wieder in einen operablen Zustand zu bringen, und diesen durch Kalibrierung und Testmessungen zu prüfen, nahm ein Serviceingenieur des Herstellers und ein Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Bathymetrie des AWI an den ersten 12 Tagen des Fahrtabschnittes ANT-XI/3 teil. In dieser Zeit wurden die im Folgenden aufgeführten Messungen mit Hydrosweep durchgeführt.

Kalibrierungsmessungen dienten der Bestimmung der Winkelkonstanten für die Korrektur von Pitch- und Rollwinkel. Diese Konstanten beinhalten die Abweichung der Lage der Hydrosweep-Schallwandler von der Lage der Schiffsplattform, die die Pitch- und Rollwinkel ermittelt. Ihre Neubestimmung war durch den Einbau neuer Wandler und durch Austausch bzw. Überholung beider Plattformen notwendig. Zur

Konstantenbestimmung wurde ein Profil von 5 nm im Gebiet des Yaghan Becken südöstlich von Feuerland bei 4000 m Wassertiefe achtmal durchfahren.

Zur Kontrolle der Funktion des Systems wurden 2 Gebiete im Bereich der Bransfield Straße in verschiedenen Messmodi mehrfach vermessen. Die Messdaten wurden an Bord ausgewertet und durch Berechnung und Vergleich digitaler Tiefenmodelle geprüft. Das Ergebnis der Untersuchung bestätigt im wesentlichen die Einsatzfähigkeit des Systems für wissenschaftliche Zwecke während des weiteren Fahrtverlaufes. Während der Testmessungen wurde ein untermeerischer Vulkan südöstlich der King George Insel detailliert vermessen. Der deutlich ausgeprägte Krater ragt etwa 800 m über den Meeresboden. Er hat einen Durchmesser von ca. 2 km und ist etwa 300 m tief (Abb.2).

Profilierende Messungen

Die Hydrosweep-Daten der Einzelprofilmessungen werden zusammen mit den Daten früherer Expeditionen zur Herstellung von Planungskarten für zukünftige Expeditionen genutzt. Außerdem werden sie zur Ergänzung und Vervollständigung von kleinmaßstäbigen bathymetrischen Karten wie z.B. der GEBCO-Karten verwendet. Ein Teil der Einzelprofile ist in Abb.1 dargestellt. Durch diese Profile gewinnt man einen kleinen Eindruck von der Meeresbodentopographie in den entsprechenden Gebieten, von denen teilweise noch keine bathymetrischen Daten vorlagen.

Im Verlauf einer Einzelprofilmessung (Profil 7) wurde festgestellt, daß der Marie Byrd Seamount im Amundsenmeer nicht entsprechend der in der GEBCO-Karte Nr. 5.15 dargestellten Form und an der angegebenen Position vorhanden ist. Ein neuer Seamount wurde ca. 60 nm nördlicher vermessen. Dieser erhebt sich vom 3500 m tiefen Meeresboden 1500 m empor und hat einen Durchmesser von ca. 10 km (Abb. 3). Durch mehrere Einzelprofile, die in der Ronne Entrance gefahren wurden, konnte diese Bucht zwar nicht geschlossen vermessen werden, doch läßt sich die grobe Meeresbodentopographie erkennen.

Detailvermessungen

Die erste Detailvermessung entstand im Zuge einer Testmessung vor der argentinischen Station Jubany auf King George Island (s.o.). Eine weitere geschlossene Vermessung wurde in der Marguerite Bay ca. 15 nm südlich der britischen Station Rothera durchgeführt. Aufgrund der geringen Tiefe betrug die Ausdehnung des in ca. 15 Stunden vermessenen Gebietes nur 10x25 km. Dafür ergab sich jedoch eine sehr hohe Auflösung der Meeresbodentopographie. Der Graben zwischen Adelaide Island und dem Festland ist mit einer Tiefe von bis zu 1000 m deutlich zu erkennen (Abb. 4). Während der Stationsarbeiten, insbesondere bei stark geneigtem Meeresboden, wurde Hydrosweep auch zur genauen Positionierung herangezogen.

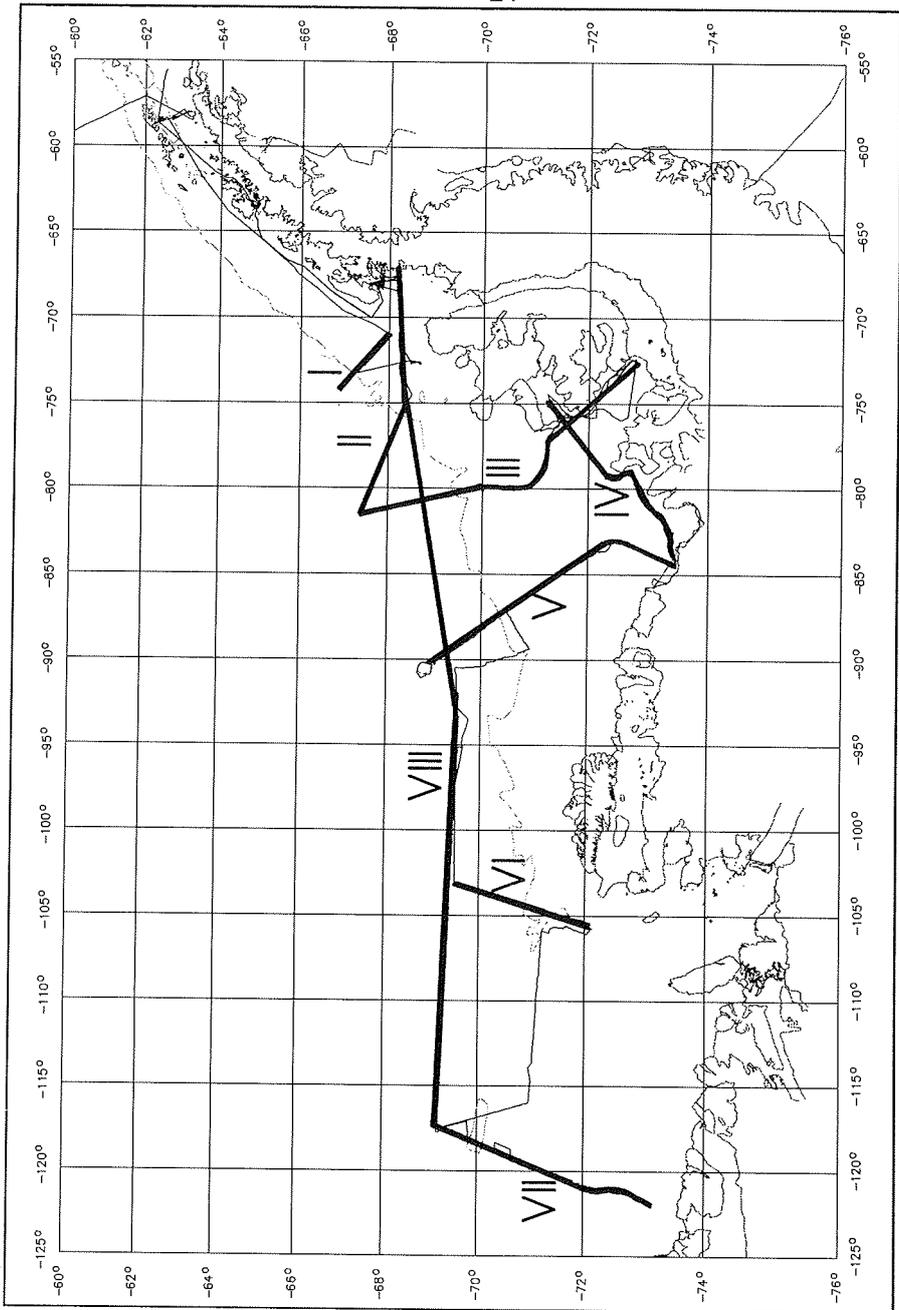


Abb. 7a: Übersicht mit den Positionen der Einzelprofile.
Fig. 7a: Map with locations of the single profiles.

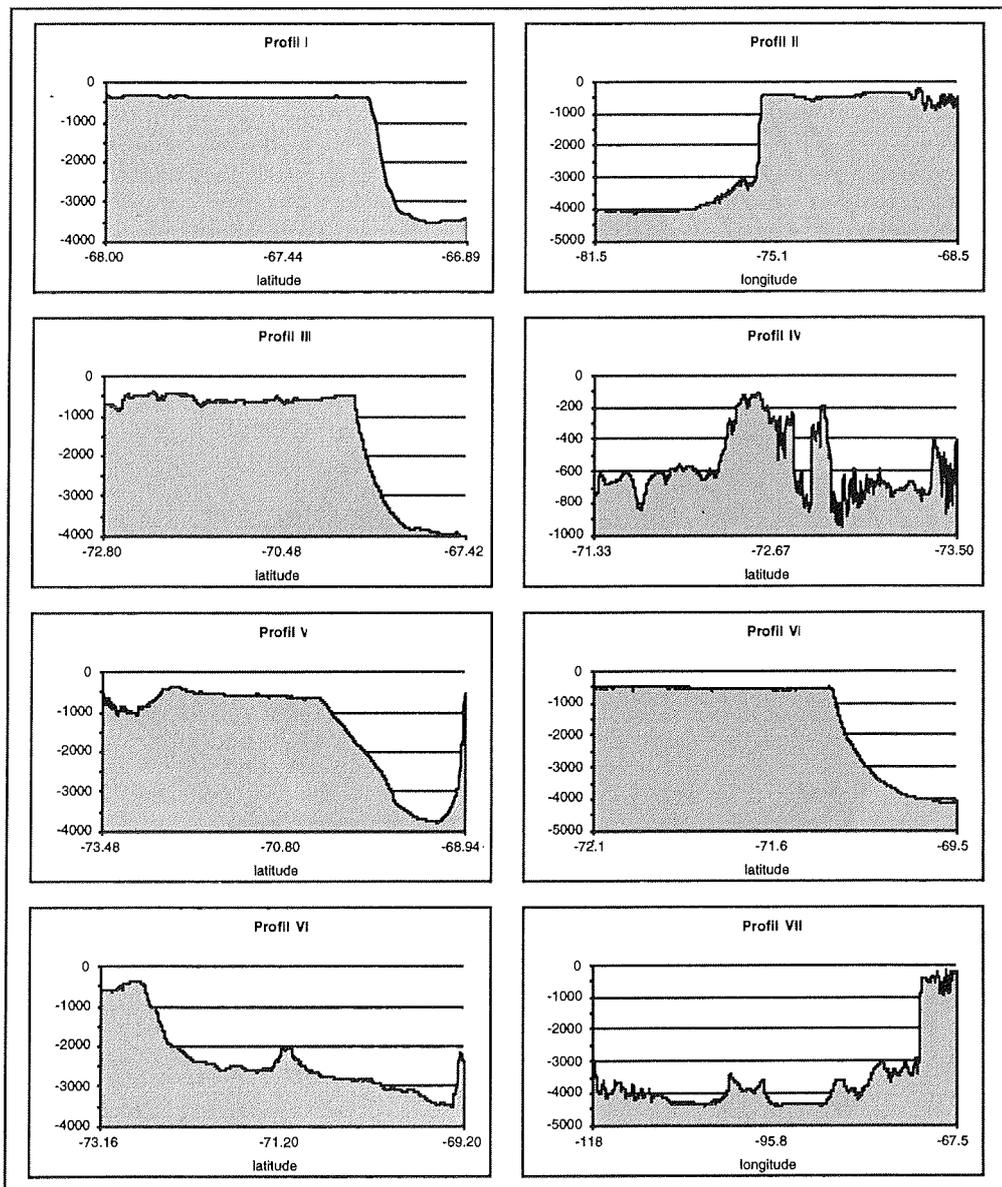


Abb. 7b: Längsschnitte der Einzelprofile, mit Hydrosweep gemessen (unterschiedliche Maßstäbe und Überhöhungen).

Fig. 7b: Single profiles measured with Hydrosweep (different scales and exaggerations).

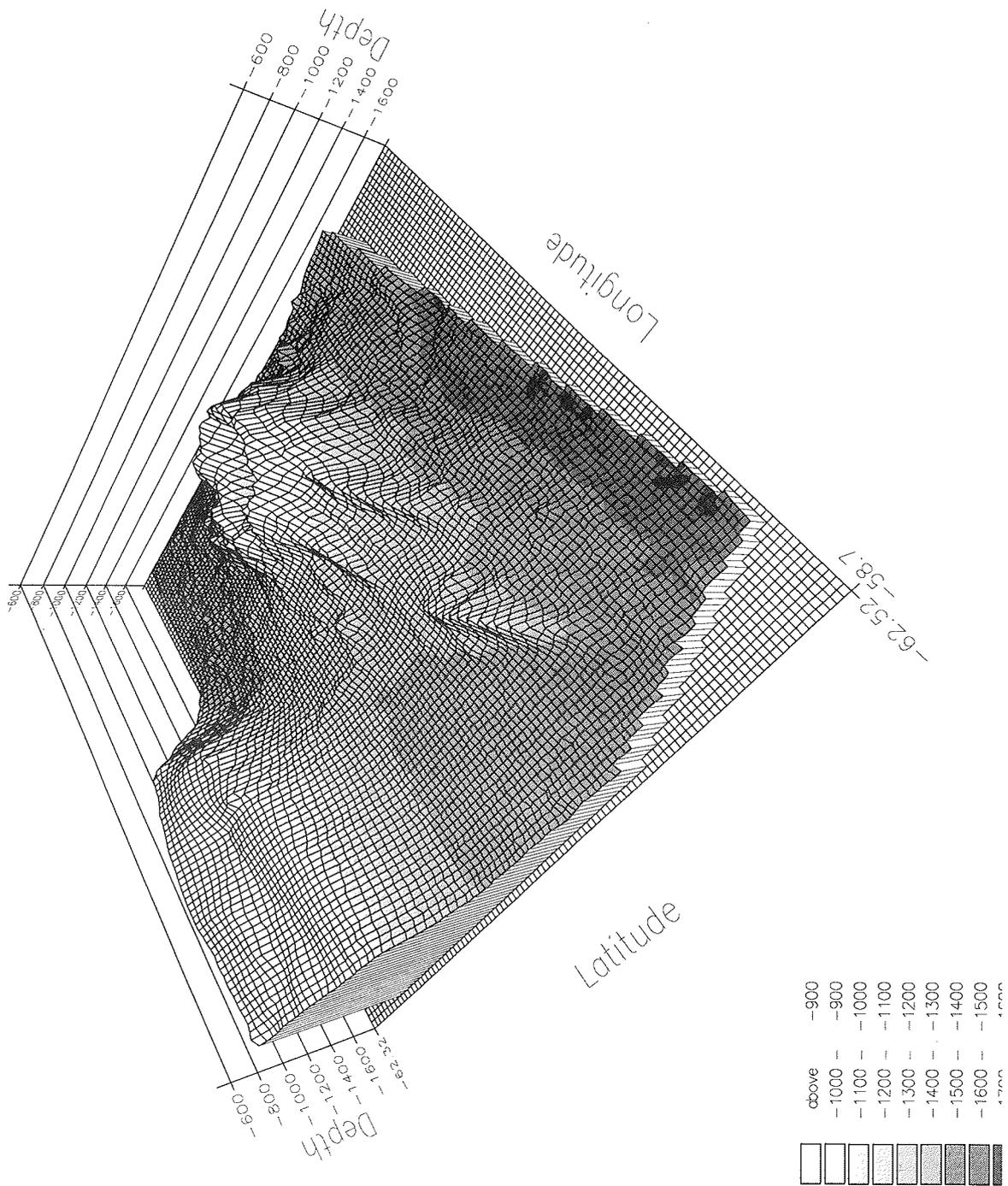
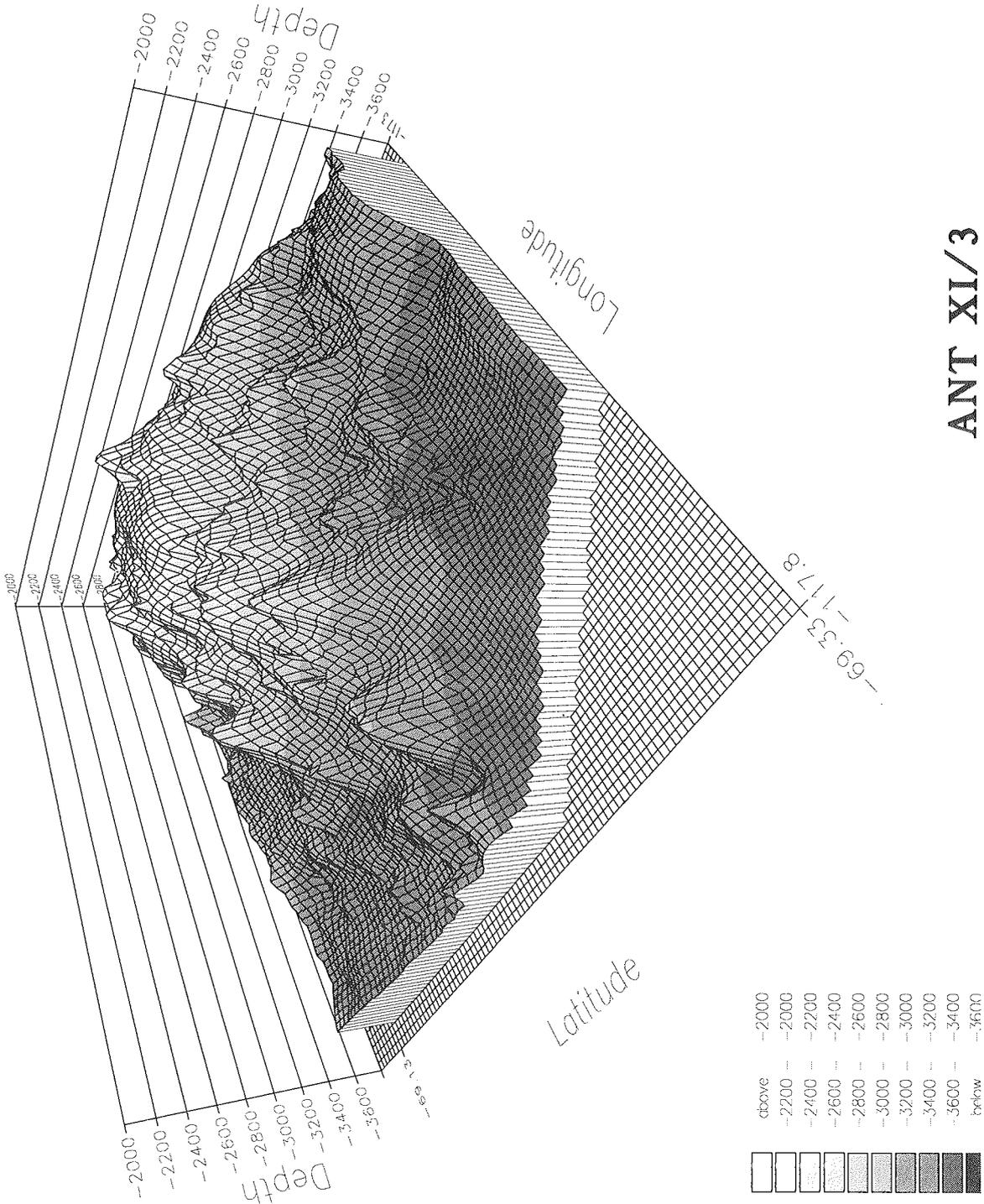


Abb. 8: Vulkan südöstlich von King Georg Island (Hydrosweep Testmessung).
Fig. 8: Vulcano southeast of King George Island (Hydrosweep test survey).



ANT XI/3

Abb. 9: Submarine Erhebung, Teil des Amundsen Rückens.
Fig. 9: Seamount, part of Amundsen Ridge.

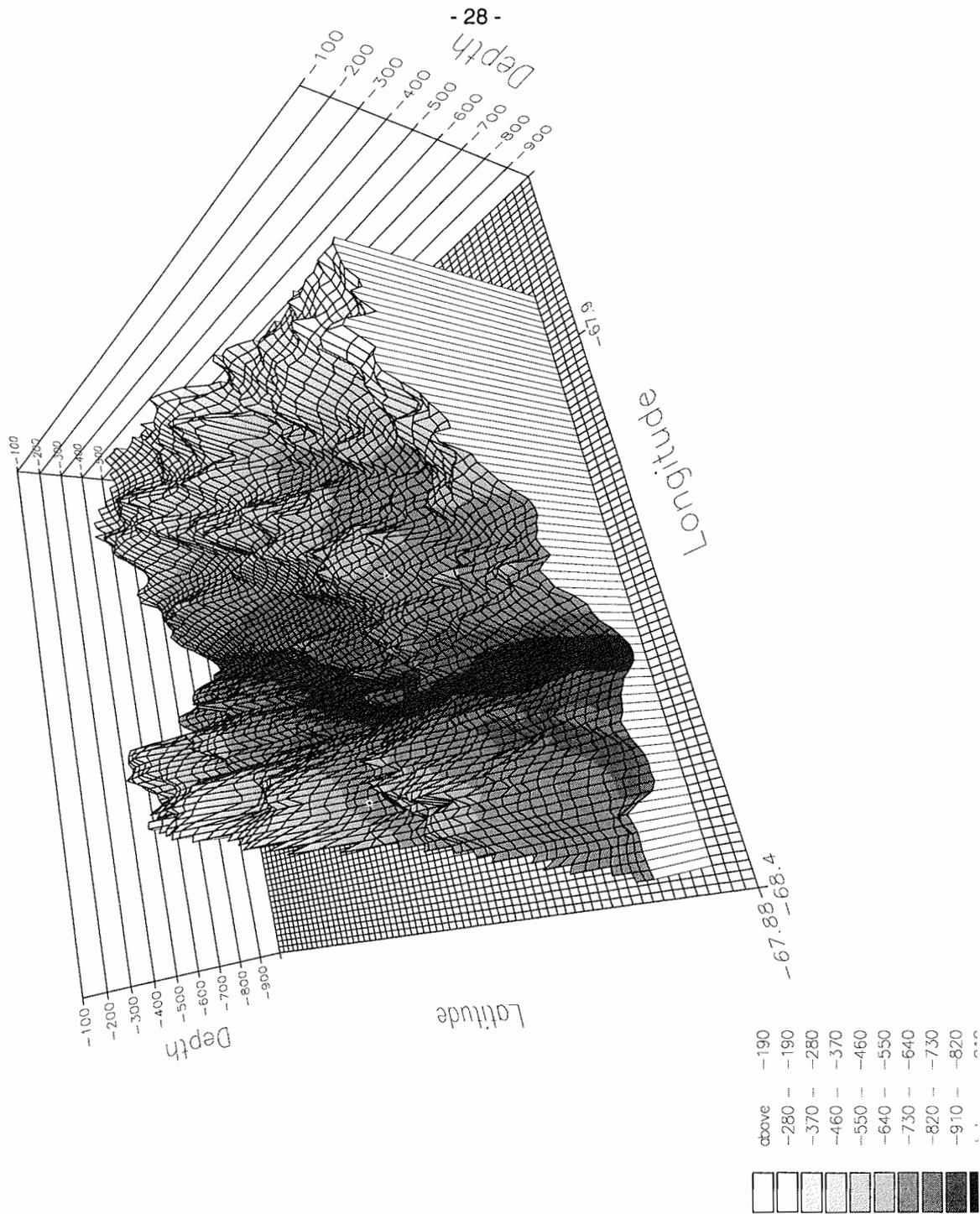


Abb.10: Graben in der Marguerite Bay zwischen Adelaide Island und dem Festland, ca. 15 nm südlich der britischen Station Rothera.

Fig. 10: Ditch at Marguerite Bay between Adelaide Island and the mainland 15 nm south of the british station Rothera.

4. SEA ICE (Haas, Rebhan, Thomas, Viehoff)

4.1 General ice conditions

Large scale ice conditions as shown by satellite borne SSMI and AVHRR data (see chapter Remote Sensing and figures 20 and 21) where such that the ice edge extended from roughly 68°S, 71°W (north of Alexander Island) to 72°S, 120°W (central Amundsen Sea). South of it, ice concentrations were highest (up to 10/10) north and northwest of Alexander Island and north of Thurston Island. In contrast, in the central Bellingshausen and Amundsen Seas ice concentrations were much less, seldom reaching 5/10. Along the continental coast large polynias occurred, mainly in the Ronne Entrance, Eltanin Bay, Pine Island Bay and southern Amundsen Sea.

While our observations during the whole cruise showed little variation in several general ice conditions such as ice concentration and floe size from region to region, other parameters including ice and snow thickness and the amount of ridging increased considerably with increasing longitudes towards the west. During ice breaking, a striking feature during most observations was that the complete snowcolumn together with a (thin) ice layer broke off as a large slab, revealing gaps and holes and intensively brown layers on top of the underlying ice. Often these gaps were filled with slush ice that coloured the whole broken ice brash a dark brown. The following summary is divided into seven different sections along the cruise track where ice conditions were similar:

Marguerite Bay

First remnants of sea ice were found in Marguerite Bay. They comprised of bands or small fields of small rotten floes which were very brown due to high concentrations of sea ice microalgae.

North of Alexander Island

South of a sharp ice edge, ice concentrations were almost 10/10. Floes of less than 100 m diameter showed little signs of deformation and were surrounded by snow covered, slightly compressed piled up brash.

Ronne Entrance

A diffuse ice edge formed by brash ice and fragments of white ice floes was entered at 69°45'S, 79°59'W. South of 70°17'S white ice floes covered by apparent wet snow and sometimes even by small melt ponds reached concentrations up to 10/10. South of 71°11'S the ice concentration decreased gradually towards the inner Ronne Entrance, where it became less than 5/10. Here it was comprised of patches and stripes of white ice floes, and high amounts of brash (up to 50%).

Off Smyley Island and Bryan Coast

A nearly ice free, 2-5 nm wide polynia extended from 71°59'S, 77°57'W along the continental coast towards 73°21'S, 82°04'W. North of this polynia ice concentrations were much higher.

Eltanin Bay to Peter I. Island

At around 71°00'S "Polarstern" passed a change from more open pack with floes up to 1 km in diameter to higher concentrations (5-10/10) of smaller floes at most less than 100 m in diameter. Almost all floes were remarkably flat (little ridging only further west). The snow was often wet and was even flooded on some floes (patches of less than 50 m in diameter). Later floes were covered with fresh snow. A diffuse ice edge was found towards Peter I. Island between 69°30'S and 69°34'S.

Eastern Amundsen Sea

South of a sharp ice edge at 71°21'S, 104°76'W "Polarstern" had to start ramming and made little way in closed pack ice with 90% white ice under pressure and compressed brash. Floe sizes seldom exceeded 100 m. The ice was covered by thick (30-100 cm) old and new snow. Up to 50% of floe surfaces were deformed (at most point type ridges). After turning back, we left the ice through a

striking S-N extending polynia of 1 nm width and several nm length west of an iceberg barrier at around 71°30'S and 105°41'W.

Central Amundsen Sea north of Siple Island

A diffuse ice edge at around 70°52'S, 119°31'W was passed into open pack ice with white ice concentrations between 4-6/10. South of roughly 72°S most open water was covered by new ice (at most dark and light nilas) which has formed due to colder air temperatures and heavy snowfalls. White ice floes (only rarely larger than 100 m) could be divided into two classes: 1. small, heavily (point type) ridged floes; 2. bigger floes with very thick snowcover and flat rounded hummocks. The snow was generally thicker than in all other regions.

4.2 Properties of sea ice and snow

The main goal of the sea ice work during ANT-XI/3 was to gain a first insight into the properties and dynamics of the perennial sea ice in the Bellingshausen and Amundsen Seas. Up to now this region has been poorly studied. The sea ice physics and biology/chemistry programme consisted of the following main parts:

- Ice coring and subsequent analysis for physical and chemical properties and sea ice biology.
- Geophysical measurements for ice thickness determination.
- Standardized ice observations from the ship's bridge (see above).

The working areas could be divided into three main regions: the central Bellingshausen Sea, and the western and central Amundsen Sea (Fig. 11)

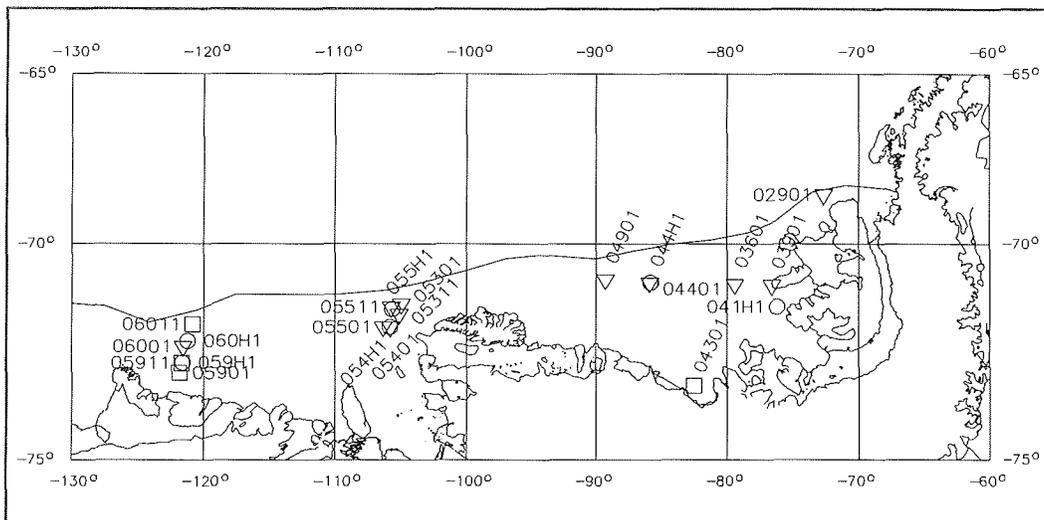


Fig. 11: Map showing locations of stations and station numbers. Triangles denote stations where polygonal granular ice was found on top. Circles refer to locations of helicopter floe-hopping.
Abb.11: Karte der Stationspositionen und -nummern. Dreiecke kennzeichnen Stationen, bei denen polygonal-körniges Eis an der Oberfläche gefunden wurde. Kreise zeigen die Positionen der Hubschrauber-Eisdickenmessungen.

Ice coring and subsequent analysis for physical and chemical properties and sea ice biology

Ice cores were obtained from a total of 15 stations, where in most instances two or more cores were taken. The first (*texture core*) was processed on board ship, and standard texture, qualitative pore size/distribution determined. Thin sections have been taken for later documentation. Samples were taken for salinity and Chla determinations, and subsamples stored at -30°C for subsequent $\delta^{18}\text{O}$ analysis in Bremerhaven.

On three stations, the temperature profile of the texture core was measured. This was in all cases very uniform and close to melting. The second core (*biology core*), was immediately sawed into 10 cm sections on the ice and placed in plastic containers. This prevented brine loss/contamination which was noticeable on some of the texture cores on warm sampling days. These ice pieces were melted at 4°C, and then filtered through precombusted GFC filters for Chla analysis. The filtrate was retained for nutrient (nitrate, nitrite, phosphate, silicate) and dissolved organic carbon (DOC) determinations. Salinity measurements were again made. Samples were also fixed in formaline for future determination of ice algae, and zooplankton composition.

At some stations more than one core was processed in the same manner as described for the second core, and in a few cases archive cores were taken. These will be stored at the AWI. At three stations the under-ice water was collected using a pump. A total of 29 cores (66 m) were processed, with a mean core length of 2.27 m. The following table summarises the proportions of textural classes found during the cruise.

<u>Ice texture class</u>	<u>Frequency of occurrence</u>
Orbicular granular	68%
Mixed columnar/granular	5%
Columnar	18%
Intermediate columnar/granular	0.5%
Polygonal granular	3%
Very hard snow/ snow ice	2%
Slush	2%
Gaps	2%

The dominance of the first two classes indicate that much of the ice was formed during turbulent conditions. At many stations columnar ice was found between layers of granular ice, and on occasions the crystal alignment was nearly horizontal. This shows that deformation is an important factor in the ice dynamics. In 11 cores polygonal ice was found on the top, a sign that incorporation of meteoric ice is prevalent in the regions visited (Fig. 11).

At first glance, the salinity profiles of all cores do not show any consistent trend, except for lower salinities on top. The mean salinities for the texture cores was 2.55 psu, and for all cores together, 3.07 psu. A striking feature of the ice encountered, was the occurrence of many gaps filled with soft slush ice. The amount is underrepresented in the above table, because the slush was easily lost and the gap widths difficult to define. Where it was possible to collect the slush, it had a very dense sea ice algal community and associated fauna (see below). In figure 12 the salinity and Chla profiles of the texture and biology cores for one of these "typical" stations are shown. The high salinity and corresponding very high Chla peak at 1.2

m was one of these slush layers. Above this layer the salinities were low with little evidence of biology, and below the salinities were uniform, again with low Chla values. It is evident that the salinities and Chla values obtained from the biology core are generally higher than in the texture core. This is caused by brine loss during transport and processing of the latter. In one core, a quick estimate of the faunal composition was made, and is shown in figure 13. The distribution of *Foraminifera* spp., *Harpacticoid* spp. and the calanoid copepod *Stephos longipes* within the ice, is correlated with the density of ice algae. These organisms are commonly associated with sea ice in other regions of the Antarctic.

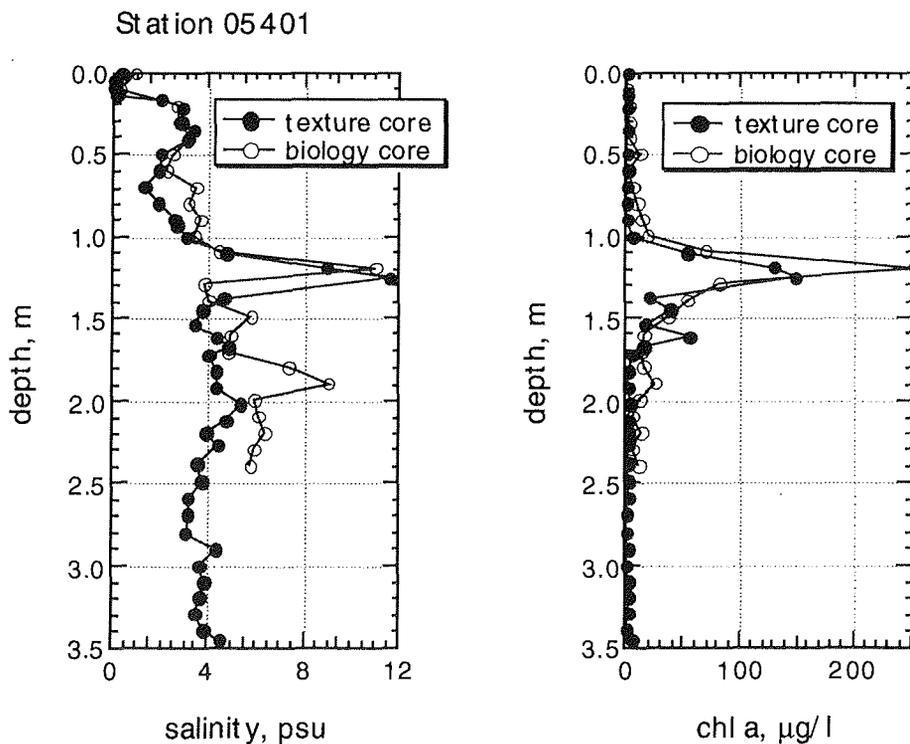


Fig. 12: Salinity and chlorophylla profile of station 05401. The prominent maxima at 1.2 m correlates with a slush layer found there.

Abb. 12: Salinitäts- und Chlorophylla -Profil von Station 05401. Die deutlichen Maxima in 1.2 m Tiefe korrelieren mit dort gefundenen Eisschlammlagen.

Snow and ice thickness measurements

To characterise the ice thickness distribution in the Bellingshausen and Amundsen Seas, two different efforts were made. 6 helicopter flights (see fig. 11 for locations) were undertaken to obtain values of floe thicknesses and thickness variability within a range of about 20 nm around the ship's position. During 6 - 12 landings/flight on arbitrarily chosen floes, snow and ice thickness, freeboard and draft were measured at representative, apparently undeformed sites by drilling. Mean thickness values of ice and snow together with their standard deviations are shown in figure 14 (open circles).

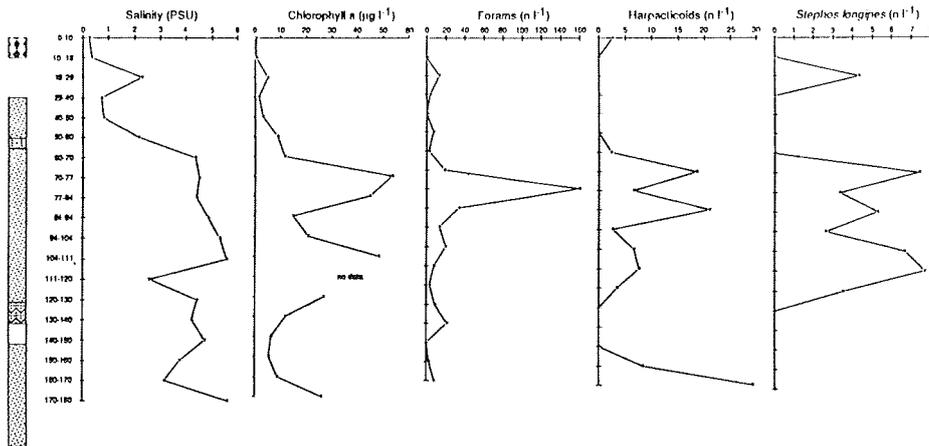


Fig. 13: Texture, Salinity and chlorophylla profiles and number of Forams, Harpactoids and *Stephos longipes* of station 03601.

Abb. 13: Textur-, Salzgehalts- und Chlorophylla-Profil und Anzahl der Foraminiferen, Harpactoiden und *Stephos longipes* von Station 03601.

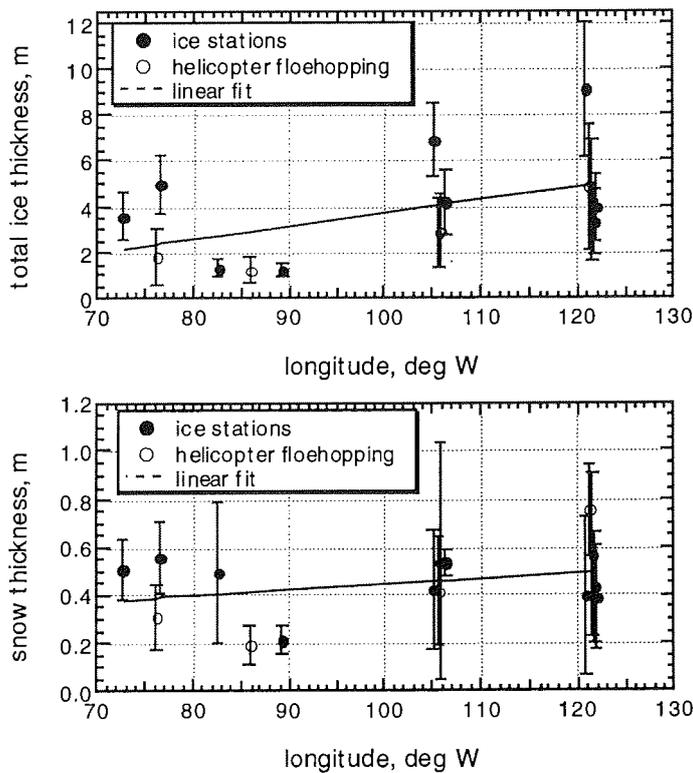


Fig. 14: Longitudinal distribution of total ice (above) and snow thickness (below), as revealed by helicopter floe-hopping and thickness profile drilling. Error bars denote standard deviations.
 Abb. 14: Longitudinale Verteilung der Gesamteisdicke (oben) und Schneedicke (unten), wie sie sich aus Ergebnissen der Hubschrauber-Eisdickenmessungen und Eisdickenprofilen ergibt. Die Fehlerbalken geben die Größe der Standardabweichung an.

Thickness profile drilling during ice stations

During 9 ship stations drill-hole thickness measurements along profiles up to 50 m long with a spacing of 4-5 m were made. The drilling was often hampered by difficult ice conditions like high amounts of slush in the boreholes, a thick snowcover and high numbers of gaps or holes within the ice. Figure 14 shows mean snow and total ice thicknesses measured along each profile (closed circles) together with their standard deviations.

In general, figure 14 reveals a clear increase of snow and ice thickness with increasing longitude towards the west, or, in other words, from the Bellingshausen to the Amundsen Sea. A linear fit reveals a relation of

$$\begin{aligned} \text{SN (longitude)} &= 0.2+0.002*\text{longitude} \\ \text{TT (longitude)} &= -1.9+0.06*\text{longitude} \end{aligned}$$

for snow and total ice thickness (SN and TT) respectively.

From figure 14 it should be noted that the variability of snow and ice thicknesses on single floes (ice station measurements) has been found to be as high as their variability on larger scales (helicopter floe-hopping). With regard to sea ice dynamics this shows that deformation plays an important role in the sea ice environment in the Bellingshausen and Amundsen Seas.

Electromagnetic measurements for ice thickness determination

Earlier measurements with a portable electromagnetic induction (EMI) sounding instrument (Geonics EM31, measuring frequency 9.8 kHz) have shown that the EMI technique is very useful for a quick and accurate determination of sea ice thickness in the arctic under summer and winter conditions. During ANT-XI/3 these investigations have been extended to test the method on Antarctic sea ice. Measurements have been performed along the thickness drilling profiles during ice stations (see above), and, on 5 days, continuously while the ship was moving with the EM31 and a laser altimeter suspended below the ship's bowcrane.

Thickness profiles during ice stations

Along all 9 thickness profiles mentioned in section 2 EM measurements in horizontal and vertical dipole instrument mode were made with the instrument laid on the snow/ice surface or carried at a height of 1 m. Because the EM measurements were much faster than the ice drilling, they could be used to characterise the thickness distribution within single floes much more effectively. Figure 15a shows one example profile. In figure 15b the total ice thickness derived from drilling (right axis) and the measured apparent conductivities (left axis) are shown. The correlation between total thickness and apparent conductivity can be seen clearly. In figure 16 the complete set of apparent conductivities measured in horizontal dipole mode with the instrument laid onto the snow/ice surface are displayed versus total ice thickness derived by drilling. The (a first approximation) exponential relationship is evident. The inverse function of an exponential fit (solid line) provides a transformation equation to calculate total ice thickness from apparent conductivities. Also included in figure 16 (dashed line) is an exponential function which is the best fit to data measured in the Laptev Sea (Arctic Ocean) in summer. It is obvious that apparent conductivities measured in the

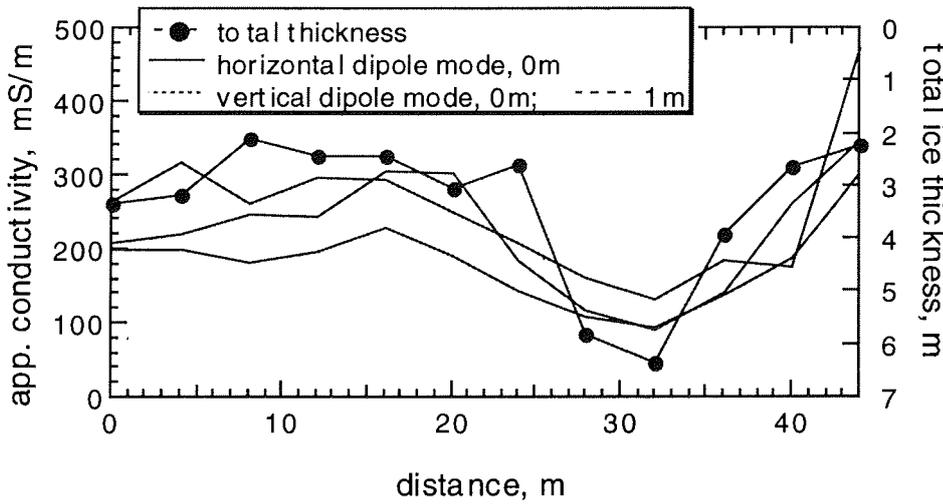
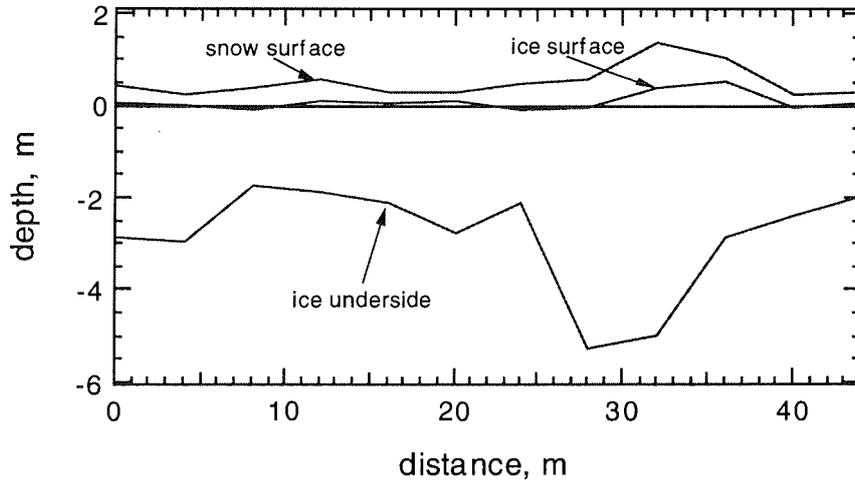


Fig. 15a: Sea ice thickness profile derived from drill-hole measurements.
Abb. 15a: Eisdickenprofil, gemessen durch Eisbohrungen.

Fig. 15b: Profiles of total thickness (from fig. 5a) and apparent conductivity measured in different dipole modes and instrument elevations along the profile of figure 5a.
Abb. 15b: Profile der Gesamtdicke (aus Abb. 5a) und der gemessenen scheinbaren Leitfähigkeiten für verschiedene Dipolmoden und Instrumenthöhen entlang des Profils in Abb. 5a.

Bellingshausen/Amundsen Seas are much higher, and therefore require a different transformation equation. These higher apparent conductivities may be due to higher mean salinities of the ice, but are probably mainly due to the high amount of holes, gaps and slush ice (sections 1 and 2). Under such circumstances EMI measurements are not as reliable as they are under arctic conditions.

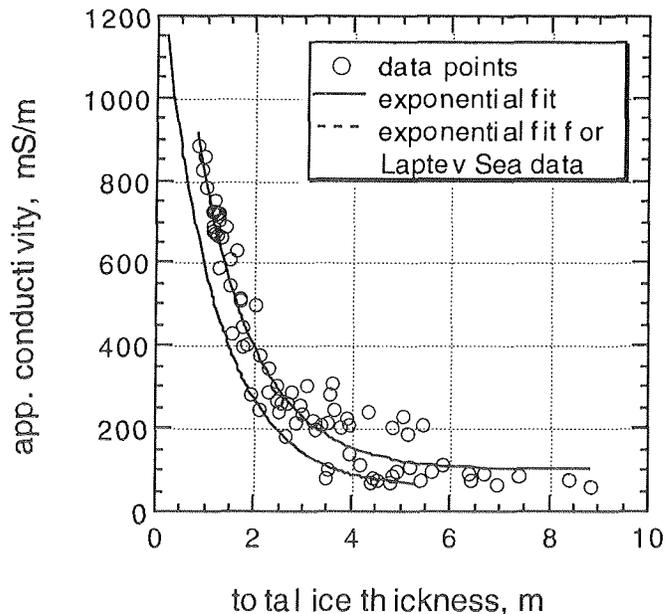


Fig. 16: Relation between EM31 derived apparent conductivities (horizontal dipole mode, instrument on the snow) and drill-hole determined total ice thickness for all datapoints during ANT-XI/3. Also shown are exponential fits for the actual data (solid line) and for data from the Arctic Laptev Sea.

Abb. 16: Beziehung zwischen scheinbarer Leitfähigkeit (gemessen mit dem EM31 im horizontalen Dipolmode in 0 m Höhe) und an Bohrlöchern bestimmter Gesamteisdicke für alle Einzelmessungen während ANT-XI/3. Exponentielle Fits dieser Daten und an Daten aus der Laptev See (Arktis) sind ebenfalls dargestellt.

Continuous measurements from the ship's bowcrane

During 5 days the EM31 together with a down-looking laser altimeter were suspended below the ship's bowcrane to obtain continuous ice thickness information over longer profiles while the ship was moving (figure 17). The EM31 was run in the vertical dipole mode (higher penetration depth, but less lateral resolution) at a height of approx. 4 m above the sea surface. While the EM mainly measures the distance from the instrument to the ice water interface, ice thickness can be calculated by subtracting the laser measured distance to the ice surface. The measurements are hampered by two main factors: the ship steams through thin ice, open water cracks and leads rather than along a more representative straight line through every kind of ice. Furthermore, as ice floes are broken, a crack opens through the ice from the bow more or less straight ahead, resulting in a replacement of ice by water, causing an underestimation of ice thickness. Nevertheless, the measurements have been very successful as can be seen in figure 18, where part

of a profile is shown: with a ship's speed of 5 knts, 1000 datapoints are equivalent to a distance of approx. 130 m. Single ice floes can be easily identified from the EM data by the sharp decrease of apparent conductivity, and even thickness variations within a single floe can be identified. The lateral resolution of the measurements can be estimated from the spike-like feature near point 30000 in figure 18, where a floe fragment of roughly 8 m diameter still results in a strong signal in the EM data. Due to the small elevation of the laser above the water surface, the laser receives echoes even from the water, which enables one to calculate absolute freeboard values of the ice floes.

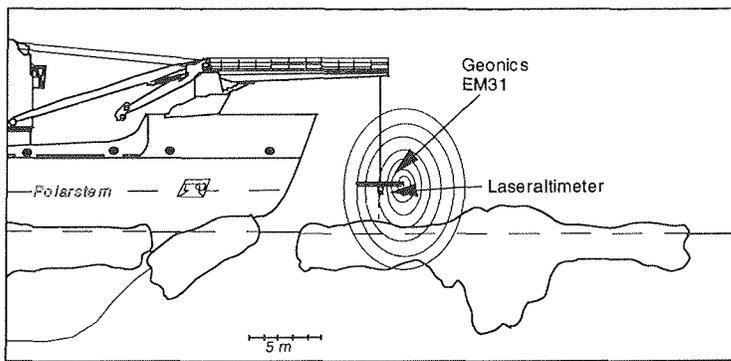


Fig. 17: Scaled sketch showing the instrument configuration of the continuous electromagnetic bow measurements for the determination of ice thickness.

Abb. 17: Maßstäbliche Skizze der Meßanordnung am Schiffsbug, mit der kontinuierliche Eisdickenmessungen vom Bugkran aus durchgeführt wurden.

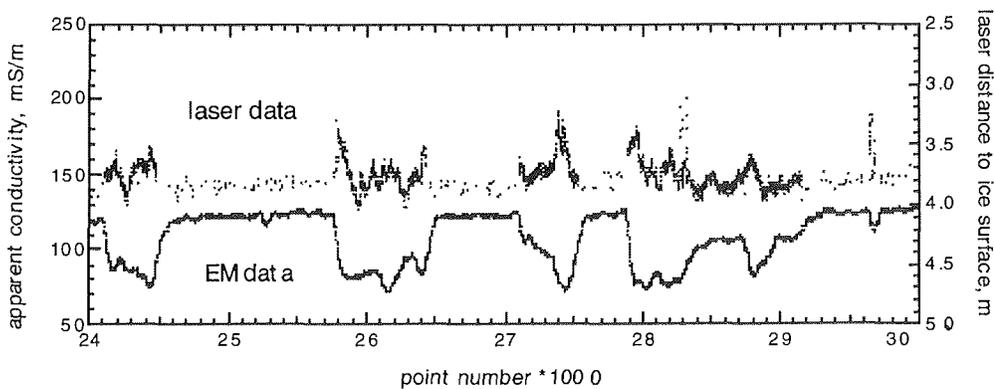


Fig. 18: Part of a EM/Laser profile measured from the ship's bow as demonstrated in figure 17. With a ship's speed of 5 knts, 1000 datapoints are equivalent to a distance of approx. 130 m.

Abb. 18: Ausschnitt aus einem vom Schiffsbug gemessenen EM/Laserprofil (Meßanordnung wie in Abb. 17). Bei einer Schiffsgeschwindigkeit von 5 Knoten entsprechen 1000 Datenpunkte einer Entfernung von ca. 130 m.

4.3 Remote sensing

Within the framework of the Programme for International Polar Oceans Research (PIPOR) ground truth measurements had been carried out for the validation of ERS-1 SAR data as well as for general studies of the large scale sea ice conditions in the Bellingshausen and Amundsen Seas with respect to air-sea-ice interactions. A detailed study of the large scale sea ice conditions was carried out using several satellite techniques as there are passive microwave data from the Special Sensor Microwave Imager (SSM/I), optical and infrared data from the NOAA Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) series and radar data from the Synthetic Aperture Radar (SAR) flown onboard the ERS-1 satellite. AVHRR data were received directly onboard the ship whereas SSM/I data had been transmitted via e-mail. The ERS-1 SAR data were acquired at the German ERS-1 SAR receiving station at O'Higgins.

SSM/I data

The SSM/I is a seven-channel passive microwave radiometer flown onboard the US Defense Meteorological Satellite Project (DMSP) satellites. The radiometer measures vertical and horizontal polarized radiation at 19, 22 (vertical only), 37 and 85 GHz. For the analysis described in this report only the 19V and 37V channels had been used. The sea ice concentrations were calculated by Joe Comiso at NASA Goddard Space Flight Center (GSFC) using a two channel concentration algorithm. Ice concentration and brightness temperature maps (19V and 37V) for 8 days during January to March 1994 have been processed. These data were transmitted in digital form via AWI to the ship where ice concentration maps have been produced. The time delay between data acquisition at the DMSP satellite station at Monterey, California, and the reception of the processed data onboard the ship was in the order of 1-2 days.

The SSM/I derived ice concentrations for the austral summer 1994 between the Antarctic Peninsula and about 130°W show moderate ice conditions with minimum mean ice concentrations of about 45%. The highest values were reached northeast of Alexander island, north of Eights Coast/Thurston Island (86°W-100°W) and northwest of Pine Island Bay (105°W-110°W). An additional maximum was found in the western Amundsen Sea at about 130°W. Significantly lower concentrations were observed in the eastern Bellingshausen Sea (east of Alexander Island) and in the central Amundsen Sea at about 110°W-125°W. The SSM/I derived sea ice concentration for two days in February 1994 are shown in figure 19.

During the observation period the mean ice concentration increased from about 45% end of January to 55% at mid of March. The total area covered by sea ice reached its minimum at end of February. From then on new ice formation as documented in this report caused an increase in the total ice covered area. A first rough estimate of the monthly ice concentration and ice extent indicates that the summer conditions for 1993/94 are comparable with the summer ice conditions in the first half of the last decade. The brightness temperatures of the SSM/I channels 19V and 37V have consistently lower values than in other parts of the Antarctic. The pattern of the 19V/37V distribution is similar to what is expected for Arctic sea ice. Although the Bellingshausen/Amundsen Sea are regions of perennial ice cover some differences to the arctic signatures occur which might be explained by the thicker snow cover especially in the Amundsen Sea.

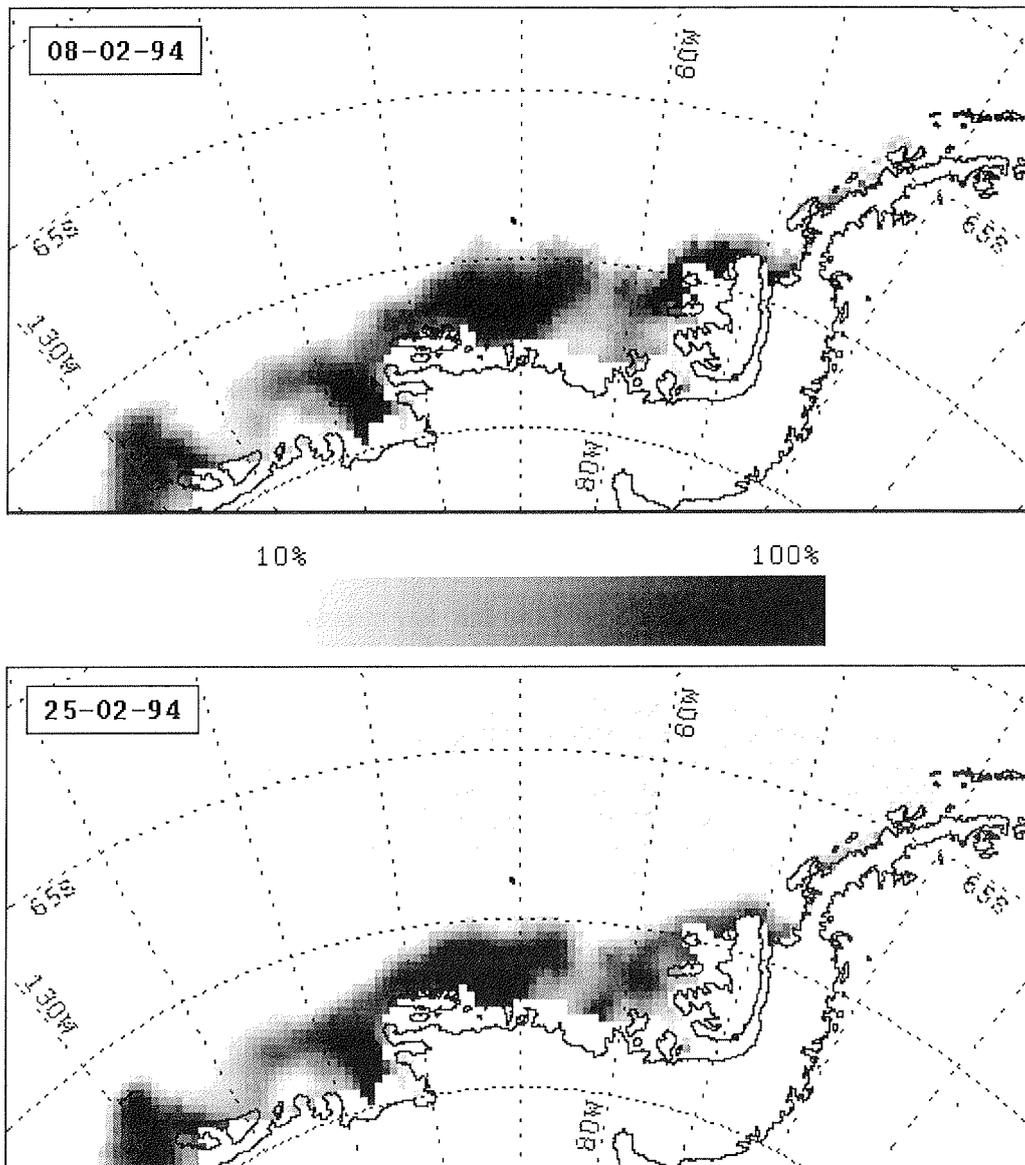


Fig. 19: SSMI derived sea ice concentration for two days in February 1994 between the Antarctic Peninsula and about 130°W. The spatial resolution is 25 km.

Abb. 19: Karten der Meereiskonzentration zwischen der Antarktischen Halbinsel und etwa 130°W, bestimmt aus SSMI Daten für zwei ausgewählte Tage im Februar 1994. Die räumliche Auflösung beträgt 25 km.

NOAA AVHRR data

The shipborne High Resolution Picture Transmission (HRPT) station was used to receive AVHRR data from the satellites NOAA 10 to 12. About 8 passes per day were received and preprocessed. Out of these, 95 data sets were selected for the storage on magnetic tapes for postprocessing. The data were radiometrically calibrated and geocoded to allow a direct comparison between different NOAA passes as well as with the SSMI data. During daytime a simple difference algorithm (Channel 1-Channel 2) was used to estimate the sea ice coverage in case of cloudiness.

A mosaik based on four single passes aquired during a period of one week at the end of January is presented in figure ICE10 to illustrate the large scale ice coverage. An obvious separation of the ice cover into at least four zonal regimes can be identified which coincides with the different ice concentration regimes extracted from the SSMI data:

Ice conditions change from the compact closed ice cover north of Alexander island to lower ice concentrations in the central Bellingshausen Sea. West of about 87°W a very compact ice cover extends towards 115°W and could be observed at least for 6 weeks in Jan/Feb. 1994. West of 115°W ice conditions were more variable with lower mean ice concentration. The polynia off Pine Island Bay was present there for at least two months. Indications of the existance of these different ice regimes during former years could be found in the passive microwave data time series covering the last 20 years.

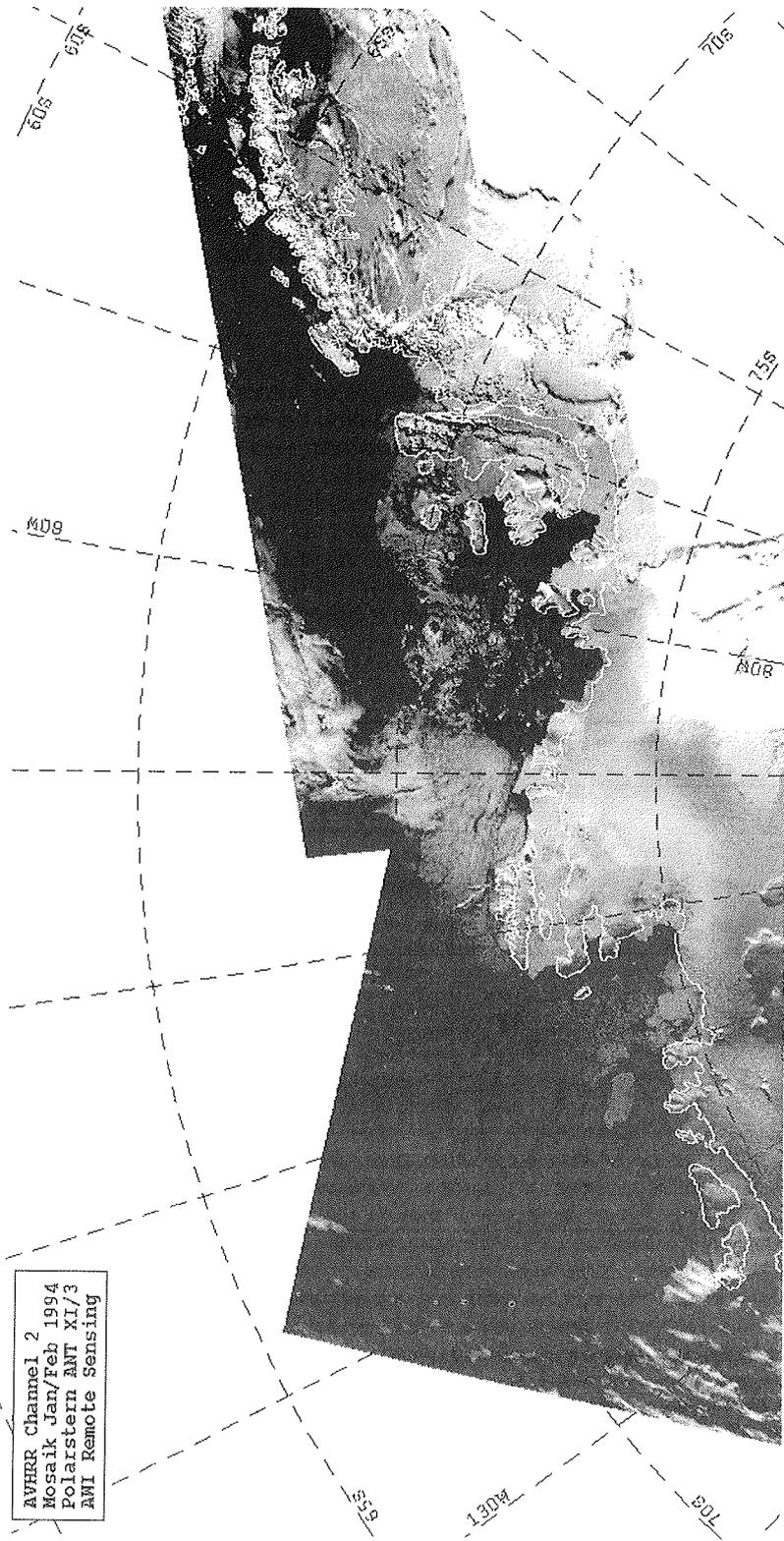
The AVHRR data can be combined with the low resolution SSMI passive microwave data to validate the SSMI signatures of summer ice conditions. First comparisons indicate that the SSMI seem to underestimate the ice concentration especially in areas of high coverage. This can be observed for the compact ice area northwest of Alexander Island as well as for the extended high concentration area north of Thurston Island and west of Pine Island Bay. The areas of highest discrepancies between both data sets coincide with areas where the SSMI channels indicate a suppressing of emissivities due to high snow load. In addition to the acquisition for the scientific projects the shipborne AVHRR HRPT receiving station was used for operational support of navigation.

Laser altimeter measurements

Besides several other quantities like the ice concentration and the mean height of the floes, the ridge heights and the ridge intensity are important for the determination of the momentum transfer between the atmosphere and the ice. In addition to this the surface roughness is a key parameter for the interpretation of SAR signatures. For the determination of ice roughness Laser Altimeter measurements by helicopter have been taken. Along the cruise track altogether 10 laser flights were performed resulting in 25 surface profiles with length of 4-11 nm and mean spatial resolution of about 15 cm. The total profile length was 212.5 nm (393 km). Seven of the flights could be performed as ERS-1 SAR underflights with less than about day time lag between ERS-1 pass and helicopter flight (fig. 21) 20 surface profiles were processed to obtain statistical quantities like the mean

Fig. 20: (next page) AVHRR channel 2 mosaik based on four single NOAA passes aquired during a period of one week at the end of January.

Abb. 20: (nächste Seite) Mosaik aus vier NOAA AVHRR Datensätzen, aufgezeichnet innerhalb einer Woche Ende Januar 1994. Es ist jeweils der Kanal 2 dargestellt.



ridge height, the mean ridge spacing, the ridge intensity and the effective ice thickness within the ridges. For the remaining 5 profile a more extensive preprocessing had to be carried out to eliminate ambiguous signals which were caused by larger concentrations of brash ice. Relatively high ridge intensities were found in the eastern Bellingsausen Sea and in the eastern and central Amundsen Sea whereas lower values occur in the Western Bellingshausen Sea (fig. 22). This separation correlates with the SSMI derived ice signatures as well as with the AVHRR visible/infrared data. A first comparison with roughness data collected in the Weddell Sea indicates that in areas of high shear activities the overall ridge intensity is in the same order as for the Weddell Sea except for high ridge intensities.

Linescan measurements

A helicopterborne optical and infrared linescan camera system was used to estimate ice concentration and floe size distribution on a scale less than 1 km with a spatial resolution of about 2 m. Due to relative bad weather conditions (low ceiling height) during most time of the cruise altogether only 5 linescan flights could be carried out (fig. 23). Four of these flights could be performed as ERS-1 SAR underflights. The most western part of the cruise track (including flight no.5) was not covered by the O'Higgins receiving mask. The flight altitude was between 800 and 3000 ft corresponding to a surface swath width of 0.8 to 2.0 km respectively. The data were examined and archived for further processing.

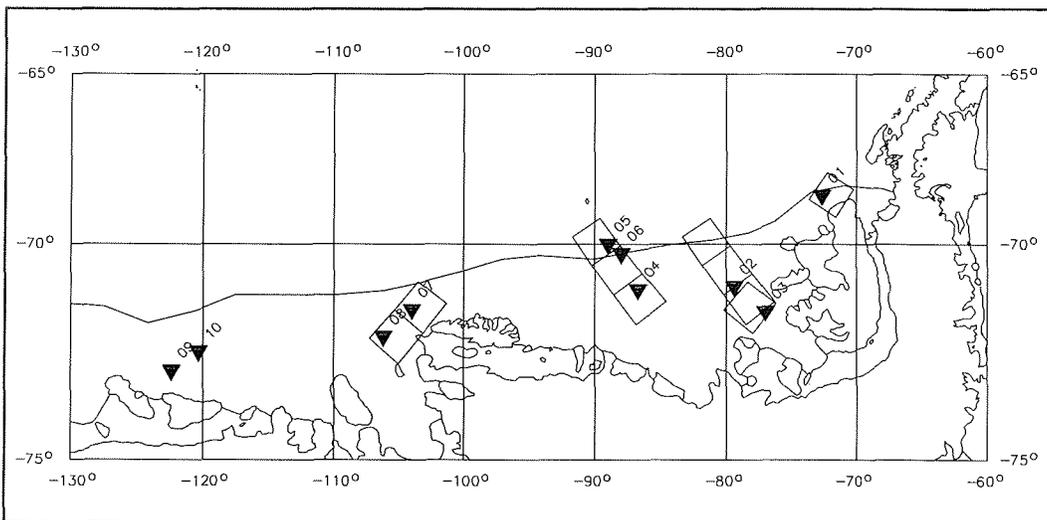


Fig. 21: Map showing locations of Laser Altimeter flights (triangles) and the corresponding ERS-1 SAR frames.

Abb. 21: Karte der Positionen der Laser-Altimeterflüge (Dreiecke) und der fast zeitgleich aufgezeichneten ERS-1 SAR Bilder.

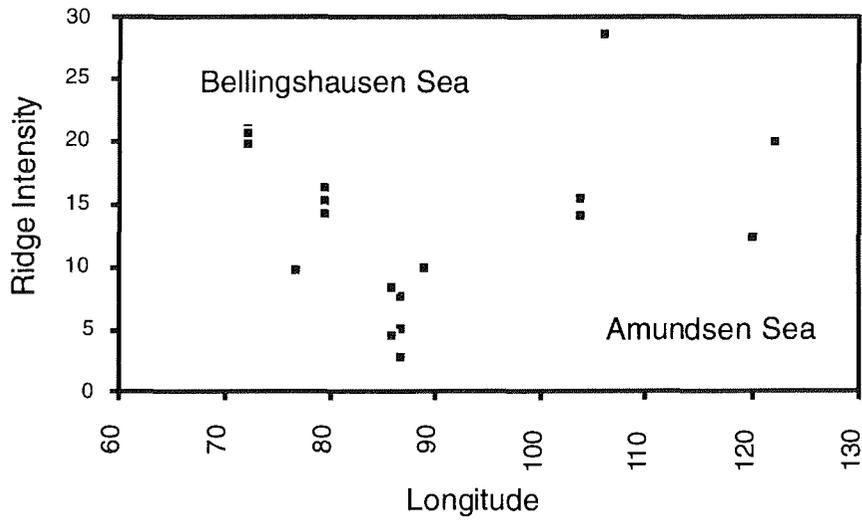


Fig. 22: Zonale distribution of the sea ice ridge intensity as estimated from the Laser Altimeter flights.
Abb. 22: Zonale Verteilung der Rückenintensitäten des Meereises, basierend auf den Ergebnissen der Laser-Altimeterflüge.

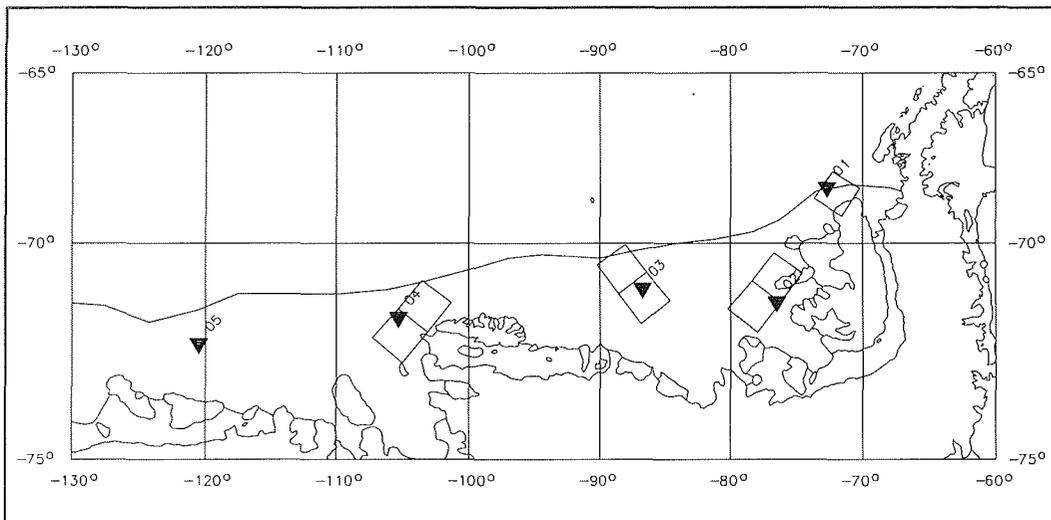


Fig. 23: Map showing locations of linescan camera flights (triangles) and the corresponding ERS-1 SAR frames.
Abb. 23: Karte der Positionen der Linescanflüge (Dreiecke) und der fast zeitgleich aufgezeichneten ERS-1 SAR Bilder.

5. BIOLOGIE

5.1 Benthosökologie (Dimmler, Gutt, Klages, Starmans)

Struktur und Entwicklung

Der Fahrtabschnitt ANT-XI/3 gab der AWI-Benthosarbeitsgruppe erstmalig die Gelegenheit, die Bodentierlebensgemeinschaften des Amundsen- und Bellingshausenmeers zu beproben. Ziel der Untersuchungen war eine erste Bestandsaufnahme, um einerseits einen Vergleich zur Fauna des südöstlichen Weddellmeers durchzuführen und andererseits Material zu gewinnen, das Rückschlüsse auf langfristige Entwicklungsprozesse des hochantarktischen Benthos ermöglicht. Hierbei standen folgende Fragen im Vordergrund:

Ist, ähnlich wie im Weddellmeer, eine Dominanz der sessilen, filtrierenden, z.T. "mehrstöckigen" Epifauna festzustellen? Welche Unterschiede in dem Vorkommen verschiedener Lebensformen gibt es zwischen beiden Meeresgebieten? Ist der Grad der fleckhaften Verteilung ähnlich hoch wie im Weddellmeer? Ist ein Effekt gestrandeter Eisberge auf das benthische System, insbesondere in der Marguerite Bay, zu beobachten? Inwieweit ähneln sich die Bodenbesiedlungen des kontinentalen Schelfs und bei Peter I. Island; wie stellt sich, bedingt durch die räumliche Isolation und das nur kleine zur Verfügung stehende Areal, die Biodiversität der Inselfauna im Vergleich zu dem verhältnismäßig breiten Schelf dar?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden wegen der erwarteten Häufigkeit epibenthischer Formen als bildhafte Methode ein ferngesteuertes Unterwasserfahrzeug (ROV) und für die Probennahme das Agassiz-Trawl (AGT) eingesetzt. Die AGT-Fänge dienten überwiegend der Materialgewinnung zur Bearbeitung der prozeßorientierten Fragestellungen (s.u.), es lieferte aber auch Referenzmaterial, um ein möglichst hohes Bestimmungsniveau der auf den Fotos und Videos abgebildeten Tiere zu erreichen. Das Unterwasserfahrzeug wurde auf 15 Stationen eingesetzt, davon entfielen drei auf ein Endmoränengebiet im zentralen Amundsenmeer, je zwei auf das südöstliche und nordöstliche Bellingshausenmeer sowie Peter I. Island und sechs auf die Marguerite Bay. Die Einsätze erfolgten auf dem Schelf in Wassertiefen zwischen 130 und 590 m, wobei ca. 50% der Stationen flacher als 300 m waren. Das Gerät wurde als treibendes System eingesetzt, um die Bodenfauna auf einem gleichmäßigen und gradlinigen Transekt während der jeweiligen Station erfassen zu können. Damit waren Geschwindigkeit und zurückgelegter Kurs wesentlich durch die Schiffsdrift bestimmt. Aktiv gesteuert wurde das Unterwasserfahrzeug, um einen möglichst konstanten Abstand von ca. 20 cm zum Meeresboden einzuhalten und um Hindernissen auszuweichen. Die Videoaufnahmen sollen der statistischen Auswertung kleinräumiger Verteilungsmuster und der Gemeinschaftsanalyse dienen, während die ca. 80 Fotos pro Station die Bestimmung nicht eindeutig identifizierbarer Organismen ermöglichen. Die Beobachtungszeit am Meeresboden betrug bei 12 Stationen eine Stunde, bei den übrigen drei Einsätzen wurde diese Zeit um eine halbe Stunde verlängert.

Folgende erste Feststellungen können trotz der im Verhältnis zur Größe des Untersuchungsgebietes geringen Stationszahl getroffen werden:

1. Es gibt einen deutlichen Unterschied zwischen dem Benthos des Weddell- und des Bellingshausen-/Amundsenmeers. Während weite Bereiche des Weddellmeer-

schelfs mit einer reichen Epifauna, z.B. Schwämmen, Bryozoen und Synascidien besiedelt sind, konnte dies im Amundsen- und Bellingshausenmeer nur selten und auch nur im Flachem (<150 m) beobachtet werden. Auch die reichste Epifaunagemeinschaft in der Marguerite Bay unterscheidet sich in ihrer Artenzusammensetzung von vergleichbaren Gemeinschaften im Weddellmeer.

2. Es wurde relativ viel hyperbenthischer Krill in lockeren Dichten auch auf den tieferen Schelfstationen und eine relativ hohe Abundanz demersaler Fische und Oktopoden festgestellt. Auf Station 60 wurden erstmalig während einer Antarktisexpedition von "Polarstern" Squids in Bodennähe in situ beobachtet.

3. Im Amundsen- und Bellingshausenmeer ist die relative Häufigkeit und Präsenz von Detritusfressern, wie z.B. den Seegurken *Bathyploetes fuscivinculum* oder *Peniagone* sp. höher als im Weddellmeer.

4. Die typische Tiefseeholothurie *Scotoplanes globosa*, die im Weddellmeer bisher nur in seinem südlichsten Teil in großen Mengen gefangen wurde, trat im gesamten Untersuchungsgebiet dieser Expedition auf einer Schelfstation (St. 57) im AGT-Fang mit relativ hoher Individuenzahl auf.

5. Peracaride Crustaceen waren insgesamt unterrepräsentiert, beispielsweise wurde der in anderen Bereichen der Antarktis regelmäßig auftretende Isopode *Glyptonotus antarcticus* überhaupt nicht gefangen.

6. Die Molluskenfauna ist, nach erster Grobsortierung der Fänge, spärlich präsent.

7. Bei Peter I. Island wurden nicht nur 4 Steinkrabben (*Lithodes murrayi*) gefangen, sondern auch mittels des Unterwasserfahrzeugs auf Video in situ aufgezeichnet. Es handelt sich dabei um den zweiten und zugleich südlichsten Fund reptanter decapoder Krebse in der Antarktis. Auffällig war hier auch die Häufigkeit einer Apodiden und einer Cucumariiden Seegurkenart.

8. Im Amundsenmeer konnten Spuren gestrandeter Eisberge festgestellt werden, die eine unterschiedlich dichte und wenig diverse Bryozoenbesiedlung unterbrechen.

Ökophysiologie

Auf 11 Stationen zwischen 170 und 630 m Wassertiefe wurde das Agassiztrawl (AGT) für etwa 10 Minuten über Grund geschleppt, auf 3 weiteren Stationen in Tiefen von 150, 160 und 400 m beköderte Reusen für 12 - 20 Stunden verankert. Die mit dem AGT gewonnenen Fänge enthielten große Steine, die in Verbindung mit einem hohen Gehalt aufgesammelten Weichbodens zu einer außergewöhnlich hohen Rate von Netzrisen beim Hieven (4 Stationen) führten. Von den Biologen des Dallmann-Labors auf King-George-Insel (Jubany Station) wurden benthische Wirbellose und Fische übernommen, um sie lebend an das Alfred-Wegener-Institut und das Institut für Polarökologie in Kiel zu überführen.

Das Spektrum der gehälterten Evertebraten und Fische erstreckt sich über Ophiuroiden (*Ophionotus victoriae*, *Astrotroma agassizii*), Echinoiden (*Sterechinus neumayeri*), Priapuliden, Isopoden (*Aega antarctica*, *Ceratoserolis trilobitoides*, *Antarcturus* sp.), Amphipoden (*Orchomene plebs*), dekapode Crustaceen (*Notocrangon antarcticus*, *Chorismus antarcticus*, *Lithodes murrayi*),

Krill *Euphausia superba*, Gastropoden (*Laeviculina antarctica*), Octopoden (*Pareledone* sp.) und verschiedene Fischarten. Die biochemisch-physiologischen Fragestellungen lassen sich aufgrund der aufwendigen Analytik und der Streßsituation gehälterter Tiere an Bord erst später im Institut durchführen. Die unten aufgeführten ersten Ergebnisse beschränken sich daher auf beschreibende Elemente.

Die Frage, wie sich der Status quo der Lebenszyklen ausgewählter hochantarktischer Evertebraten darstellt, wird an 3 Arten (*Orchomene plebs*, *Notocrangon antarcticus* und *Ophiacantha antarctica*) bearbeitet werden, zu denen bereits Ergebnisse aus dem Weddellmeer vorliegen. Mit einer beködeten Reuse, die für 20 Stunden in 160 m Tiefe in der Marguerite Bay verankert war, wurden von dem nekrophagen Amphipoden *O. plebs* etwa 15000 Individuen aller Größenklassen (2-35 mm) gefangen. Mit dieser Reuse wurden auch 8 Fische mehrerer *Trematomus*-Arten gefangen, die sich, wie erste Beobachtungen im Aquarium zeigten, zwar in ihrem Beutefangverhalten unterschieden, sich aber alle von schwimmenden *O. plebs* ernährten. Eine weitere Reuse wurde 6 Wochen später etwa 35 km südöstlich der vorangegangenen Reusenstation in 360 m Tiefe ausgelegt. Der Fang setzte sich aus nur 3 Individuen der sonst häufigen *O. plebs*, 10 Isopoden (*Aega antarctica*) und 23 Aalmuttern (Zoarcidae) zusammen. Die Bestimmung von Stoffwechselraten, Nahrungsumsatz, Assimilationseffizienz wird an *O. plebs* möglich sein, da eine ausreichend große Laborpopulation zur Verfügung steht. Ergänzend sind Untersuchung der Temperaturanpassung von Enzymen und die Anlage von Speicherlipiden unter im Labor zu simulierenden, veränderbaren Umweltbedingungen, wie z.B. Temperatur, Nahrung, Lichtregime geplant. Zu verschiedenen Zeitpunkten wurden bereits an Bord Individuen verschiedener Größenklassen aus der Hälterung entnommen und für spätere Lipid- bzw. Enzymanalysen tiefgefroren. Gleichzeitig wurden Hämolympfproben entnommen, um den zeitlichen Verlauf möglicher Änderungen des Hämocyanin- und Proteingehalts unter Hälterungsbedingungen genauer verfolgen zu können. Für Vergleichszwecke wurden von verschiedenen anderen Arten (*Lithodes murrayi*, *Euphausia superba*, *Ceratoserolis trilobitoides*, *Notocrangon antarcticus*) unmittelbar nach dem Fang Blutproben entnommen.

Das Vorkommen der Steinkrabbe *Lithodes murrayi* vor Peter I. Island ist der bislang südlichste Fund reptanter Dekapoden im Südpolarmeer. Unter zoogeographischen Gesichtspunkten wird Peter I. Island in die hochantarktische Region einbezogen. Der Fang dieser Art bestätigt, daß höhere dekapode Crustaceen durchaus unter hochantarktischen Bedingungen existieren können. Für spätere vergleichende physiologisch-biochemische Analysen wurden dem größten (10 cm Carapaxlänge) und einem der drei kleineren Exemplare (3,5 cm Carapaxlänge) etwa 6 bzw. 2 ml Hämolymphe entnommen. Anschließend wurden diese Tiere bei -80°C tiefgefroren. An diesem Material sollen Lipidgehalt und -zusammensetzung sowie die kinetischen Eigenschaften und der Gehalt an Schlüsselenzymen des Stoffwechsels im Gewebe ermittelt werden. Im Vergleich zu den auf dem kontinentalen Schelf vorkommenden Garnelenarten *Notocrangon antarcticus* und *Chorismus antarcticus* lassen sich auf biochemische bzw. physiologischer Ebene möglicherweise Anhaltspunkte für die Absenz von reptanter dekapoder Krebse auf dem Schelf finden. Warum ein polare Emergenz dieser sonst eher als Tiefseeart bekannten Steinkrabbe bei Peter I. Island und nicht auf dem kontinentalen Schelf zu beobachten ist, wird möglicherweise durch die Ergebnisse der geplanten Analysen des konservierten Probenmaterials ersichtlich.

5.2 Zooplankton (Harm, Metz, Schiel)

Die zooplanktologischen Untersuchungen hatten im wesentlichen drei Ziele:

- Erfassung der Zooplanktongemeinschaften in Verbindung mit Wassermassen, Wassertiefe und Meereisbedeckung,
- Wegfraß von natürlichen Phytoplanktonpopulationen durch dominante calanoide Copepoden und
- Bestimmung von Freßraten einzelner Copepodenarten in Abhängigkeit vom Nahrungsangebot.

Zur Untersuchung der Zooplanktongemeinschaften wurden 2 verschiedene Planktonnetze eingesetzt:

Das Multinetz, ein Mehrfachschließnetz mit 5 Netzbeuteln von 55µm Maschenweite zur Erfassung der vertikalen Verteilung des Mikro- und Mesozooplanktons, kam auf 21 Stationen zum Einsatz (Abb. 24). Das Netz wurde vertikal bis maximal 1000m bzw. auf flacheren Stationen bis zum Boden gefahren. Die getrennt durchfischten Tiefenstufen richteten sich jeweils nach der Schichtung der Wassermassen, die durch vorangegangene Messungen mit der CTD ermittelt wurden.

Mit dem RMT 8+1 (Rectangular Midwater Trawl) wurden auf 24 Stationen Doppelschräghols (0-200-0 m) zur Befischung des Epipelagials durchgeführt (Abb. 24). Das großflächige RMT 8 (8 m² Netzöffnung, Maschenweite 4,5 mm) ermöglicht eine Probengröße, die eine quantitative Beschreibung der Populationszusammensetzung des Krill und anderer Makrozooplanktonarten erlaubt. Die Fänge des kleinmaschigen RMT 1 (Netzöffnung 1 m², Maschenweite 300 µm) repräsentieren den Übergangsbereich vom Makrozooplankton (RMT 8) zum Mikro-/Mesozooplankton (Multinetz) und erfassen die Larven- und Jugendstadien von Euphausiaceen, Mysidaceen und Dekapoden.

Alle Proben wurden unmittelbar nach dem Fang in 4%-igem Formaldehyd in Seewasser konserviert. Die Bearbeitung der Multinetzproben erfolgt später im Labor. Die RMT-Fänge wurden bereits an Bord sortiert und die einzelnen Taxa bis zur Art bestimmt. Beim Krill erfolgte auch eine Unterscheidung nach Reifestadien. Außerdem wurden Längenmessungen an Euphausiaceen, Mysidaceen und an der Salpe *Salpa thompsoni* vorgenommen, bei den Salpen wurde zusätzlich eine Feuchtgewichtsbestimmung durchgeführt. Insgesamt konnten 16400 Euphausiaceen, 154 Mysidaceen und 8361 Salpen vermessen werden, dazu kamen 3152 Larven der Euphausiaceen-Art *Thysanoessa macrura*.

Für experimentelle Untersuchungen wurden ausgewählte Copepoden aus den oberen 500m der Wassersäule mit einem Nansen- oder Bongo-Netz gefangen. Die Tiere wurden aus dem Fang herauspipettiert und im Kühlcontainer bei 0°C gehältert. Der Wegfraß von Phytoplankton durch calanoide Copepoden wurde auf 9 Stationen untersucht. Das Nahrungsangebot bestand aus der natürlichen Phytoplanktonkonzentration und -zusammensetzung, das entweder mit der Rosette aus der Chlorophyll-Maximumwassertiefe oder mit der Schiffspumpe aus der Wasseroberfläche gewonnen wurde. Die Experimente erfolgten an den auf den Stationen dominanten großen Copepodenarten (*Calanoides acutus*, *Rhincalanus gigas*) und einer Mischpopulation, bestehend aus jungen Entwicklungsstadien großer Arten und aus kleinen Arten (≤1mm). Diese Experimente wurden durch Nahrungsuntersuchungen mit Eisalgen und dem kleinen Copepoden *Stephos longipes* ergänzt, einer Art, die in großen Konzentrationen im Meereis und in der Untereisschicht vorkommt.

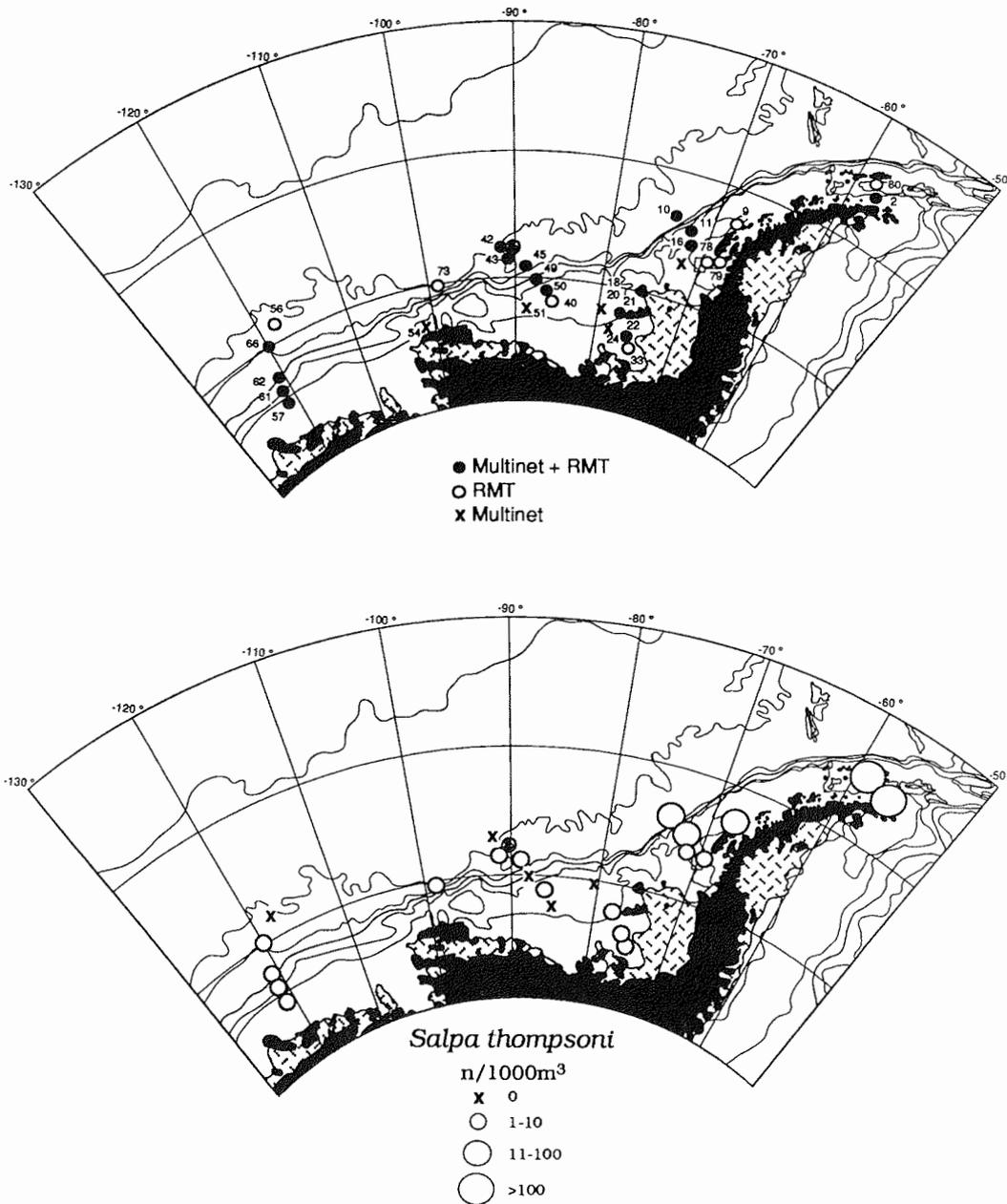


Abb. 24: Lage der Multinetz und RMT Stationen, Verbreitung der Saipen
Fig. 24: Position of the multinet and RMT stations, distribution of salps

Die Ernährungsweise der dominanten poecilostomatiden Art *Oncaea curvata* wurde experimentell untersucht und die Freßrate ermittelt. Kulturen der Diatomee *Prorosira pseudodenticulata* und des Dinoflagellaten *Prorocentrum redfieldii*, sowie einer natürlichen *Phaeocystis*- Blüte und Eisalgen wurden in verschiedenen Konzentrationen als Nahrung angeboten. Außerdem wurde das Freßverhalten gegenüber calanoiden Copepoden, Copepodennauplien und Kotballen beobachtet.

Vorläufige Ergebnisse

11 der 13 möglichen Reifestadien des Krill, *Euphausia superba*, wurden gefunden. In allen Proben fehlten die laichreifen und abgelaichten Stadien. In den RMT-Fängen wurden insgesamt 117 Zooplanktonarten identifiziert (Tab. 5), zudem Adulte der Fischarten *Electrona antarctica*, *Pleuragramma antarcticum* und *Paralliparis antarcticus*.

	Anzahl der Arten	Anzahl der Individuen	N 1000/m ³ max.	häufigste Art
Hydrozoa	5	11	1	<i>Calycopsis borchgrevinki</i>
Scyphozoa	1	3	1	<i>Periphylla periphylla</i>
Siphonophora	5	2375	71	<i>Pyrostephos vanhoeffeni</i>
Ctenophora	2	31	2	<i>Beroe forskalii</i>
Cephalopoda	1	6	1	<i>Allurotenthis antarcticus</i>
Gastropoda	4	506	42	<i>Limacina helicina</i>
Polychaeta	11	274	98	<i>Pelagobia longicirrata</i>
Copepoda	31	26763	1777	<i>Calanoides acutus</i>
Euphausiacea	4	16400	362	<i>Euphausia crystallophias</i>
Euphausiacea larvae	1	3152	992	<i>Thysanoessa macrura</i>
Gammaridea	6	130	4	<i>Eusirus propeperdentatus</i>
Hyperidea	11	1135	26	<i>Themisto gaudichaudii</i>
Mysidacea	3	154	13	<i>Antarctomysis ohlini</i>
Ostracoda	5	1162	305	<i>Alacia belgicae</i>
Chaetognatha	4	5402	1061	<i>Sagitta gazellae</i>
Thaliacea	1	8361	226	<i>Salpa thompsoni</i>
Pisces larvae	21	1030	39	<i>Pleuragramma antarcticum</i>

Tab. 5: Ergebnisse der RMT 8+1-Fänge

Auf dem Schelf fand sich eine neritische Gemeinschaft, die durch Fischlarven, Dekapodenlarven und den Eiskrill *Euphausia crystallophias* charakterisiert war. Jenseits des Kontinentalhanges fehlten diese Arten. Der antarktische Krill, *Euphausia superba*, wurde auf 20 Stationen gefunden. Im Bellingshausenmeer enthielten die Fänge regelmäßig Krill, meist in Konzentrationen <10 Individuen/1000 m³. Die größte Krillmenge (278 Ind./1000 m³) wurde auf der ozeanischen Station 29/45 angetroffen. Im Amundsenmeer kam Krill auf 3 von 5 Stationen vor, und die Konzentrationen lagen unter 1 Ind./1000 m³ (Abb. 2). Larven wurden nur von 1 Euphausiaceen-Art, *Thysanoessa macrura*, auf 4 ozeanischen Stationen gefunden, die Adulten dieser Art kamen regelmäßig in niedrigen Konzentrationen (zwischen 1 und 83 Ind./1000 m³) in den Fängen vor. *Salpa thompsoni* dominierte im Bereich der Bransfield Straße die Zooplanktongemeinschaft, die größte Konzentration betrug 264 Ind./1000 m³ bzw. 1134 g Feuchtgewicht/1000 m³ (Abb. 24). Im Gegensatz dazu fehlte diese Art im Bellingshausen- und Amundsenmeer fast völlig.

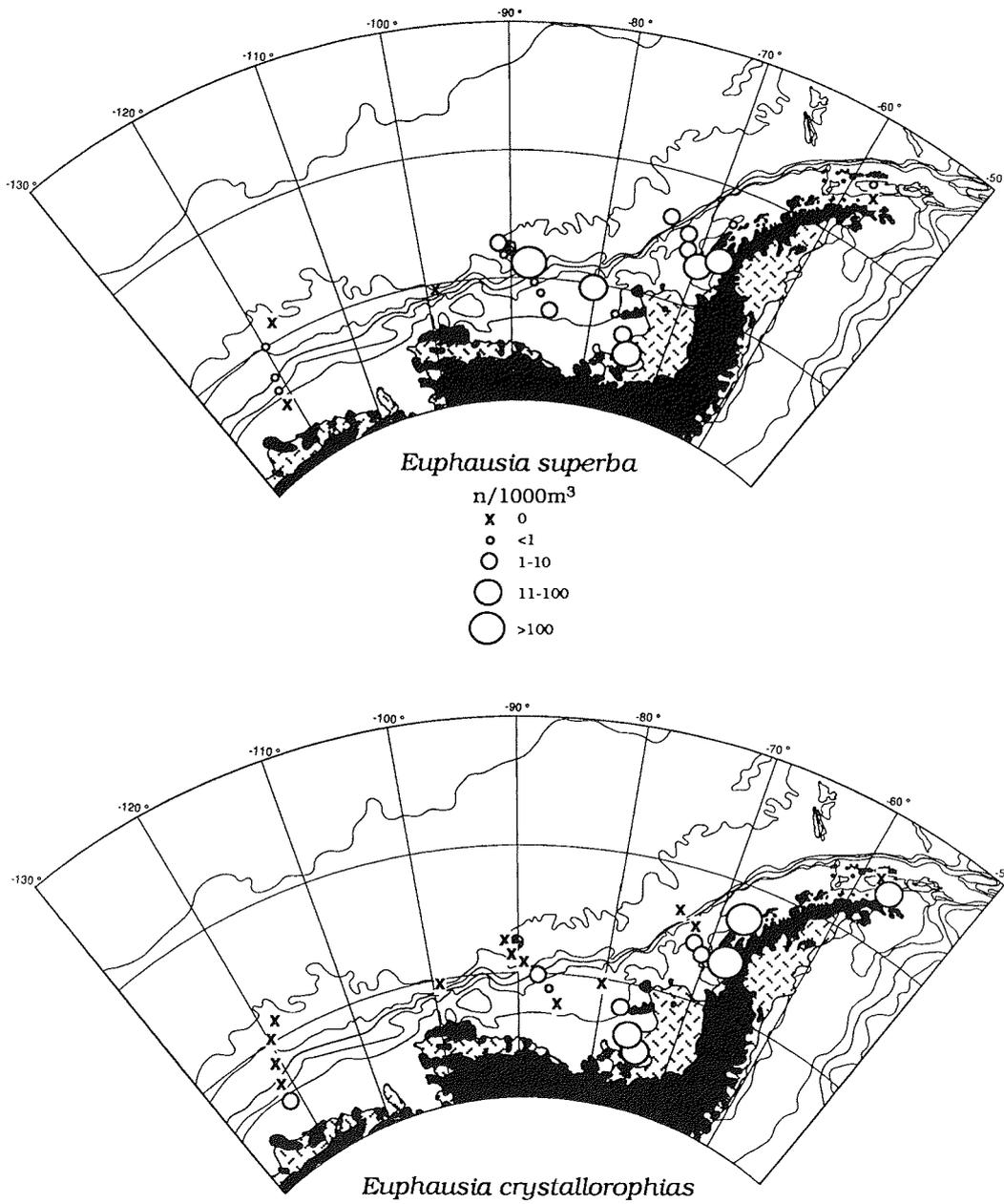


Abb. 25: Verbreitung des Krill
Fig. 25: Distribution of krill

17 Amphipoden-Arten wurden identifiziert, wobei die Hyperiidien mit 11 Arten stärker vertreten waren als die Gammariden (6 Arten). 70% aller Amphipoden gehörten zu der Hyperiidien-Art *Themisto gaudichaudii*. Die Arten *Cylopus magellanicus* und *Vibilia antarctica*, die im Bereich der Antarktischen Halbinsel häufig anzutreffen sind, fehlten im Bellingshausen- und Amundsenmeer völlig, während *Cylopus lucasii* und *Primno macropa* im gesamten Untersuchungsgebiet regelmäßig gefangen werden konnten.

Die Siphonophoren *Diphyes antarctica* und *Dimophyes arctica* kamen am häufigsten im Halbinselgebiet vor, während *Pyrostephos vanhoeffeni* vorwiegend im Bellingshausenmeer gefunden wurde, z.T. in Mengen von 59 bis 71 Ind./1000 m³. 512 Mollusken befanden sich in den Fängen, dabei wurden Cephalopoden nur auf ozeanischen Stationen gefangen, Gastropoden jedoch regelmäßig im gesamten Gebiet. Die Copepoden stellten zahlen- und artenmäßig den Hauptanteil der Taxa. Die häufigste Art *Calanoides acutus* wurde auf allen Stationen angetroffen, die höchste Konzentration mit 1400 Ind./1000 m³ auf der Schelfstation 29/57 im Amundsenmeer. Diese Art dominiert in vielen Regionen des Südpolarmeeres. Die zweithäufigste Art, *Rhincalanus gigas*, ist ein typischer Vertreter des antarktischen Zirkumpolarstromes. In unseren Untersuchungen hatte sie ihr größtes Vorkommen (1460 Ind./1000 m³) auf der ozeanischen Station 29/73.

Die große Anzahl der in den Fängen gefundenen Fischlarven (1030) von 21 Species bestätigt die Vermutungen, daß Fische in größerer Anzahl im Bellingshausenmeer leben und hier auch laichen. Gleiches gilt auch für Dekapoden und Euphausiaceen, sodaß das Bellingshausenmeer wahrscheinlich das "upstream" Gebiet für die Antarktische Halbinsel und die Scotia See darstellt.

6. LUFTCHEMIE (Rex)

Marines Phytoplankton gilt als Produzent einer Gruppe reduzierter Schwefelverbindungen, von denen Dimethylsulfid (DMS) bei weitem die bedeutendste Komponente ist. Durch windinduzierten Gasaustausch gelangen diese Verbindungen in die Atmosphäre, wo sie innerhalb weniger Tage zu Sulfat oxidiert werden. Die Sulfatverbindungen bilden Aerosolpartikel, die als Wolkenkondensationskerne die Bildung und die Struktur von Wolken beeinflussen.

Ein möglicher Rückkopplungsmechanismus auf das Klima wird zur Zeit diskutiert. Steigt durch eine erhöhte Primärproduktion die DMS-Konzentration in Ozean und Atmosphäre an, bilden sich mehr Wolkenkondensationskerne, wodurch sich der Wassergehalt der Wolken auf eine größere Anzahl kleinerer Tropfen verteilt, was letztlich zu einer Vergrößerung der Wolkenalbedo führt. Dies senkt die Oberflächentemperatur der Erde ab und hat damit wieder einen Einfluß auf die Primärproduktion. Um die Wirksamkeit dieses Regelmechanismus abschätzen zu können, muß geklärt werden, wie groß die globale Quellstärke von DMS ist, und welcher Anteil der Aerosolpartikel in mariner Reinluft aus der Oxidation von DMS stammt.

6.1 Dimethylsulfid in Luft und Seewasser

Zweimal am Tag wurden jeweils zwei parallele Luftproben und eine Seewasserprobe gesammelt und gaschromatographisch analysiert. Als besonders interessant erwiesen sich dabei die Messungen in der Marguerite Bay und in

einem Gebiet innerhalb der Ronne-Entrance, da dort jeweils in einer Algenblüte mit sehr hoher Primärproduktion gemessen werden konnte. Die gefundenen DMS-Werte erreichten Rekordwerte von 5000-6000 ng DMS pro Liter Seewasser und 2500 ng DMS pro Kubikmeter Luft. In der Marguerite Bay konnte auf der Rückfahrt gut fünf Wochen später bei weiter andauernder Algenblüte nochmals gemessen werden. Die Artenzusammensetzung der Algen hatte sich in der Zwischenzeit vollständig verändert. Die DMS-Konzentrationen waren auf 100-150 ng DMS pro Liter Seewasser und 300-500 ng DMS pro Kubikmeter Luft abgesunken.

Die Werte, die während der restlichen Fahrt gefunden wurden, bewegen sich zwischen 50-1500 ng DMS pro Liter Seewasser und 100-800 ng DMS pro Kubikmeter Luft. Sie sind damit etwas größer als die Werte, die aus dem südlichen Atlantik bekannt sind und liegen in der gleichen Größenordnung, wie sie im Weddellmeer gefunden wurden.

6.2 Konzentration von Wolkenkondensationskernen

Zur Messung der Konzentration von Kondensationskernen wurden zwei Geräte betrieben. Ein kontinuierlich arbeitender Kondensationskernzähler auf Butanol-Basis wurde mit sehr hohen Dampfübersättigungen eingesetzt, um alle Kondensationskerne im Überblick zu erfassen. Dafür wird in einem Luftstrom zunächst eine Butanolsättigung hergestellt. Anschließend wird der Strom abgekühlt und dadurch eine hohe Übersättigung erreicht. Das an den kondensierenden Tröpfchen gestreute Licht eines senkrecht einfallenden Lichtbündels wird mittels eines Photodetektors aufgezeichnet.

Die für die eigentliche Wolkenbildung relevanten Wasserdampfübersättigungen wurden von dem zweiten Gerät hergestellt. Es handelt sich um eine thermische Gradient-Diffusionskammer, bei der in einem Wasserdampfstrom zwischen einer warmen und einer kalten Wasseroberfläche Übersättigungen zwischen 0,1% und 2% eingestellt werden können. Dieses Gerät simulierte die Wolkenbildung mit drei verschiedenen Übersättigungen computergesteuert an 36 Terminen pro Tag. Von den kondensierenden Tröpfchen wurde jeweils eine Bildsequenz mit einer CCD-Kamera digital aufgezeichnet und zur späteren Auswertung auf Datenträger gesichert. Aus den Daten lassen sich Rückschlüsse nicht nur auf die Anzahl der Kondensationskerne sondern auch auf deren Beschaffenheit schließen.

7. UNTERSUCHUNGEN DER WASSERSÄULE

7.1 Ozeanographie (Brunßen)

Die physikalischen Messungen waren Bestandteil eines gemeinsamen Projekts (Untersuchung des Unterwasser-Lichtfeldes im Hinblick auf biologische Prozesse) der AWI-Arbeitsgruppen Meeresphysik und Biooptik, sowie der Arbeitsgruppe Laserphysik der Universität Oldenburg. Dabei wurden von der physikalischen Seite folgende Ziele verfolgt: Bereitstellung der hydrographischen Daten (Temperatur, Salzgehalt u. a.) und Untersuchung optischer Eigenschaften des Meerwassers hinsichtlich ihrer Eignung als Wassermassen-Kenngröße. Als profilierende Sonde wurde eine CTD vom Typ *Seabird 911plus* eingesetzt; diese war in eine Rosette mit 12 Wasserschöpfern integriert. Zusätzlich zu den Temperatur- und Leitfähigkeits-Sensoren verfügte die CTD über zwei Haardt-Sensoren zur Messung der Chlorophyll- und der Gelbstoff-Fluoreszenz. Insgesamt wurde diese CTD-

Konfiguration auf 21 Stationen eingesetzt, von denen sich 18 Stationen 4 Schnitten zuordnen lassen. Die CTD-Profile wurden soweit möglich bis zum Boden aufgenommen, die maximale Tiefe betrug aus technischen Gründen 3000 Meter.

	Chlorophyll	Gelbstoff
Anregungswellenlänge	380 - 540 nm	450 nm
Filter	Bandpass	Bandpass, HW: 50 nm
Detektionswellenlänge	681	530 - 590 nm
Filter	Bandpass, HW: 18 nm	Bandpass

Tab. 6: Haardt-Fluorometer, HW: Halbwertsbreite

Schnitt	I	II	III	IV
Stationen	10, 11, 16	18, 20, 24, 28, 33	42, 43, 45, 49, 50, (51)	57, 61, 62, 66

Tab. 7: Stationsübersicht (29/...)

Weiterhin wurde das am AWI entwickelte COMED (**C**ontinuously **M**easuring **D**evice). betrieben, das sich im Brunnenschacht befand. COMED registrierte kontinuierlich Temperatur, Salzgehalt, Chlorophyll-Fluoreszenz und Mie-Rückstreuung. Auch wurden mit einem Laborgerät die Fluoreszenz-Eigenschaften von 88 einzelnen Wasserproben auf 16 Stationen analysiert. Bei diesem Gerät handelte es sich um das *Perkin Elmer* Lumineszenz-Spektrometer LS-50. Es wurden bis zu 18 verschiedene Kombinationen von Anregungs- und Detektionsfrequenzen pro Wasserprobe eingestellt.

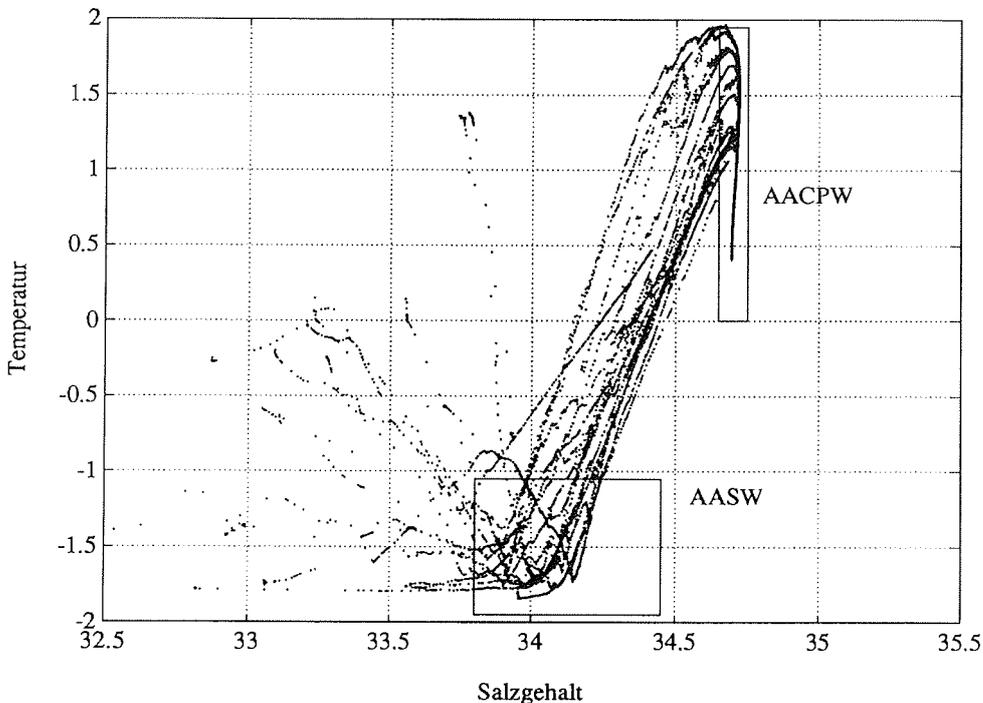


Abb. 26: T-S-Diagramm aller Stationen
 Fig. 26: T-S-Diagram of all stations

Anhand der unkalibrierten Temperatur- und Salzgehaltsprofile sind zwei verschiedene Wassermassen zu erkennen, das Antarktische Oberflächenwasser (AASW) und das vom Atlantischen Zirkumpolarstrom (ACC) transportierte Antarktische Zirkumpolarwasser (ACW). Diese Wassermassen sind auch im T-S-Diagramm zu erkennen (Abb. 1). Die Abbildung zeigt die Temperatur- und Salzgehalts-Daten aller 21 CTD-Stationen. Da die maximale Tiefe dieser CTD-Konfiguration nur 3000 m betrug, konnten das Antarktische Bodenwasser (AABW) und das Eis-Schelf-Wasser (ISW), die in größeren Tiefen zu erwarten gewesen wären, nicht erfaßt werden. Die verwendete Nomenklatur bezieht sich auf die Bezeichnungen der Wassermassen bei *Pickard, Emery*: "Descriptive Physical Oceanography".

7.2 Halogenated hydrocarbons (Abrahamsson)

The main objective was to study the amount of naturally produced halocarbons emitted from the ocean surface to the atmosphere in Antarctic waters. Emphasis was also put on the formation of halocarbons by sea ice communities, as well as by planktonic phytoplankton. Moreover, the distribution of naturally produced substances within the total water body was studied, with special attention to the water just above the sediment surface.

Sampling

In accordance with the objective, surface water samples and air samples were collected throughout the cruise. The water was collected through the sea water inlet of the Polarstern. Air was collected at the aft deck of the ship. Samples were also drawn from the twelve bottle rosette at 21 stations. In addition, bottom water was collected from the Multicorer at 16 stations (Tab. 8). All samples were collected with 100 ml glass syringes.

Ice cores were collected at five occasions (Tab. 8). The cores were sliced in 20 cm portions, and placed in plexiglass containers. The cores were then incubated at 0° and at an irradiance of 50 $\mu\text{moles photons s}^{-1} \text{ m}^{-2}$. The ice was allowed to melt slowly, and one sample from the air and the melted ice was taken every day for four to six days.

Studies of the formation rate of halocarbons by micro-organisms were performed at 12 occasions. Approximately 15 l of surface water was filtered through five different sized filters (1000, 150, 12, 2 and 0.4 μm respectively). For each fraction, 200 ml of water was collected. The water was then divided into 50 ml glass bottles with teflon-lined screwcaps. Care was taken to avoid any headspace volume minimizing losses due to evaporation. The samples were then incubated at room temperature and an irradiance of 650 $\mu\text{mol photons s}^{-1} \text{ m}^{-2}$, or at 0° and 75 $\mu\text{moles photons s}^{-1} \text{ m}^{-2}$. One sample from each fraction was analysed every day for four days. Pore water from three different sediment cores (stations 29/48, 29/63 and 29/66) collected with the Multicorer, was analysed for halocarbon content. The cores were divided in 6 segments, 0-2, 2-5, 5-10, 10-15, 15-20 and 20-25 cm. The time dependent release of halocarbons from the sediment was studied at three occasions (station 29/45, 29/63 and 29/75). The sediment cores were incubated at 0° and an irradiance of 50 $\mu\text{moles photons s}^{-1} \text{ m}^{-2}$. Water samples were drawn approximately every 12 h.

Station	Rosette	Multicorer	Ice core	Algae filtration
10	x	x		
11	x			
12			x	
13	x			
16	x			
18	x			x
20	x			x
21		x		
22		x		
24	x			
28	x			x
33	x			
39			x	
40			x	x
42	x			x
43	x	x		
45	x	x		
46		x		
47		x		
48		x		
49	x	x		
50	x	x	x	
51	x			
54	x			
57	x		x	
61	x			
62	x	x		
63		x		
64		x		
66	x	x		
70		x		
73	x			x
75		x		

Tab. 8: Summary of station work
 Tab. 8: Übersicht zu den Stationsarbeiten

Analytical procedure

The compounds were pre-concentrated with a purge- and trap technique and determined by capillary gas chromatography with electron-capture detection. The substances determined were freon 12, freon 11, freon 22, freon 113, methyl chloride, methyl bromide, methyl iodine, iodoethane, 2-iodopropane, 1-iodobutane, 2-iodobutane, dichloromethane, chloroform, methylchloroform, carbontetrachloride, trichloroethylene, perchloroethylene, dibromomethane, bromodichloromethane, dibromochloromethane, bromoform, chloriodomethane, The detection limits vary from 5 pg/l to 60 pg/l with a precision of 2-7 % for the individual compounds. The compounds were identified with gas and liquid standards. The standards were run every other day, and blanks monitored throughout the cruise.

The surface waters of the Bellinghausen and Amundsen Seas showed levels of biogenic halocarbons well below that of other Polar regions. The mean concentration of for instance bromoform at the Polar Front was 4 ng/l, which should be compared to values around 1 ng/l on this cruise. Elevated concentrations could be seen at the end of the cruise close to the Antarctic Peninsula. Except for methyl iodide, there was no obvious relationship between blooms of *Phaeocystis* sp., which was the dominant algae species, and the concentrations of halocarbons. Studies of the formation of halocarbons by different size classed micro-organisms showed that the fraction containing mainly *Phaeocystis* sp. (1000-150 μm) produced methyl iodide rather than other halocarbons (Fig. 27).

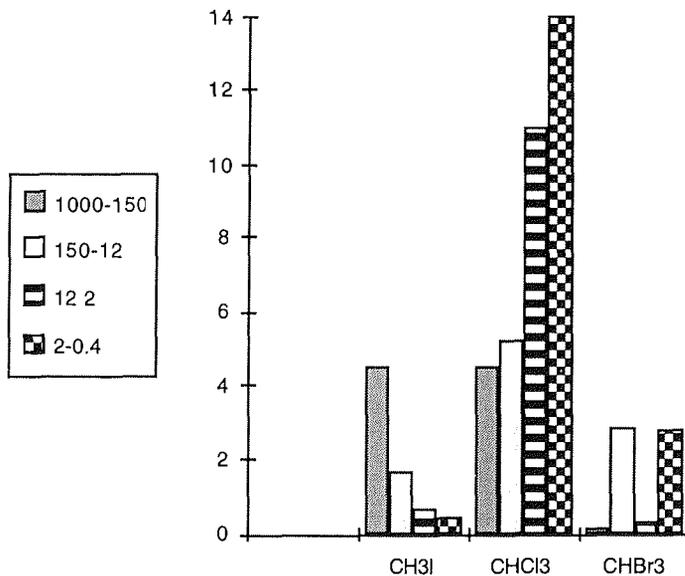


Fig. 27: The formation rate of methyl iodide (CH₃I), chloroform (CHCl₃) and bromoform (CHBr₃) by phytoplankton. The different series describes the rate of formation from different size fraction in μm .

Abb. 27: Bildungsraten von Methyljodid, Chloroform und Bromoform durch Phytoplankton. Die verschiedenen Serien zeigen die Bildungsraten unterschiedlicher Größenklassen in μm .

The distribution of halocarbons in the water column along a transect from Peter I. Island and the coast, can be seen in Figure 2. The figures show examples of a mainly man-made compound, carbontetrachloride (CCl₄), and a naturally produced one, dibromomethane (CH₂Br₂). Carbontetrachloride is used as a tracer of water masses, and from its depth profiles one can clearly see the two dominant water masses, the Antarctic surface water and the Antarctic circumpolar water. A naturally produced compound is usually found in higher concentrations in the upper most water layer, due to the phytoplanktonic activity. Interestingly, CH₂Br₂ behaves differently.

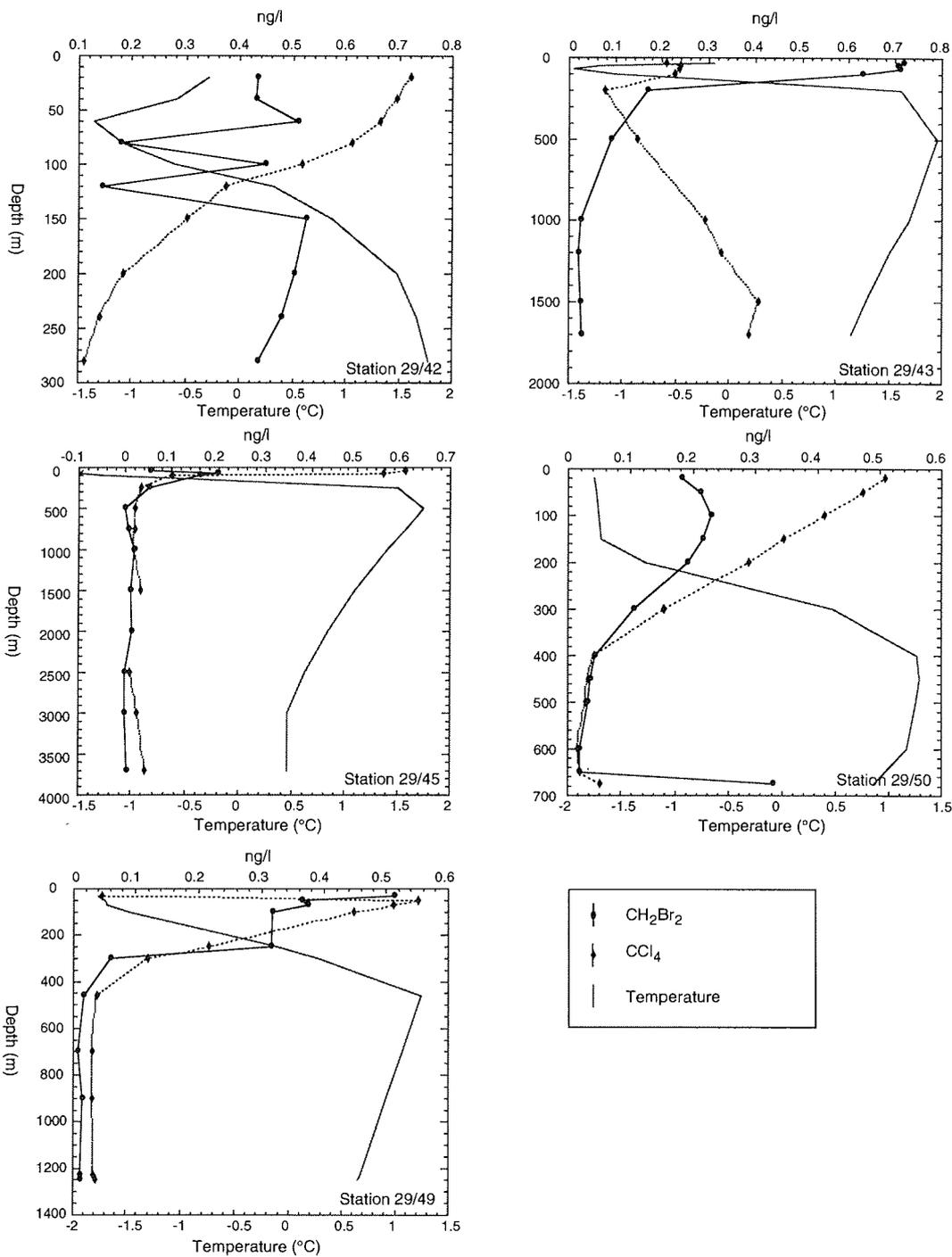


Fig. 28: The distribution of two halocarbons and temperature in the water column along a transect from Peter I. Island and the coast.

Abb. 28: Verteilung zweier Halocarbone und der Temperatur in der Wassersäule auf dem Profil von Peter I. Insel zur Küste.

At station 29/43 an inverse depth profile was seen with elevated concentrations occurring at the bottom. This phenomena could also be seen at station 29/50, and most surprisingly this was also true for CCl_4 . Elevated concentrations close to the sediment could also be seen for a number of compounds, such as trichloroethylene and chloroform. Analyses of pore water from sediments show that halocarbons are present in elevated concentrations in the sediments. This is exemplified in Figure 29 that shows the depth profiles for CH_2Br_2 and CCl_4 . If halocarbons were released from the sediments this could account for the increase in concentrations close to the sediment surface. Therefore the release of halocarbons from the sediments was studied. It could be seen that most of the compounds measured, except for the freons, were released from the sediment.

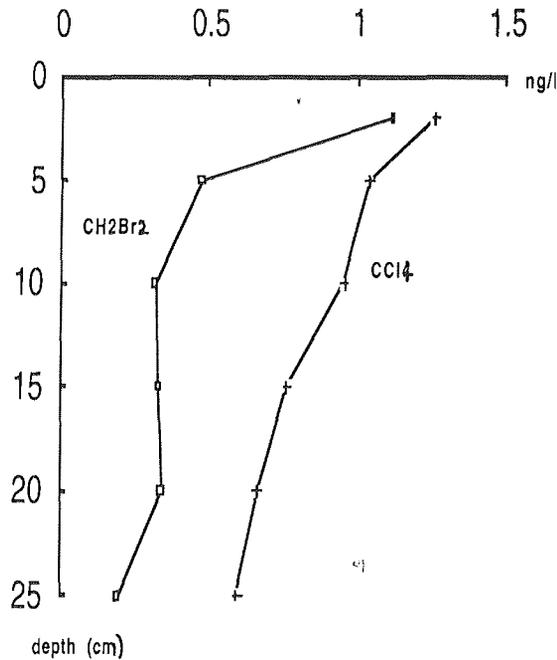


Fig. 29: The distribution of carbontetrachloride (CCl_4) and dibromomethane (CH_2Br_2) in pore water from a sediment core.

Abb. 29: Verteilung von Tetrachlorkohlenstoff und Dibrommethan im Porenwasser eines Sedimentkernes.

7.3 Biooptik (Stamler, Reynolds, Bracher, Hoge, Tilzer)

Light utilization by phytoplankton in the Bellingshausen and Amundsen Seas

Modelling primary production in the Southern Ocean requires information on the optical properties of seawater, the absorption capabilities of suspended particulates (specifically phytoplankton), and the efficiency at which absorbed light energy is converted into particulate matter. The goals of this study were to characterise the light environment within the open ocean, and to define the responses of algal communities to their respective light regimes. In particular, our investigations

focused upon the energetics of light utilisation, primary production and quantum yield of photosynthesis. The information obtained during this cruise will be used to test and refine existing bio-optical models of primary production, and determine their suitability for this specific oceanic region.

Work at sea

We sampled 21 stations within the Bellinghousen and Admundsen Seas during the period of the cruise (Table 1). These included both open ocean stations in deep water (depths >3000m) and stations over the continental shelf (depths <1000m). Of the latter, these stations included ones with little or no ice cover (open water) as well as stations deep within the sea ice. When possible, measurements were carried out close to the middle of the day to take advantage of optimal irradiance conditions. *In situ* light measurements and water samples were restricted to the upper 100m of the water column. In addition to station work, some additional experiments were performed on sea ice microalgal communities (kindly provided by the ice group) and on cultures isolated from the water column and grown under controlled conditions within the laboratory cold room.

Stat.No.	Location		Water depth (m)	Chloroph. maximum (m)	Chlorophyll concentr. (gChl/l)	SChl euph. zone (mgm ²)	Z _{eu} (m)
	S	W					
29/10	66°52	74°5.9	3440	44-75	0.15-0.36	13.4	77
29/11	67°11	73°20	795	3-62 (50)	0.20-0.45	23.3	67
29/13	68°12	67°17	382	3-32	0.80-1.30	24.0	23
29/16	68°16	73°26	447	3-38	0.27-0.59	18.9	40
29/18	70°09	80°35	586	2-53 (2)	0.20-0.40	-	-
29/20	71°15	76°59	628	2-31 (10)	0.20-0.40	123.8	55
29/24	72°28	73°16	495	2-26	2.80-4.00	82.1	18
29/28	71°04	76°36	327	0-45	0.20-5.80	-	-
29/33	72°48	72°25	741	1-80(50)	1.90-2.70	50.19	24
29/40	71°01	85°53	582	*	-	-	-
29/42	68°51	90°52	285	1-47(20)	0.27-0.40	11.9	39
29/43	68°59	90°31	1730	4-40	0.13-0.34	17.7	70
29/45	69°19	89°39	3800	34	0.15-0.26	9.1	79
29/49	70°15	87°35	1297	35	0.13-0.14	14.5	100
29/50	70°30	87°04	683	0	0.14-0.23	-	-
29/51	70°56	89°19	550	30	0.12-0.15	12.5	93
29/54	71°47	105°10	566	3-58 (28)	0.56-1.29	31.8	36
29/57	73°9.6	121°53	612	0-47(5)	0.47-0.82	24.6	40
29/61	72°33	121°03	1568	0-48 (20-30)	0.30-0.60	22.8	44
29/62	72°02	120°51	2380	0-56 (20)	0.20-0.30	19.3	65
29/66	69°59	118°16	3148	0-65	0.33	18.7	60
29/73	69°28	97°24	4336	0-52(35)	0.50-0.90	32.6	43

Tab. 9: A summary of station locations, maximum water depth, chlorophyll *a* information, and the depth of the euphotic zone. For this table, the euphotic zone was calculated as the depth to which 1% of the downwelling irradiance measured at 1m penetrated.

Tab. 9: Zusammenfassung von Stationen, max. Wassertiefen, Chlorophyll *a* und die Tiefe der euphotischen Zone. Die Tiefe der euphotischen Zone wurde berechnet als die Tiefe, die noch von 1 % der bei 1 m Tiefe gemessenen Einstrahlung erreicht wird.

In situ measurements

Vertical profiles of photosynthetically available radiation (PAR, 400-700 nm) were measured using two cosine-corrected detectors (one upwelling and one downwelling, both Licor model Li-192SA) and one spherical 4p collector (Licor Li-193SA). The sensors were connected to custom-built operational amplifiers and interfaced with a Sea Bird model 911/plus CTD for data acquisition. During these profiles, incident scalar irradiance (PAR) at the sea surface was continuously monitored using a Biospherical Instruments QSR-240 (2p collector).

In conjunction with the above measurements, the spectral distribution of the underwater light field (both up and downwelling) was measured using a Biospherical MER-2040 underwater spectroradiometer. Within the PAR spectrum, spectral light intensities were measured at wavelengths of 412, 443, 465, 490 510, 520, 550, 560, 615, 633, 665 and 683 nm (10 nm bandwidth). These included the wavelengths which will be measured by the SEAWIFS ocean color satellite. In addition, two UV wavelengths (340 and 380 nm), scalar PAR and the solar-stimulated fluorescence of chlorophyll *a* were measured. Instrument problems with the on-deck spectroradiometer precluded reference measurements of spectral values for surface irradiance during these profiles, but changes in surface light intensity were monitored (Biospherical , 2p collector, PAR).

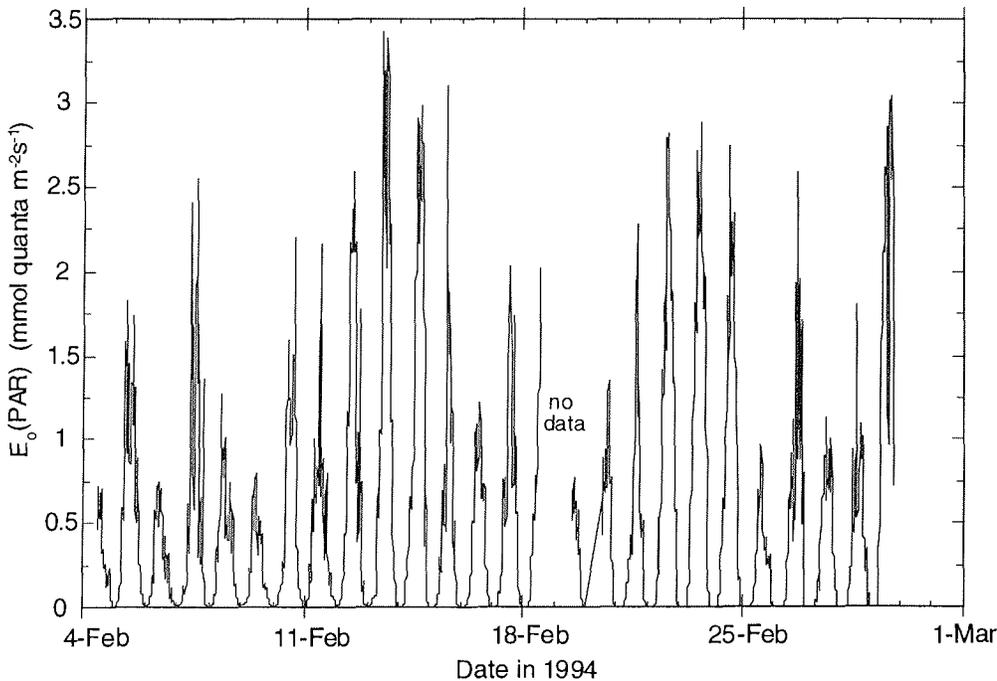


Fig. 30: Photosynthetically available scalar radiation at the sea surface measured continuously from 4.2.94 to 1.3.94.

Abb. 30: Photosynthetisch verfügbare Solarstrahlung an der Meeresoberfläche (4.2.94-1.3.94)

In addition to the underwater measurements, incident scalar irradiance (PAR) at the sea surface was continuously recorded (10 min resolution) throughout the cruise by a Licor sensor (Li-193SA) mounted on the forward superstructure of the ship and connected to a Licor datalogger (Li-1000-32).

A prototype fast repetition rate fluorometer (FRRF) was used for *in situ* measurements of the stimulated variable fluorescence yield of chlorophyll *a*. In addition, measurements were performed on deck using dark-adapted water samples collected from the rosette. This information will be used to examine spatial and temporal variations in the functional absorption cross-section of Photosystem II and assess the photosynthetic conversion efficiency of phytoplankton.

A Yellow Springs Instruments model 6000 oxygen probe was attached to one of our instrument packages and provided measurements of dissolved oxygen and pH at selected depths within the water column. A Sea Bird 911/plus-CTD connected to a 12 bottle rosette (General Oceanics, 12 liters) was used to obtain measurements of temperature, salinity, and stimulated chlorophyll *a* fluorescence from depths to 3000m (see report by J. Brunßen), and to obtain water samples from discrete depths for further analyses.

Water sample analyses

Water samples were collected from the rosette at 4-5 depths within the upper 100m. For each station, samples were taken at each depth for the following measurements:

- (i) Algal species identification and number: 150 ml from each depth was preserved with Lugol's preservative and stored at -4°C. Live samples were examined microscopically to give a qualitative estimate of the dominant species present. Cultures were started from selected water samples for experimental studies conducted on board.
- (ii) Photosynthetic pigments concentration: 1-2 liters of water sample were filtered onto glass fiber filters (GF/C) and extracted overnight in 90% acetone (4°C, dark). The concentration of chlorophyll *a* in the extract was measured fluorometrically with a Turner Designs fluorometer previously calibrated with a chlorophyll *a* standard. In addition, an extra volume of sample was filtered, flash frozen in liquid nitrogen, and stored at -80°C for transport back to the AWI. These samples will be analysed in the future for concentrations of various photosynthetic pigments using high performance liquid chromatography.
- (iii) Particulate light absorption: 1-2 liters of water sample were filtered onto glass fiber filters (GF/F, pre-soaked in filtered seawater) and particulate spectral absorption measured with a double beam spectrophotometer (Varian model Cary 3). Varying volumes of sample were filtered to insure linearity of absorption and assess the effect of packaging on the filter. In two cases where algal biomass was high, the particulate absorption could be measured directly using an Ulbrich integrating sphere installed within the spectrophotometer. Attempts were also made to measure the attenuation by dissolved organic material (gelbstoff or gilvin) within 10 cm glass cuvettes. The water samples were pre-filtered with 0.2 µm filters to remove the particulate fraction.
- (iv) Samples for particulate organic carbon and nitrogen (POC and PON) were filtered onto precombusted GF/C filters and frozen at -20°C. These samples will be measured at the AWI.
- (v) At seven stations samples were taken for inorganic nutrient analysis. 50ml of water sample were preserved immediately with 150 ml HgCl₂ (35 g/L) and stored at -4° C.

Photosynthesis/irradiance relationships

The functional relationship between algal photosynthesis and incident light intensity was experimentally examined at 16 stations. Samples were usually taken from the chlorophyll maximum and incubated at *in situ* temperatures in a small volume (5ml) "photosynthetron". Light source was Halogen lamp, its spectral composition was adjusted with blue filters to approximate *in situ* conditions, and a range of light intensities was created by the use of neutral density screens. Light intensities (PAR) within the photosynthetron were measured for each experiment with a Biospherical Instruments scalar irradiance meter (QSL-100). Photosynthesis was assayed in 2-4 hr incubations by determining the uptake of ^{14}C -labeled sodium bicarbonate into acid-stable organic material, and converted to biomass-specific rates using measured values of chlorophyll *a* and alkalinity (inorganic carbonate).

Preliminary results

Several of the instruments involved in our research require calibration after the cruise before final results are available. Also, most of the biochemical analyses will be performed upon return to the Alfred Wegener Institute. Therefore, our results can only be considered preliminary at present, and it would be premature to draw major conclusions.

Chlorophyll *a* concentrations were generally low ($< 0.5 \text{ mg m}^{-3}$) within the water column. Deep water stations were composed primarily of diatom assemblages (*Thalassiosira*, *Rhizosolenia*, *Nitzschia*). In nearshore waters, occasional blooms of the pyrmnesiophyte *Phaeocystis* led to concentrations as high as $7\text{-}8 \text{ mg m}^{-3}$. In most cases, the chlorophyll maximum was between 20-40m depth, at 3 stations (29/33,11,10) the maximal chlorophyll depth was deeper than 60m (Tab. 9).

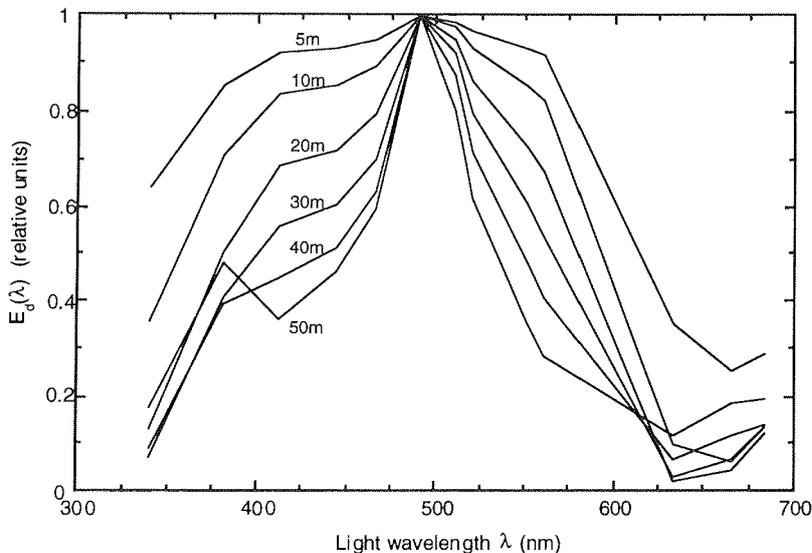


Fig. 31: Changes in the relative spectral composition of the light field with depth. Values are relative to surface values, and each curve is normalized to the maximum for intercomparison.

Abb. 31: Veränderungen der relativen Spektralzusammensetzung des Lichtes mit der Tiefe. Die Werte sind relativ zum Oberflächenwert angegeben und zum Maximalwert normiert.

Incident surface light intensity measured in the area was very low, usually less than $1000 \text{ mol } q \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Fig 30 , measured with a 4p sensor). The euphotic zone, defined as the depth to which 1% of the surface irradiance penetrates, varied between 24-100m depending on the chlorophyll concentration in the water (Table 1).

Changes in spectral irradiance with depth were representative of Case I oceanic waters, in which light attenuation can be attributed primarily to seawater and suspended particulates. At most stations, maximum water transparency was in the blue spectral region (490 nm, Fig. 31). This maximum was shifted in bloom conditions toward the green spectral region, due to greater absorption of blue light by chlorophyll *a*.

Absorption spectra of particulates normalised to chlorophyll concentration suggest a decrease in specific absorption with increasing chlorophyll concentration (Fig. 32). The values of particulate absorption in this figure have not been corrected for the pathlength amplification (b) factor caused by scattering within the filter.

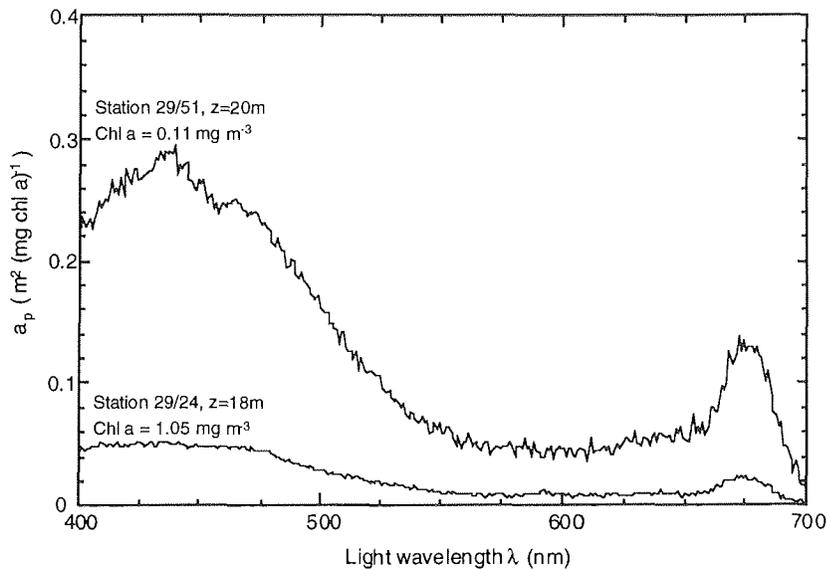


Fig. 32: Chlorophyll-specific absorption spectra from similar depths at two stations. (Data have not been corrected for b factor).

Abb. 32: Chlorophyll-spezifisches Absorptionsspektrum für gleiche Tiefen an einer Station. (Daten nicht für b-Faktor korrigiert).

Photosynthesis vs. irradiance relationships showed considerable variability between stations. The light intensity at which photosynthesis approaches saturations (E_k) varied between 60 and $200 \text{ mol } q \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Assimilation numbers (P_{bmax} , maximal photosynthetic rate at light saturation) typically ranged between $1-4 \mu\text{g C } (\mu\text{g chl } a)^{-1} \text{ h}^{-1}$ (Fig. 33) Preliminary analysis suggests that phytoplankton living within ice covered waters were adapted to lower irradiance than phytoplankton from the open ocean. Sea ice microalgal communities demonstrate an extreme example of shade adaptation, with very low values for E_k and P_{bmax} . The mechanistic bases for changes in P vs E relationships will be examined by comparing these results with measurements from the FRRF.

Initial examination of the available data suggests that phytoplankton growth is light limited in this region throughout the summer. Future work will include estimation of phytoplankton absorption cross-sections, photosynthetic quantum yields, and light utilization efficiencies for the water column.

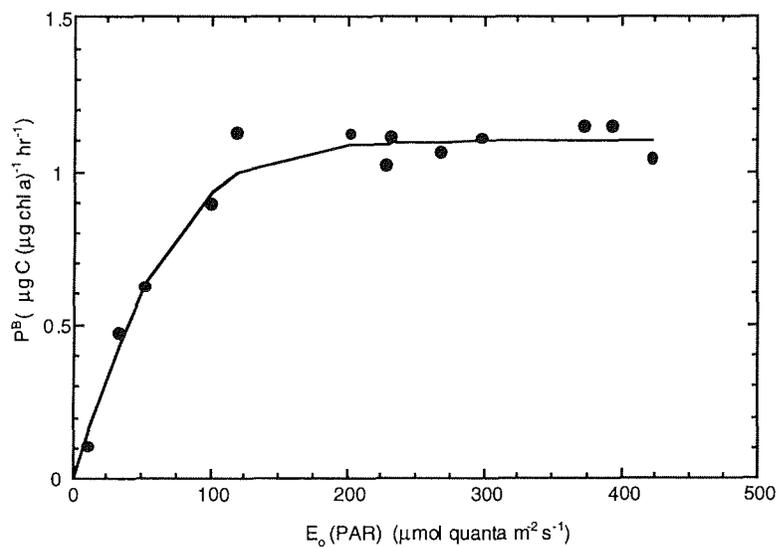


Fig. 33: Photosynthesis as a function of irradiance (Station 29/16, 25 m).
Abb. 33: Photosynthese als Funktion der Einstrahlung (Station 29/16, 25 m).

8. ARBEITEN AN LAND

8.1 Geographie San Martin (Wunderle, Goßmann, Meißner)

Schneehydrologische und klimatologische Untersuchungen zu ERS-1 Fernerkundungsdaten in der inneren Marguerite Bay

Unter den Landschaften in 68° südl. Breite nimmt die innere Marguerite Bay eine Sonderstellung ein. Sie bildet einen südlichen Vorposten des Grenzbereiches zwischen dem periglazialen und dem glazialen Regime. Durch Lee-Effekte bei etwa 70% der Anströmrichtungen des Windes ist das Klima niederschlagsarm und strahlungsreich. Dadurch kommt es zu einem Anheben der Schneegrenze auf Meeresspiegelniveau. Die bei San Martin (68°7'46"S, 67°6'13"W) ins Meer kalbenden Gletscher hätten hier den Übergang vom Akkumulations- in den Ablationsbereich. Auf den Inseln gibt es ausgedehnte Areale mit periglazialer Dynamik. Gleichzeitig gibt es Anzeichen für kleinräumige Unterschiede im Verhalten der Eisränder in diesem Raum in den letzten Jahren. Das Wordieschelfeis, ca. 100 km südlich des Arbeitsgebietes, ist in raschem Zerfall. Die Front des Northeastgletschers bei Stonington hat sich seit der Zeit der Nutzung der dortigen Forschungsstationen in den 40-iger und 50-iger Jahren um ca. 100 m zurückgezogen. Der Eisrand bei San Martin, nur 7 km weiter nördlich, ist in derselben Zeit um etwa denselben Betrag vorgerückt. Ziel der Feldkampagne bei San Martin war, das Aussagevermögen der ERS-1-SAR-Daten über Schnee- und Firneigenschaften unter diesen klimatologischen Bedingungen zu testen. Die Arbeiten wurden im Verschneidungsbereich von Northeast- und McClarygletscher etwa 3 km nordöstlich der argentinischen Base San Martin durchgeführt (Abb. 34).

Fernerkundung

Während der Zeit der Feldkampagne wurde das Gebiet in Abständen von 3 Tagen mit ERS-1-SAR-Szenen abgedeckt. Außerdem stehen einzelne Landsat- und SPOT-Szenen früherer Jahre zur Verfügung, ebenso wie Luftbilder einer Befliegung des IFAG im Feb. 1989. Im Rahmen der laufenden Kampagne wurde am 10. März 1994 bei guten Aufnahmebedingungen eine Überfliegung des Testgebietes mit dem Hubschrauber der Polarstern durchgeführt. Aus ca. 1000 m Höhe wurden insgesamt 140 Senkrechtaufnahmen mit einer Hasselblad-Mittelformatkamera (Brennweite 80mm) von der Station San Martin, unserem Testgebiet sowie von dem McClary- und dem Northeastgletscher aufgenommen.

Eine Zuordnung der Bilder ist durch die GPS-Koordinaten des Helikopters gegeben. Bei weiteren Bildflügen vor Rothera wurden die englische Station sowie die vorgelagerten Inselgruppen aufgenommen. Die Negative wurden entwickelt und für eine erste Qualitätskontrolle vergrößert. Im Institut für Physische Geographie wird ein Bildflugkatalog erstellt, der für die Auswertung der ERS-1-Aufnahmen ein wichtiges Hilfsmittel sein wird.

Geländearbeiten auf den Gletschern McClary und Northeast

Für die Bodenkampagne wurde ein Testfeld mit einem Zeltlager eingerichtet. Es lag etwa 2,3 km vom Eiskliff entfernt und war von diesem durch eine Spaltenzone getrennt. Zu- und Abgänge zwischen dem Zeltlager und der argentinischen Station erfolgten auf einem markierten Weg durch die Spaltenzone, von dort über einen

Driftschneerücken zur Isla Barbara und anschließend mit dem Boot über den schmalen Meeresarm zur Isla Barry (San Martin).

Vermessung

Das engere Untersuchungsgebiet mit 22 Schneemeßstellen hatte eine Nordsüderstreckung von 460 m und eine Ostwestausdehnung von 640 m. Im Laufe der 6-wöchigen Kampagne wurden zwei Seiten dieses Vierecks zu Profilstrecken von 2,3 km bzw. 2,0 km erweitert. Zwei weitere Meßstrecken von jeweils ca 4,5 km Länge zu den Mitten der beiden Gletscher McClary und Northeast wurden in der letzten Woche festgelegt, markiert und eingemessen.

Die Eckpunkte des Testfeldes wurden mit 4 Cornerreflektoren markiert. Zwei weitere wurden in die Schneefläche eingegraben bzw. mit Schnee verfüllt, um die Dämpfungseigenschaften der Schneeschicht zu erfassen. Alle Schneemeßstellen wurden markiert und von Capitan A. Bertotto (Stationsleiter der Base San Martin) mit einem Theodoliten eingemessen. Dadurch wird es möglich, eine 3-D Grafik der Oberfläche und des Vertikalaufbaus der Schnee- und Firndecke des Arbeitsgebietes zu erstellen. Diese wird später innerhalb von ARC/Info mit den ERS-1-Aufnahmen verknüpft.

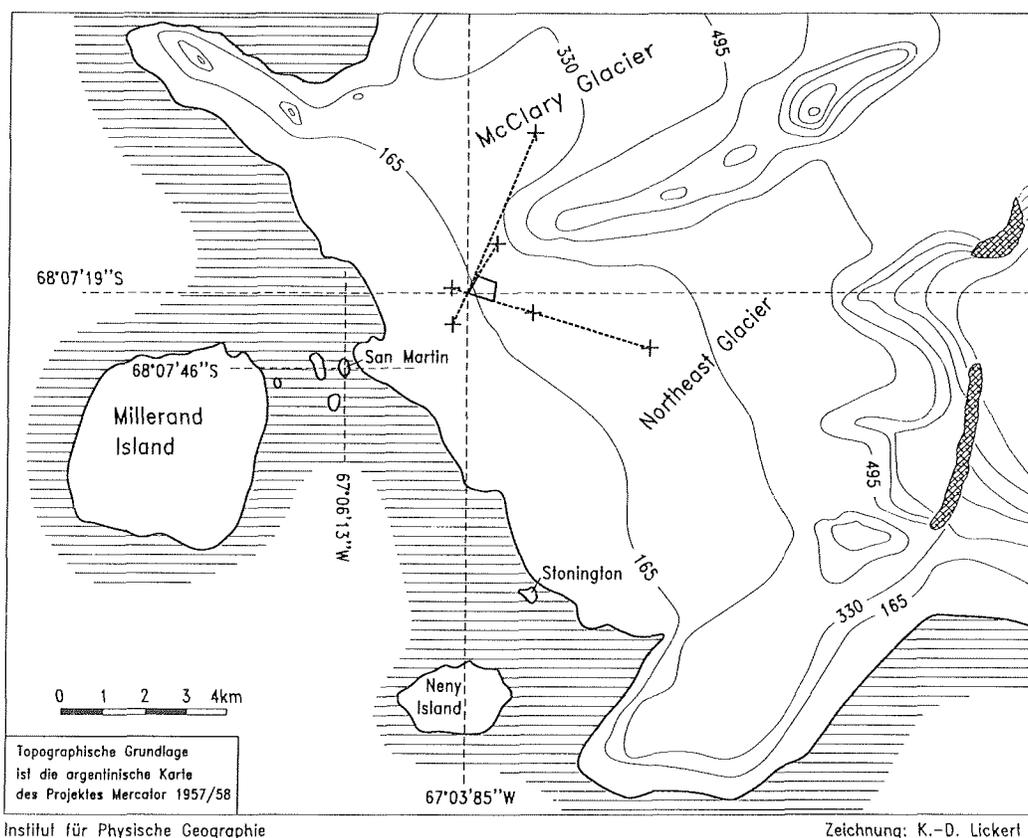


Abb. 34: Karte des Untersuchungsgebietes.
Fig. 34: Map of investigation area.

Mikrometeorologische Messungen

Das Rückstreuverhalten einer Schnee- und Firnschicht im Mikrowellenbereich hängt außer von der Struktur in hohem Maße von dem Flüssigwassergehalt und somit von den thermischen Bedingungen zum Aufnahmezeitpunkt ab. Deshalb sind zur Beurteilung der Strukturen in den SAR-Daten der jeweils aktuelle Wärmehaushalt sowie seine Vorgeschichte erforderlich. Aus diesem Grunde wurde am Rande des Meßfeldes eine mikrometeorologische Meßstation (Station McClary) betrieben. Erfasst wurden kurz- und langwellige Ein- und Ausstrahlung, Luft- und Schneedeckentemperatur, relative Feuchte sowie Windgeschwindigkeit und -richtung (Meßzeitraum: 25. Jan. - 02. März 1994). Die Sensoren wurden alle 10 Sekunden abgefragt und die erhaltenen Daten als 10 Minuten-Mittelwerte abgelegt. Zusätzlich wurde das Maximum der Windgeschwindigkeit innerhalb des 10-Minutenintervalls sowie die Standardabweichung der Windrichtung aufgezeichnet. Für den oben genannten Zeitraum stehen die Daten als 10 Minuten-1 Stunden- und Tagesmittel zur Verfügung. Um die Geschichte der Schnee- und Firnbildung während der vorausgehenden Jahre nachzuvollziehen, werden zusätzlich die meteorologischen Daten der Station San Martin von 1990 bis 1994 ausgewertet.

	Mittel	Max.	Min.	
Lufttemperatur	-1.6	+8.3	-11.9	[°C]
relative Feuchte	67.8	97.4	35.2	[%]
Windgeschwindigkeit	5.7	33.1	0.0	[m/s]
Globalstrahlung	161	779	0	[W/m2]

Tab. 1: Daten der mikrometeorologischen Meßstation "McClary" (25. Jan - 02. März 1994)

Tab. 1: Data of the meteorological recording station "McClary" (25. Jan. - 2. Mar. 1994)

Schneehydrologie

Die Rückstreuung der Radarsignale von der Schnee- und Gletscheroberfläche wird maßgeblich durch die Mächtigkeit, Dichte und Struktur der Schneeschicht, die Oberflächenrauigkeit und den Flüssigwassergehalt der Schneedecke sowie von der Kornstruktur beeinflusst. An insgesamt 122 Meßstellen wurde deshalb die Mächtigkeit der Schnee-, Firn- und Eishorizonte sondiert. Um den Aufbau der Schneedecke auf dem Gletscher zu erfassen und Unsicherheiten, die während der Sondierung entstanden, abzuklären, wurden 12 Schneeschächte gegraben (Abb. 35). Die Tiefe variierte von 0,5 m bis 3,70 m. An fast allen Schneeschächten konnte eine 3- bis 4- jährige Schneedeckenentwicklung über der Gletscheroberfläche nachgewiesen werden. In den Schächten wurde die Schichtung, das Wasseräquivalent sowie die Kornstruktur aufgenommen. Der Flüssigwassergehalt konnte nur während der ersten beiden Wochen bestimmt werden, da danach die Meßsonde ausfiel.

Auswertung der Radardaten

Durch die Verbindung über Polarstern und über direkten Funkkontakt zwischen San Martin und O'Higgins konnte bestätigt werden, daß das Testgebiet mit seinen Cornerreflektoren in den SAR-Szenen abgebildet wird. Die Aufnahmen selbst werden etwa ab Mai zur Verfügung stehen und während der Sommermonate mit den Geländedaten verknüpft und ausgewertet. Desweiteren werden eine Überlagerung von Landsat- und Spotaufnahmen mit den ERS-1 Szenen und ein Vergleich der Luftbilder verschiedener Aufnahmezeitpunkte durchgeführt, um Veränderungen in der Gletscherausdehnung innerhalb der letzten 6 Jahre zu erfassen.

Fortführung der Arbeiten in San Martin

Die guten Arbeitsbedingungen in der Nähe der argentinischen Station, die Unterstützung durch die argentinische Mannschaft und nicht zuletzt der Wunsch der Leitung der Station nach einer Fortsetzung der wissenschaftlichen Arbeiten in diesem Bereich führten dazu, dies zu planen und vorzubereiten. So wurden alle Vermessungsarbeiten nicht nur relativ zur Position der Cornerreflektoren durchgeführt, sondern an die bestehenden Vermessungspunkte angeschlossen. Ferner wurde in der letzten Woche je ein Paar Cornerreflektoren im Zentralbereich des Northeastgletschers ($68^{\circ}07'55''S$, $66^{\circ}57'35''W$) und des McClarygletschers ($68^{\circ}05'01''S$, $67^{\circ}01'16''W$) aufgestellt, um aus späteren SAR-Aufnahmen die Eisbewegung ableiten zu können. Alle Meßpunkte im zentralen Testfeld und auf den Trassen zu den Reflektorpositionen auf den beiden Gletschern wurden mit Meßstangen ausgestattet. Die neue Überwinterermannschaft der Base San Martin hat es dankenswerterweise übernommen, das Meßfeld einmal monatlich zu begehen, Schneezuwachs und die Mächtigkeit der Lockerschneedecke zu messen sowie die Ausrichtung und den Zustand der Reflektoren zu überprüfen. Da für die Anreise zu der von beiden Seiten geplanten Weiterführung als deutsch-argentinische Meßkampagne im nächsten Südsommer voraussichtlich das Frachtgewicht den limitierenden Faktor darstellt, wurden die schwereren Teile der Ausrüstung in San Martin eingelagert.

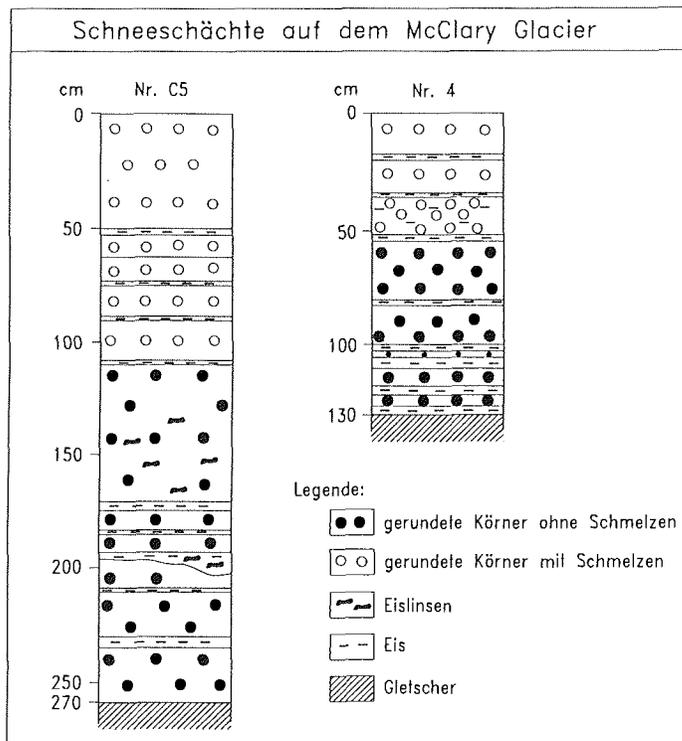


Abb. 35: Schneeschacht auf dem McClarygletscher.
Fig. 35: Snow pit at McClary glacier

8.2 Geographie Horseshoe Island (Hochschild, König, Klenke)

Geomorphologische Referenzuntersuchungen zu ERS-1-Fernerkundungsdaten auf Horseshoe Island (Marguerite Bay)

Im Rahmen des vom BMFT (Bundesminister für Forschung und Technologie) geförderten OEA-Forschungsprogramms (Ocean-Eis-Atmosphäre) konnten auf Horseshoe Island in der nördlichen Marguerite Bay verschiedene geomorphologische Geländeuntersuchungen zur Interpretation der ERS-1 (European Remote Sensing Satellite) SAR-Daten (Synthetic Aperture Radar) durchgeführt werden. Dabei wurden auch andere optische Fernerkundungsdaten (IFAG-Luftbilder, Institut für Angewandte Geodäsie, Landsat Thematic Mapper) sowie Daten aus dem Mikrowellenbereich (JERS-1, Japanese Earth Research Satellite) herangezogen.

Im einzelnen setzten sich die Geländearbeiten wie folgt zusammen:

- Bodenklimatologische Messungen an einer eigens dafür aufgestellten Klimastation für den Zeitraum vom 24.01. bis 07.03.1994
- Beobachtungen des Witterungsverlaufs während des gleichen Zeitraums
- Geomorphologische Kartierungen der gesamten Insel in verschiedenen Maßstäben (1:25 000, Ausschnitte 1:10 000 bzw. 1:5000)
- Küstenmorphologische Profilaufnahmen und Grobsedimentanalysen
- Messung von das Radarsignal beeinflussenden Parametern (Oberflächenrauigkeit, Bodenfeuchte) auf ausgewählten Referenzflächen
- Einmessung von Paßpunkten und Referenzflächen mit GPS

Die bodenklimatologische Meßstation wurde an der Küste der Sally Cove in etwa 5 m Höhe über NN in sandigem Substrat errichtet. Gemessen wurden stündlich Lufttemperaturen in 200, 50 und 5 cm Höhe sowie Bodentemperaturen in 5, 30 und 50 cm Tiefe, dazu die Windgeschwindigkeit in 200 cm Höhe. Zusätzlich wurde die potentielle Einstrahlung im Verlauf des Südsommers mit Berücksichtigung der Horizontüberhöhung berechnet. Die Witterungsbeobachtungen beinhalteten Windrichtung, Luftdruck, relative Luftfeuchte und Bewölkung. So konnten die klimageographischen Rahmenbedingungen während der Satellitenüberflüge im Untersuchungsgebiet ausreichend erfaßt werden.

Als vorläufige Ergebnisse der Klimabeobachtungen kann eine Dominanz der Winde aus NE mit vorwiegend höheren Windgeschwindigkeiten gegenüber selteneren Winden aus W mit erheblich geringeren Geschwindigkeiten angeführt werden. Dies liegt an dem Lokalrelief das Horseshoe Island zwar nach N, E und S abschottet, aber den heftigen NE-Winden aus dem Bourgeois Fjord aussetzt. In Hochdruckphasen sind die Temperaturamplituden im Mittel deutlich größer als in Tiefdruckphasen. Ähnliches gilt für die Wolkenbedeckung; bei Stratusbewölkung sind die Temperaturamplituden ebenfalls deutlich gedämpft gegenüber wolkenlosem Zustand, wobei sich hier auch der tägliche Einstrahlungs- und der nächtliche Ausstrahlungseffekt in einer Umkehr der höheren Lufttemperaturen in 5 und 200 cm Höhe zeigt. Die Bodentemperatur in 5 cm Tiefe ist zeitlich versetzt und geringer in der Amplitude, während sich zwischen 30 und 50 cm Tiefe, teilweise auch darunter, die Untergrenze der Auftauschicht befindet.

Geomorphologisch läßt sich Horseshoe Island in zwei Teile teilen. Zunächst den glazial überformten Nordteil der Insel mit Mt. Searle (537 m) als möglichem Nunatak während der letzten Vereisung. Hier steht sehr viel Festgestein an, das aufgrund des heutigen periglazialen Klimas starker Frostverwitterung unterliegt und

somit viele Frostschutthalden zu finden sind. Als weitere Oberflächenformen treten neben Schmelzwasserseen und perennierenden Schneeflecken Grundmöränenablagerungen mit kryoturbater und kryofluidaler Materialsortierung auf. Überall können glaziale Geschiebe als Zeugnis einer noch nicht sehr lange zurückliegenden Vergletscherung gefunden werden. Der Südteil der Insel wird von alpinem Relief mit dem bis zu 878 m aufragenden Mt. Breaker eingenommen. Aus der Mitte fließt der Shoemith Gletscher nach Norden, wo er am Isthmus der Insel eine Bifurkation bildet und sowohl in die Lystad Bay als auch in die Gaul Cove kalbt. Die südöstlichen Höhen der Insel Spinclooud Heights und Russet Pikes sind geringer vergletschert und durch einen stagnierenden Talgletscher getrennt, an dessen Nordseite ein Schmelzwassersee ausgebildet ist und dessen Südseite von vier verschiedenen Moränenständen eingenommen wird. Getrennt werden Nord- und Südteil der Insel durch einen gering aufragenden, glazial überformten Isthmus mit einer Reihe kleinerer Schmelzwasserseen, die sich im schneereichen Südsommer 1994 nicht öffneten. Auch hier sind Grundmoränenablagerungen und Frostschutthalden die dominierenden Oberflächenformen. Zur Vergletscherungsgeschichte ist zu sagen, daß aufgrund von Gletscherschrammen und Geschiebeanalysen eine Vergletscherung des Nord- und Mittelteils der Insel von Osten vom 24 km entfernten Forbes Gletscher her angenommen werden kann.

Küstenmorphologisch ist die ganze Insel von perimarinem Bereich umzogen, bei denen neben den rezenten Strandwällen bis 5 m über NN noch zwei ehemalige, vermutlich ebenfalls holozäne Strandterrassenniveaus in etwa 10 und 20 m Höhe ausgebildet sind. Man findet diese durch Glazialisostasie bzw. Glazialeustasie verursachten Niveaus vor allem in der geschützten Gaul Cove, aber auch an der Südküste gegenüber Reluctant Island. Die Nordküste wird durch steil abfallende Klippen aus Festgestein eingenommen, während an der Südküste aufgrund der starken Vergletscherung fast ausschließlich hohe Eiskliffs ausgebildet sind.

Die geomorphologischen Geländekartierungen wurden in verschiedenen Maßstäben angefertigt und dienen als Referenz für die Interpretation der Satellitendaten. Die dabei verwendete Klassifizierung richtete sich nach der schon auf King George Island und in Spitzbergen bewährten Legende der geomorphologischen Kartiereinheiten, mit der flächenhafte Oberflächenformen, linienhafte Elemente und punktuelle Einzelformen aufgenommen wurden.

Für die Interpretation der Fernerkundungsdaten aus dem Mikrowellenbereich wurden Oberflächenrauigkeiten auf verschiedenen Oberflächenformen aufgenommen. Diese Rauigkeiten nehmen für Strandterrassen oder Frostschutthalden ganz charakteristische Werte an. Später sollen diese glatten, mittleren oder rauhen Oberflächen mit den Grauwerten des ERS-1 SAR Bildes korreliert werden. Gleiches gilt für die Bodenfeuchtigkeit, die an verschiedenen Stellen im Dreitage-rhythmus parallel zu den Satellitenaufnahmen beprobt wurde. Hiermit kann man die Feuchtigkeitsentwicklung in der obersten Bodenschicht über den gesamten Sommer beobachten. Damit soll ein kleiner Beitrag zur Modellierung der Auftaudynamik über Permafrost anhand der periglazialen Prozeßparameter Frostwechselhäufigkeit, Durchfeuchtungsdauer, Bodeneisgehalt und Auftautiefenentwicklung geleistet werden. Wichtig für die Interpretation der SAR-Daten ist das digitale Geländemodell, da hiermit Flächen gleicher Neigung und Exposition ausgewählt werden können. Nur solche Flächen sind direkt vergleichbar, da bei allen anderen aufgrund des Reliefs unterschiedliche Rückstreuoeffizienten zu erwarten sind.

Schließlich wurden entlang der Küste eine Reihe von Paßpunkten mit GPS eingemessen, um später die Satellitendaten auf eine Kartenvorlage entzerren zu können. Dabei zeigte sich, daß die bestehende Kartengrundlage der topographischen Karte 1:25000 von Horseshoe Island besonders im Bezug auf die Längengrade teilweise erhebliche Abweichungen aufweist. Dies wird sich nach Rücksprache über die exakte Position eines vom BAS (British Antarctic Survey) eingemessenen Referenzpunktes auflösen lassen. Weitere GPS-Messungen dienen der Positionsbestimmung der Testflächen für Oberflächenrauigkeit und Bodenfeuchte.

8.3 Geologie Horseshoe Island & Antarktische Halbinsel (Miller, Loske, Hervé, Pankhurst)

Polarstern erreichte am 23.1. morgens den Eingang zum Burgeois Fjord und konnte dank guter Wetterbedingungen und ausreichend tiefem Fahrwasser sehr nahe an die Hütte auf Horseshoe Island herankommen. Die von Bord gehende Ausrüstung war in den vergangenen Tagen schon so hergerichtet worden, daß sie zügig mit zwei Hubschraubern (ca. 30 Flüge) an Land gebracht werden konnte. Um die zur Verfügung stehende Arbeits- und Helikopterzeit möglichst effektiv zu nutzen, wurden für die ersten Tage zwei Arbeitsgruppen gebildet, die auf Horseshoe Island (Miller/Hervé) und auf dem Festland (Pankhurst/Loske) arbeiteten. Die "Festlandsgruppe" wurde außerdem durch die Anwesenheit eines weiteren Kollegen, Alan Vaughan und seines Gelände-Assistenten Paul Thomson verstärkt (beide BAS). Die Bergerfahrenheit von Paul Thomson ermöglichte das Aufsuchen von Aufschlüssen auch in Spalten-gefährdeten Gebieten. An den weiteren Tagen wurde teilweise gemeinsam gearbeitet, z.T. wurden die Arbeitsgruppen nach Interessenlage zusammengesetzt.

24.1.94

Lokation 1 Swithinbank Gletscher 67°55.00 S, 66°41.50 W, 340 m ü.NN

Aufgeschlossen ist ein Gneis mit basischen Gängen. Granitoide Reliktgefüge und basische Enclaven beweisen dessen ursprünglich magmatische Entstehung. Teilweise ist eine Mylonitisierung zu beobachten, die sich mit unterschiedlicher Intensität auf breite Bänder beschränkt. Am Hubschrauberlandeort wurden außerdem Wasserproben für die GSF genommen.

Lokation 2 Swithinbank Gletscher 67°54.80 S, 66°43.30 W, 280 m ü.NN

Hier wurde ein rotbrauner Gneis angetroffen, der auch wieder in diskreten Bereichen stark mylonitisiert war. Dazwischen liegende Abschnitte waren deutlich geschont. Auffällig war die große Häufigkeit von basischen Gängen.

Lokation 3 Swithinbank Gletscher 67°55.08 S, 66°52.66 W, 50 m ü.NN

Im Gegensatz zur "amtlichen" Karte, die hier einen Gabbrokomplex anzeigt, wurde ein Diorit mit dunklen Enklaven im Anstehenden gefunden. Häufig wurden an den Enklaven leukokrate Randsäume beobachtet.

Lokation 4 Horseshoe Island "Isthmus"

Tektonische Bearbeitung des dort aufgeschlossenen Orthogneis-Komplexes und der gefalteten Kieselschiefer.

Lokation 5 Horseshoe Island SW-Ende der Gaul Cove

Erkundung des Geröllbestandes der hier anstehenden Agglomerate/Konglomerate. Bestimmung von Schersinnkriterien an ausgelängten Geröllen.

25.1.94

Lokation 1 Perutz Gletscher 67°35.29 S, 66°39.55 W, 90 m ü. NN.

Anstehend ist ein Xenolithe-führender Diorit, der von basischen und leukokraten Gängen durchzogen ist. In den Xenolithen ist teilweise eine eigenständige Schieferung sichtbar. Vermutlich im Hangenden des Diorits sind Amphibolite mit Quarz- und Feldspatreichen Bändern anstehend. Diese konnten aber nur als Blöcke in der Moräne beprobt werden, da der Aufstieg zum Anstehenden wegen steiler Überhänge und lockeren Gesteins nicht möglich war.

Lokation 2 Bader Gletscher 67°35.29 S, 66°43.44 W

Anstehend sind ebenfalls ein mittelkörniger, Xenolithe-führender Granodiorit/Diorit. In Lagen treten dunklere, feinstkörnige Gesteine auf, die als Ultramylonite gedeutet werden. In den Myloniten sind teilweise Falten erkennbar. Die Mylonite sind auch als ? Xenolithe im Diorit zu finden, so daß WLO, im Gegensatz zu BPA, der Meinung ist, daß die Mylonite älter als die Diorite sind.

Lokation 3 Bucher Gletscher/Bottrill Head 67°41.01 S, 66°58.02 W, 800 m

Anstehend ist am Grat oberhalb des Hubschrauberlandeplatzes ein rotbrauner, gut geschieferter Orthogneis mit häufigen, in sf-Richtung ausgelängten Enklaven.

Lokation 4 Horseshoe Island SE-Seite der Gaul Cove

Vergleichende petrographische und tektonische Erkundungsarbeiten an den hier anstehenden Konglomeraten, um Gemeinsamkeiten zu den am SW-Ende der Gaul Cove anstehenden Konglomeraten herauszuarbeiten.

Lokation 5 Reluctant Island

Petrographisch-tektonische Vorarbeiten zur gezielten geochronologischen Probenahme von Orthogneisen.

26.1.94

Lokation 1 Reluctant Island

Im zentralen Teil dieser Insel stehen mittelkörnige Gneise mit gut ausgeprägtem Planargefüge an. Nach Norden zu sind migmatische Gefüge mit deutlichen Leukosom-Paläosom-Strukturen zu erkennen. Teilweise handelt es sich aber um ehemalige Enklaven. Basische Gänge zeigen häufig eine starke Klüftung. Ausgeprägte Scherzonen durchziehen den Gneis. Ihre Richtungen und Versetzungssinne wurden eingemessen.

Lokation 2 Gaul Cove (Südostseite)

Hier stehen jurassische Gesteine an. Es handelt sich um dunkelgraue bis schwarze Silt- und Tonsteine sowie um Konglomerate mit überwiegend aus leukokraten Granitoiden (?) bestehendem Geröllspektrum im Größenbereich zwischen 2-20 cm. Die Gerölle zeigen ihrerseits schon eine deutliche Auslängung, im Einzelfall Scherrichtungen anzeigend. Die Gerölle wurden für die U-Pb-Altersbestimmung beprobt, die Tonschiefer für Palynomorphe und Radiolarien.

27.1.94

Lokation 1 Horseshoe Island, Sally Cove gegenüber der Hütte

Anstehend sind Grünschiefer mit gelegentlichen Übergängen zu Biotitschiefern. Selten treten konglomeratische Lagen auf, die Gneisartige Gerölle führen. Die Grünschiefer werden von leukokraten Gängen durchschlagen.

Lokation 2 Gaul Cove (SW-Ende)

Anstehend ist ein Orthogneis mit roten Feldspäten. Gelegentlich sind Enklaven (? Xenolithe) zu finden. Das ausgeprägte Planargefüge ist auf diskrete Bereiche beschränkt. Immer wieder sind geschonte Bereiche mit nahezu ursprünglichem Granitgefüge zu erkennen.

Lokation 3 Kleine Inseln und Westküste von Horseshoe Island (Lystrad Bay)

Die Inselchen bestehen im Gegensatz zur Darstellung auf der geol. Karte nicht aus metamorphem Grundgebirge, sondern aus Graniten und Granodioriten. Entlang der Küste wurden gleichartige Gesteine angetroffen, daneben aber auch grünliche, vermutlich ignimbritische Gesteine. Junge (?) Basalte mit Pyroxen-Phänokristallen durchschlagen diese Serie. Angrenzend an einen schwach geschieferten Granit haben die Basalte, durch Alterationsprozesse bedingt, eine weißliche Farbe.

Lokation 4 "Isthmus", um P.451

Hier stehen gut gebankte und teilweise im dm- bis zehnermeter-Bereich gefaltete dunkle Tonschiefer, Kieselschiefer, Quarzphyllite und Epidotschiefer an. Schwerpunktartig wurden der Faltenbau analysiert sowie Proben für die biostratigraphische Alterseinstufung gesammelt.

29.1.94

Lokation 1 Stonington Island

Der Hauptteil dieser Insel besteht aus grauem Granit/Granodiorit. Es lassen sich mehrere hell-mittelgrau/grob-feinkörnige Schübe unterscheiden. Kumulatstrukturen sowie leukokrate und basische Gänge sind ebenfalls vorhanden. Xenolithe sind sehr selten. Aus einem größeren, hellen Gneisxenolith konnte allerdings eine Probe gewonnen werden.

Lokation 2 San Martín

Der überwiegende Teil dieser Insel besteht aus grauen, mittel- bis feinkörnigen Gneisen, die von Phänokristall-reichen Basiten und leukokraten Gängen durchzogen sind. Die Gneise führen oft Quarzfeldspatreiche Mobilisate, die ihrerseits schon wieder gefaltet sind. Neben umfangreichen Gefügeuntersuchungen wurde eine Probe zur Altersbestimmung genommen.

Das überwiegend gute Wetter erlaubte den Besuch der meisten vorgesehenen Aufschlüsse auf Horseshoe Island und am benachbarten Kontinent. Die zur isopen-geochronologischen Altersbestimmung genommenen Großproben (ca. 600-800 kg) werden am NIGL in Keyworth (Nottingham/England, Pankhurst-Hervé: Rb-Sr, Sm-Nd) und am IAAG in München (U-Pb, Rb-Sr) bearbeitet werden. Die (Meta-) Sedimentproben werden Spezialkennern in München und Erlangen zur biostratigraphischen Datierung anvertraut.

8.4 Turbulenzexperiment bei GvN (Foken)

Turbulenzexperiment zur Untersuchung stabiler Schichtungen

Das vom 18.01. bis 19.02.1994 an der Neumayer-Station durchgeführte Turbulenzexperiment zur Untersuchung stabiler atmosphärischer Schichtungen 'FINTUREX' (FINAl TURbulence EXperiment of the Meteorological Observatory Potsdam) wurde fachlich wie logistisch sehr langfristig vorbereitet, seit Anfang 1990 in enger Zusammenarbeit mit dem Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven. Dabei konnten Messungen an der Georg-von-Neumayer-Station (BELITZ, 1989) genutzt werden, die zu einer Sachstandspublikation führten (KRETSCHMER et al., 1991), die Grundlage für das Experiment war. Dank der Zusammenarbeit mit dem British Antarctic Survey war es möglich, frühzeitig detaillierte Informationen über ähnliche Aktivitäten an der Halley-Station in den Jahren 1986 und 1991 zu erhalten (KING, 1990; KING und ANDERSON, 1994). Daraufhin wurde bewußt der Höhenbereich 0-5 m verstärkt in die Untersuchungen einbezogen, so daß sich beide experimentellen Aktivitäten ergänzen.

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

Der Ablauf des Experimentes ist aus Tab. 11 ersichtlich. Danach ergibt sich eine mehr als 4-wöchige Meßperiode mit kontinuierlichen Messungen. Bedingt durch überwiegend zyklonal geprägte Wetterlagen sind davon nur etwa 20-30 % der Messungen zur Untersuchung stabiler Schichtungen geeignet. Sieht man von den Messungen mit sehr starker Schneedrift ab, die teilweise zur besseren Beschreibung der Turbulenzbedingungen unter diesen Umständen geeignet sind, so liegt auch ein umfangreicher Datensatz mit neutraler Schichtung vor, aus dem bei den idealen Unterlagenbedingungen des Schelfeises Grundparameter der atmosphärischen Turbulenz bestimmt werden können.

Während des Experimentes wurden drei Turbulenzmeßkomplexe in den Höhen 2,0, 4,5 und 11,5 m eingesetzt. Sie bestanden aus Kaijo-Denki Ultraschallanemometern, Probe A. In den unteren beiden Höhen wurden weiterhin empfindliche Platindraht-Temperaturfühler und Lyman-Alpha-Hygrometer betrieben.

Datum von	bis	Aktivität
11.01.	12.01.	Ankunft an Neumayer Station, Entladearbeiten
13.01.	20.01.	Aufbauarbeiten
18.01.	19.02.	Meßbetrieb
19.02.	22.02.	Abbau und Stauen der Kisten
03.03.		Abreise

Tab 11: Zeitlicher Ablauf des Experimentes

Die damit gewonnenen Meßreihen des Wasserdampfaustausches sind wahrscheinlich die umfangreichsten in der Antarktis durchgeführten Messungen. Mit diesem System wurde auch der Temperaturstrukturparameter ermittelt. Ergänzt wurde das Programm durch Messung des vertikalen Temperatur- und Windprofils bis 10 m Höhe in 5 bzw. 7 Meßhöhen. Einige wenige Messungen zur Temperaturfeinstruktur mittels einer Fallsonde erfolgten im Höhenbereich von 10 bis 0 m. Zusätzlich wurden mittlere meteorologische Parameter wie die Taupunkttemperatur und die kurz- und langwelligen Strahlungsströme gemessen.

Unmittelbar während des Experimentes fand neben einer teilweisen Datenvalidierung auch eine beschränkte Auswertung von drei 2-tägigen Meßperioden statt. Diese wurden nach der Datenübertragung nach Bremerhaven dort bezüglich der Struktur der atmosphärischen Bodenschicht mit höhenkonstanten Austauschbedingungen und an der Neumayer-Station hinsichtlich der zu erwartenden Aussagen aus dem Gesamtexperiment untersucht. Aus diesen Datenbearbeitungen ergeben sich erste vorläufige Ergebnisse, von denen eine Auswahl nachfolgend dargestellt ist.

Die vertikalen Profile von Wind und Temperatur zeigten das für antarktische Verhältnisse bekannte Bild von erheblichen Temperaturgradienten in den untersten Metern. Trotzdem stellt jede Registrierung einer derartigen Situation ein faszinierendes Bild der komplizierten Schichtung der Atmosphäre dar. Das in den Abb. 1 und 2 gezeigte Beispiel der Nacht vom 27. zum 28.01. 1994 zeichnet sich nicht nur durch einen hohen Temperaturgradienten in den untersten 10 m von mehr als 8 K aus, sondern auch durch einen 'Low Level Jet' in 6 m Höhe am 28.01.94 von 3-5 Uhr, wobei der Wind in 6 m Höhe mehr als doppelt so groß ist wie in 10 m Höhe. Während der Andauer der Inversion zeigt das Windprofil, sicher auch unter dem Einfluß von Schwerewellen, ein chaotisches Verhalten, wenn man es mit den Vorstellungen einer turbulenten Bodenschicht betrachten würde.

Zur Auflösung der Feinstruktur der Temperaturinversionen wurde die an der Universität Leipzig entwickelte sogenannte 'Fallsonde' (FOKEN, 1975) in modifizierter Form eingesetzt. Wegen der Aufwendigkeit dieser Messungen kam sie allerdings erst im letzten Drittel des Experimentes nur wenige Male zum Einsatz. Zur Darstellung (Abb. 3) wurden die für weniger als 1 mm dicken Schichten vorliegenden Meßwerte höhenabhängig über 5-20 cm gemittelt.

Die Bearbeitung der Turbulenzmessungen erforderte eine strikte Qualitätsüberprüfung. Dazu zählten die Tests auf Stationarität und Turbulenzentwicklung. Aus den entsprechend selektierten Datensätzen vom 28./29.01.94, 02./03.02.94 und 14./15.02.94 stammen erste vorläufige Ergebnisse. Der Bereich stabiler Schichtungen ist erwartungsgemäß auf niedrige

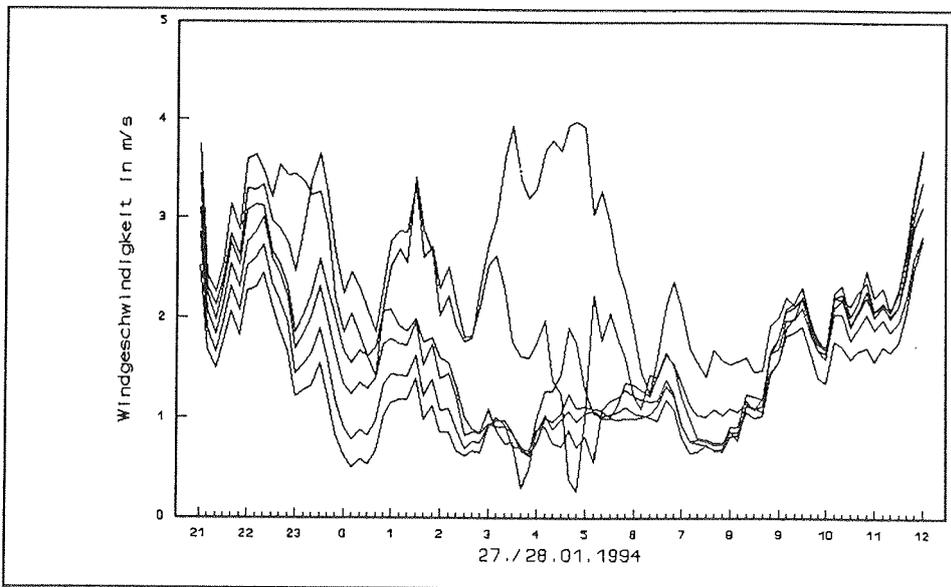
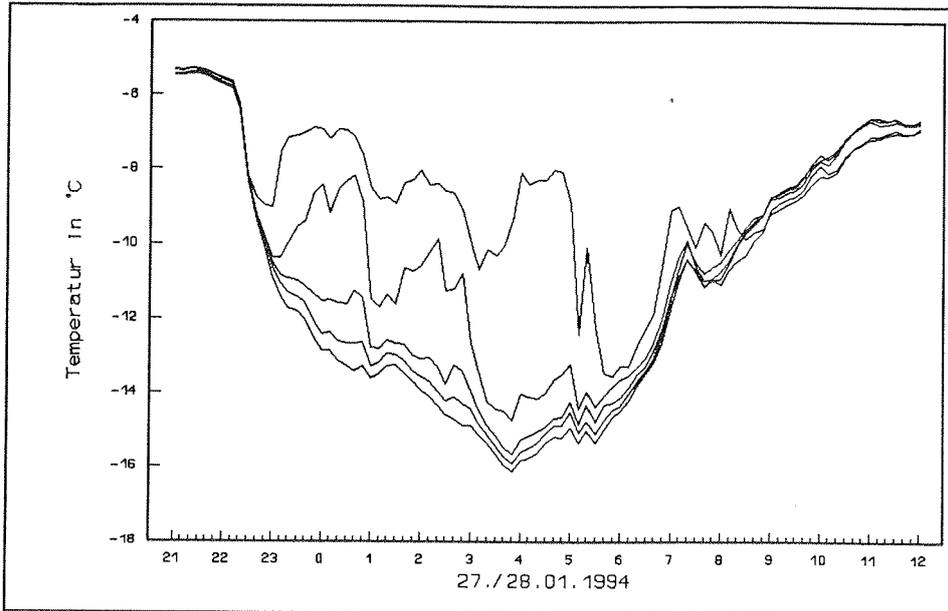


Abb. 36: Temperaturprofil in der stabilen atmosphärischen Bodenschicht, Meßhöhen 0.5, 1.0, 2.0, 4.5 und 10.0 m (von kalt nach warm)
Fig. 36: Temperature profile of the stable atmospheric surface layer, measuring heights 0.5, 1.0, 2.0, 4.5 and 10.0 m (from cold to warm)

Abb. 37: Windprofil in der stabilen atmosphärischen Bodenschicht, Meßhöhen 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 6.0 und 10.0 m
Fig. 37: Wind profile of the stable atmospheric surface layer, measuring heights 0.5, 1.0, 2.0, 4.5 and 10.0 m

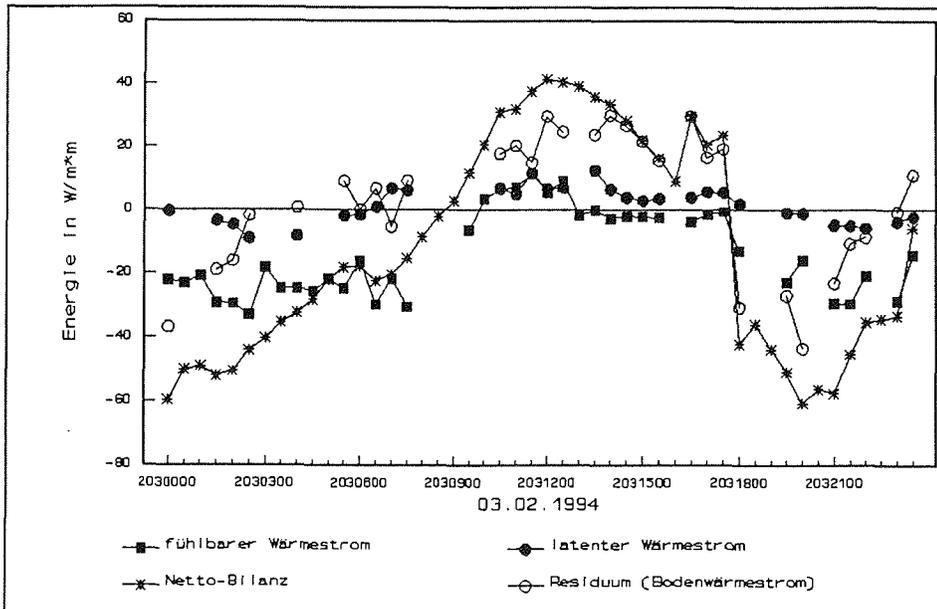
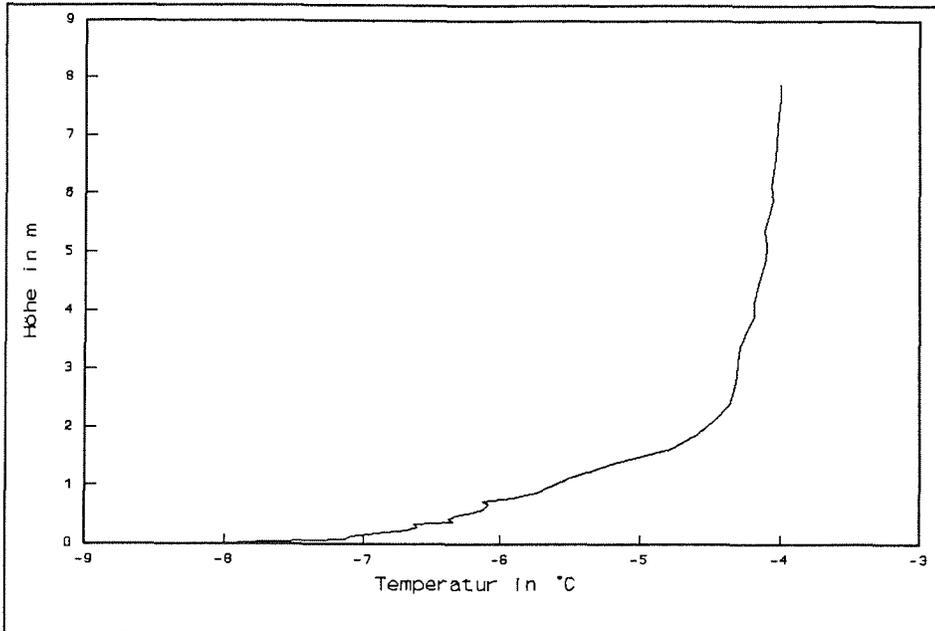


Abb. 38: Vertikales Temperaturprofil von 0 bis 8 m Höhe, gemessen mit der Fallsonde, 13.02.1994
Fig. 38: Vertical temperature profile from 0 to 8 m height measured with the 'Fallsonde', Febr. 13, 1994

Abb. 39: Tagesgang aller Komponenten der Energiebilanz über dem Schelfeis, 03.02.1994
Fig. 39: Diurnal course of all components of the heat balance over the ice shelf, Febr. 03, 1994

Schubspannungsgeschwindigkeiten begrenzt. Hinzu kommt als weitere Einschränkung, bedingt durch die sehr geringe Rauigkeit des Schelfeises ($z_0=2...6 \cdot 10^{-5}$ m), oberhalb von 1-4 m eine 'quasilaminare Strömung' mit Windgeschwindigkeiten von 2-4 m/s aber verschwindender Turbulenz. Ein erster Versuch zur Bestimmung der universellen Funktion für den Impulsaustausch hat gezeigt, daß offensichtlich die meisten bekannten universellen Funktionen bei stabiler Schichtung den Impulsaustausch z. T. erheblich überbestimmen. Für $z/L > 1.5$ (z: Höhe, L: Obukhov-Länge) liegen kaum noch sichere Meßwerte vor. Vertretbar scheinen Funktionen von DYER (1974) und von CALIKOV (1968), letztere ebenfalls in der Antarktis (Mirny) gewonnen.

Von besonderem Interesse sind Aussagen zur Gesamtenergiebilanz über dem Schelfeis, zumal während 'FINTUREX' in größerem Umfang (wenige Messungen erfolgten auch 1991 an der englischen Station Halley) direkte Flußmessungen des latenten Wärmestromes vorhanden sind. Da alle Energieströme in der Größenordnung von nur 10 W/m^2 liegen, ist ein hoher Aufwand bezüglich einer objektiven Datenprüfung und -korrektur notwendig. Ein vorläufiges Ergebnis zeigt Abb. 4, wobei bedingt durch die notwendige Datenselektion die Darstellung nicht sonderlich deutlich ist. Steuernde Größe für alle Energieflüsse ist die Netto-Strahlungsbilanz (in Abb. 4 mit gleichem Vorzeichen wie die turbulenten Flüsse dargestellt!), auch wenn die einzelnen Ströme ein durchaus spezifisches Verhalten zeigen. Dabei haben der fühlbare Wärmestrom und das Residuum (Bodenwärmestrom) etwa die gleiche Größenordnung. Der latente Wärmestrom ist geringer, aber, wie auch bei den Messungen in Halley gefunden, zeitweise nach unten gerichtet.

Abschließend möchten wir allen Kolleginnen und Kollegen danken, die halfen, diese Expedition vorzubereiten, die Geräte zur Verfügung stellten und sich an der wissenschaftlichen Vorbereitung beteiligten. Ein besonderer Dank gilt dabei den Mitarbeitern des Alfred-Wegener-Institutes und der Besatzung der Neumayer-Station, die die logistischen Voraussetzungen für das Experiment schufen.

8.5 Geologische Expedition in die Heimefrontfjella (Bauer, Jakobs, Patzelt, Siegesmund, Spaeth, Thomas, Weber, Wohltmann)

Die Heimefrontfjella liegt ca. 450 km SSW im Hinterland der Neumayer-Station zwischen ca. $9,2^\circ$ und 13°W sowie $74,3^\circ$ und $75,2^\circ \text{S}$ (Abb. 40). Der etwa 140 km lange und bis zu 30 km breite Gebirgszug erstreckt sich in SW-NE-Richtung, ist in mehrere Teilgruppen gegliedert und erreicht Gipfelhöhen bis 2700 m (Abb. 41). Das Gebirge war seit 1985/86 bereits drei Mal das Ziel von Forschungsexpeditionen (Berichte zur Polarforschung 33/87: 134-158; 58/88: 165-195; 86/91: 90-135). Wie die vorangegangenen wurde auch die Expedition 1994 vom Alfred-Wegener-Institut für Polar und Meeresforschung organisiert und ausgerüstet. Logistische Basis war wieder die Neumayer-Station.

Zielsetzungen

Wissenschaftliches Ziel der Expedition 1994 war die geologische Kartierung von Tottanfjella, der Kottasberge (Milorgfjella) und von XU-Fjella (Abb.41). Dieses Unternehmen sollte die bereits bis zur Sommerkampagne 1989/90 durchgeführten und für Sivorgfjella abgeschlossenen Kartierungen in den genannten Teilregionen fortsetzen und zum Abschluß der geologischen Kartierung der gesamten Heimefrontfjella führen.

Logistisches Anliegen war der Versuch die Traverse erstmals mit "leichter Ausrüstung" durchzuführen, d.h. ausschließlich mit Skidoo-Schlittengespannen, ohne Begleitung von schweren Zugfahrzeugen und Wohncontainern. Auf diese Weise sollten sich die Reisezeiten erheblich verkürzen lassen und im Arbeitsgebiet den geologischen Anliegen entsprechend rascher und beweglicher gefolgt werden können. Auf das im Jahre 1990 angelegte Treibstoffdepot im Basislager "Windy Corner" am Fuß der Kottasberge gestützt, sollte die Expedition, bis zu 600 Streckenkilometer von Neumayer entfernt, selbständig operieren. Es war zu prüfen, ob die Fahrzeuge der Langstreckenbelastung standhalten würden und ob mit der beschränkt mitführbaren Ausrüstung eine effektive wissenschaftliche Arbeit gewährleistet werden konnte.

Ausrüstung

5 Gespanne mit je 1 Skidoo Alpine II und 2 Nansenschlitten, 1 Küchenzelt und 1 Schlafzelt pro Teilnehmer (1 Scottzelt, 7 Kuppelzelte), Verpflegung für 8 Personen (320 Manntage). 2 GPS-Navigationsgeräte, Funkausrüstung, Treibstoff für maximal 500 km pro Zugfahrzeug. Gesamtgewicht der Ausrüstung ca. 3000 kg.

Ablauf der Expedition

1./2.1.94	Flugreise Deutschland - Kapstadt
3.-11.1.94	Schiffsanreise Kapstadt - Atkabucht/Antarktis mit MS Polar Queen
12.-14.1.94	Neumayer-Station/Antarktis; logistische Vorbereitung der Traverse zur Heimefrontfjella (3 Tage)
15.-17.1.94	Fahrt zur Heimefrontfjella (Abb.1), Ankunft und Basislager an "Windy Corner" /Kottasberge = Milorgfjella (3 Tage)
18.1.94	Depot- und Packarbeiten am Basislager "Windy Corner" (1 Tag)
19.1.94	Weiterfahrt nach Tottanfjella, Ankunft am "Cottontoppen" und Lager- Einrichtung
20.-30.1.94	Geologische Kartierung von Tottanfjella, vom Lager "Cottontoppen" aus (11 Tage)
31.1.94	Fahrt nach Sivorgfjella zur schwedischen Sommerstation SVEA
1.2.94	Fahrt nach XU-Fjella und geologische Kartierung der südliche Hälfte dieser Nunatakgruppe (1 Tag)
2.2.94	Weiterfahrt nach Milorgfjella (=Kottasberge) und Einrichtung des Lagers "Windy Corner" (1 Tag)
3.-18.2.94	Geologische Kartierung der Kottasberge, vom Lager "Windy Corner" aus (16 Tage)
19.2.94	Packarbeiten und weitere Vorbereitungen für die Rückfahrt (1 Tag).
20.-23.2.94	Rückfahrt zur Neumayer-Station auf der gleichen Route wie bei der Hinfahrt (4 Tage)
24.2.94	Neumayer-Station; Entlade- und Abrüstearbeiten
25.2.94	Neumayer-Station; Packarbeiten für die Schiffsrückreise
26.2.-2.3.94	Weiterer, durch ungünstige Wetterbedingungen verlängerter Aufenthalt auf der Neumayer-Station
3.-11.3.94	Schiffsrückreise Atkabucht - Kapstadt mit MS Polar Queen
12.3.94	Zwischenaufenthalt in Kapstadt
13./14.3.94	Flugrückreise Kapstadt - Deutschland

Von den Lagern wurden die Geländearbeiten in einem Radius bis zu 50 km durchgeführt. Von den 28 Tagen, die für die geologische Kartierung zur Verfügung standen, war an 7 1/2 Tagen wegen Sturm und Schneedrift keine Außenarbeit möglich. Ein derart hoher Anteil an Schlechtwettertagen ist im Gebiet bisher nicht angetroffen worden.

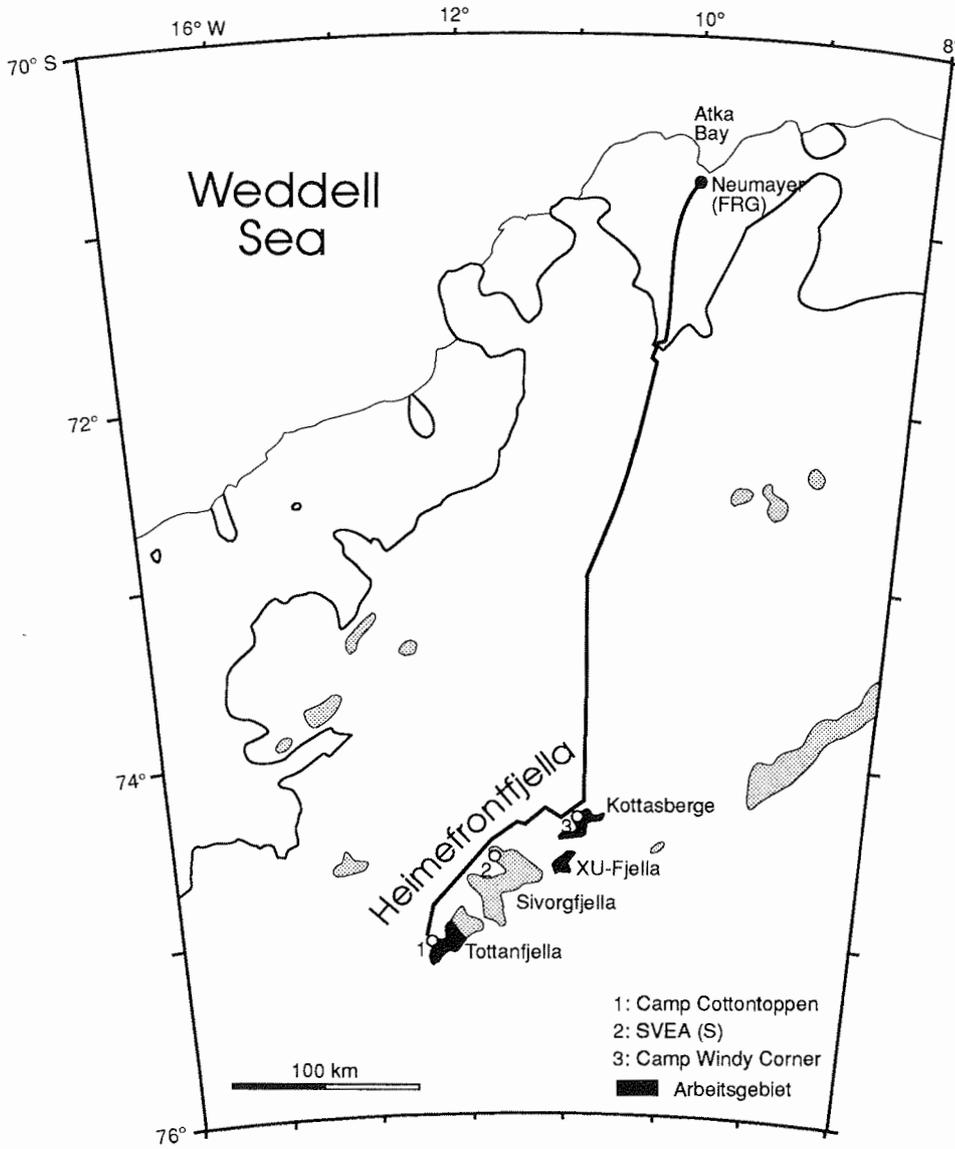


Abb. 40: Lage des Arbeitsgebietes und Expeditionsroute während der 4. Expedition in die Heimfrontfjella
Fig. 40: Expedition route and working area during the 4th expedition to Heimfrontfjella

Geologische Kartierungen der Heimefrontfjella

Die Kartierarbeiten im Gelände erfolgten anhand von Ausschnitten topographischer Karten im Maßstab 1:10.000, die durch Vergrößerung aus Unterlagen des Institut für Angewandte Geodäsie in Frankfurt/M. (Orthophotos und Isohypsenpläne im Maßstab 1:25.000) angefertigt worden waren. Die Bereitstellung dieses Kartenmaterials war eine Voraussetzung für die geologischen Kartierungen der beiden Expeditionen 1988/89 und 1989/90 sowie der diesjährigen. Ihre Drucklegung soll im Maßstab 1:25.000 erfolgen, in dem bereits das Blatt "Scharffenbergbotnen" der Sivorgfjella 1993 erschienen ist.

Insgesamt ergaben sich für die kartierten Bereiche je nach möglicher Differenzierung 10 bis 15 Kartiereinheiten (einschließlich besonderer Bildungen wie Moränen, Schuttflächen, mafische Dykes etc.), die in den Geländekarten durch Farben und Signaturen gekennzeichnet wurden. Zur Kartierarbeit gehörte ferner die Erfassung der tektonischen Gefüge und ihrer Kinematik. Diese struktureologischen Arbeiten waren insbesondere in den Bereichen nötig, die während der ersten deutschen Expedition zur Heimefrontfjella 1985/86 (siehe Berichte zur Polarforschung, Nr. 33; ARNDT et al. 1987) bei der damaligen Rekognoszierung nicht besucht werden konnten. Im Gegensatz zu dieser ersten Expedition, bei der in großem Umfang systematisch Gesteinsproben für Laboruntersuchungen gesammelt wurden, mußte bei der diesjährigen Expedition aufgrund der eingeschränkten Transportkapazität Zurückhaltung geübt werden. Nur das unbedingt notwendige Gesteinsmaterial für petrographische, geochemische und geochronologische Untersuchungen wurde gesammelt; dessen Gesamtgewicht machte dennoch ca. 1 t aus. Das Probenmaterial wurde durch die schwedische ITASE-Expedition von den Kottasbergen zur Neumayer-Station transportiert.

Die günstigen morphologischen Verhältnisse in Tottanfjella (Abb. 2^f) förderten die dortigen Kartierarbeiten sehr. Hier waren, im Gegensatz zu den Kottasbergen, die meisten Gipfel, Grate und Gebirgskämme erreichbar und begehbar, so daß sich die Begehungen nicht nur auf die Hangfüße, Windkolke und weniger steil geneigten Hänge beschränkten. Außerdem treten in Tottanfjella mehrere quer zum Generalstreichen verlaufende Gebirgskämme auf, durch die ausgezeichnete Querprofile gegeben waren, was die Korrelation von Gesteinszügen, die Analyse des Gebirgsbaus und die Interpolation bei der Kartendarstellung in besonderem Maße begünstigte.

Demgegenüber waren die Verhältnisse in den Kottasbergen (Abb. 2) weniger günstig. Hier waren nicht alle eis- und schneefreien Bereiche begehbar. Hohe und steile Felsflanken charakterisieren vielerorts das Relief, so daß bei der Kartendarstellung in stärkerem Maße Inter- und Extrapolationen in unbegangenes Gelände notwendig waren. Dies wurde allerdings gefördert durch die Inspektion der Felswände im Gelände, auf Geländephotos und Luftbildern. Trotz der im Vergleich zu Tottanfjella deutlich größeren eis- und schneefreien gesamten Aufschlußfläche konnte jedoch auch in den Kottasbergen die Kartierung in der zur Verfügung stehenden Zeit ausreichend detailliert abgeschlossen werden, weil auf der ersten deutschen Expedition 1985/86 gerade in dieser Region umfangreichere Vorarbeiten geleistet worden waren.

XU-Fjella wurde leider nicht vollständig bearbeitet. Die fünf, allerdings wenig umfangreichen Nunataks des Nordteils dieser kleinen und entlegenen Gebirgsgruppe (Abb. 41) konnten wegen schlechten Wetters am Ende der Kartierkampagne nicht mehr erreicht werden. Abgesehen von dieser kleinen Lücke ist das Kartierprogramm trotz der relativ häufigen Schlechtwettertage vollständig erfüllt worden.

Die folgenden Ausführungen zur Geologie von Tottanfjella und den Kottasbergen (Milorgfjella) sowie XU-Fjella geben in kurzer Form den schon durch die erste deutsche Expedition 1985/86 in großen Zügen bekannten Aufbau dieser Regionen und damit den ersten geologischen Rahmen für die Kartierarbeiten wieder, sie enthalten aber auch neue und zusätzliche Erkenntnisse, die während der diesjährigen Kartierkampagne gewonnen und unter den sechs beteiligten Fachkollegen diskutiert wurden. In diesem Abschnitt wird die Geologie von Tottanfjella, der Kottasberge und von XU-Fjella dargestellt, da sie Gegenstand der Kartierung waren. Die Kartierung von Sivorgfjella war bereits abgeschlossen.

Tottanfjella

Tottanfjella besteht aus einer Anzahl relativ leicht begehbarer Nunataks im Südwestteil der Heimefrontfjella. Kartiert wurden die Nunataks zwischen Samuelhamaren im SW und Johnsonhogna im NE von Tottanfjella. Die Gesteinseinheiten sind zwischen ca. 1500 und 2200 Höhenmetern aufgeschlossen. Es wurden zwei neue Nunataks im äußersten SE von Tottanfjella entdeckt.

Tottanfjella besteht aus einem amphibolitfaziellen und einem granulitfaziellen Terrane, welche durch die Heimefront-Scherzone getrennt werden (Abb. 41). Im granulitfaziellen Terrane tritt in den Nunataks von Vardeklettane (Vardeklettane-ost) eine ca. 200 m mächtige Sequenz von Metasedimenten (Metaquarzite, Metaarkosen, Grt-Cord-Sill-führende Metapelite) auf, in die geringmächtige 2-Fsp-Qz-Gneise und Amphibolite eingeschaltet sind, die als Metavulkanitlagen interpretiert werden. Diese suprakrustalen Gesteine bilden Xenolithe in zwei porphyrischen Granitoiden, einem dunklen, grobkörnigen Monzonit bis Qz-Monzonit und einem sehr grobkörnigen, leukokraten, Grt-führenden Granit, die im Gegensatz zu den älteren Orthogneisxenolithen keine Charnockitisierung aufweisen. Die Kalifeldspäte des Monzonits sind grün und häufig gerundet. Beide Granitoide sind schwach vergneist. Als jüngste Intrusiva treten Mikrogranite und sehr grobkörnige Pegmatite auf, die Biotite bis 30 cm aufweisen.

Vardeklettane-West besteht aus einem migmatischen Orthogneis mit mafischen Gängen und Einschlüssen, der bereichsweise, insbesondere im Westteil charnockitisiert ist. Charnockite treten als Aureolencharnockite um basische Xenolithe (2-Pyroxen-Granulite) und nebulös als Replacement-Charnockite entlang von Rissen sowie in Form von Gängen auf. Dieser Gneis tritt in Vardeklettane-Ost xenolithisch in den beiden oben beschriebenen porphyrischen Granitoiden auf. Die Xenolithe waren vor der Inkorporation bereits vergneist. Dunkle, granitische bis monzonitische Charnockite finden sich im West- bis Nordwestteil von Ardušberget. Sie enthalten Schollen von Grt-Opx-führenden Orthogneisen. Nach SE schließen sich mächtige Kfsp-Augengneise an, die häufig mylonitisch ausgebildet sind und Tieftemperaturmylonite in Form von Ms-Bio-Chl-Schiefern enthalten. Die Grenze gegen das amphibolitfazielle Terrane wird von einer 2 bis 3 km breiten Zone plutonischer Gesteine gebildet, die in

unterschiedlichem Maße in Augengneise und Augengneismylonite verformt sind. Vier plutonische Komplexe mit folgender Altersabfolge vom älteren zum jüngeren treten in Tottanfjella auf:

1. Diorite
2. riesenkörnige Rapakivi-Typ-Granite (Manesigden)
3. dunkle, grobkörnige, porphyritische Monzonite und Monzonorite
4. schwach foliierte Mikrogranite und Pegmatite

Die ältesten intrusiven Gesteine sind Diorite, die in größerer Mächtigkeit am Cottontoppen und xenolithisch in vielen der jüngeren Granitoide auftreten. Die schwach deformierten Varietäten des Diorits am Cottontoppen weisen eine typische Ocellartextur auf und sind mit feinkörnigen Graniten assoziiert, die auf eine hybride Entstehungsgeschichte hindeuten.

Riesenkörnige Rapakivi-texturierte Granite (Manesigden-Granit) nehmen einen sehr großen Prozentsatz der Aufschlußfläche ein. Die Kalifeldspäte werden bis zu 15 cm groß, sind häufig rund und weisen Uhrglasverwilligung auf. Bei manchen dunklen Mineraleinschlüssen innerhalb der Kalifeldspäte besteht der Verdacht auf reliktsche Orthopyroxene.

Dunkle Monzonite und Monzonorite nehmen einen großen Teil vom südlichen Tottanfjella ein. Sie sind bereichsweise mit magmatischen Charnockiten assoziiert und sind, wie z.B. auch am Samuelhamaren Grt- und Graphit-führend An Worsfoldfjellet sind vielfältige Kontaktrelationen zum älteren Manesigden-Granit aufgeschlossen.

Als jüngstes magmatisches Gestein tritt ein fein- bis mittelkörniger Granit auf, der mit einer pegmatitischen Phase assoziiert ist. Dieser Granit nimmt einen großen Aufschlußbereich im südlichen Teil von Cottontoppen ein. Er schneidet die metamorphen S-Flächen der älteren lithologischen Einheiten, ist aber selbst auch noch schwach deformiert.

Die Heimefront-Scherzone liegt in Tottanfjella im Bereich des Überganges von dem von Plutoniten dominierten Bereich in den weiter südöstlich anschließenden Bereich, in dem Metasedimente häufiger werden. Sie ist besonders gut in den Flisegga-Nunataks aufgeschlossen. Hier dominieren im Nordteil Kfsp-Augengneismylonite. Weiter südlich bilden Augengneismylonite unterschiedlicher Mächtigkeit eine Wechsellagerung mit plattigen bis bankigen Bio-QzFsp-Gneisen rhyolithischer bis dazitischer und Qz-andesitischer Zusammensetzung, mit häufigen Pegmatiten und untergeordnet auch Amphiboliten, Bio-Amphiboliten, Hbl-Gneisen und sehr Fsp-armen Biotitschiefern. Unter Einschaltung von migmatischen Metasedimenten in Form von grauen Bio-Qz-Fsp-Gneisen sowie von Metaquarziten entwickelt sich eine "Bunte Serie", in der umgelagerte Vulkanoklastite, z. B. als geringmächtige Kfsp-Augengneise auftreten können. Im äußersten SE von Tottanfjella treten Metasedimente häufiger auf. Sie setzen sich aus Paragneisen, Metaquarziten, Metakonglomeraten und Metapeliten zusammen. Marmoreinschlüsse sind aus Sivorgfjella bekannt. Die bimodale metavulkanische Abfolge ist wesentlich mächtiger als die Metasedimente. Ms ist sekundär und an jüngere Scherzonen gebunden.

Für Tottanfjella läßt sich von SE nach NW folgende lithologische Abfolge feststellen: Metasedimenten im SE, gefolgt von bimodalen Metavulkaniten und

hypabyssalen Intrusiva, die in Orthogneise übergehen und an die sich granulitfazielle Gesteine anschließen. Die Heimefront-Scherzone liegt im Übergangsbereich von den Orthogneisen in die suprakrustalen Gesteine.

Auch strukturell läßt sich Tottanfjella in zwei Terrane gliedern. Die metamorphen S-Flächen im granulitfaziellen Terrane (Vardeklettane - Ardušberget) streichen E-W und Faltung tritt um E-streichende, flach eintauchende Faltenachsen auf. Demgegenüber streichen alle Einheiten im amphibolitfaziellen Teil von Tottanfjella NNE-SSW bis NE-SW. Die metamorphen S-Flächen sind im Bereich der Heimefront-Scherzone um NNE bis NE verlaufende Faltenachsen verfalltet

Die steilstehende Heimefront-Scherzone ändert ihr Streichen von NE-SW in Sivorgfjella nach NNE-SSW in Tottanfjella. Damit ändert sich ebenfalls der Charakter der Scherzone. In Sivorgfjella sind flach eintauchende Lineare mit einem dextralen Schersinn assoziiert. In Tottanfjella tauchen die mylonitischen Streckungslineare mittelsteil bis steil nach E bis NE ein oder liegen in der Fallrichtung der S-Flächen. Generell wird Südost auf Nordwest überschoben. Bei NW-fallenden Mylonitflächen entsteht abschiebender Bewegungssinn. In den meisten Fällen ist im Horizontalschnitt eine dextrale Scherkomponente erkennbar, wenn das Streckungslinear relativ flach liegt. Sinistraler Schersinn ergibt sich im Horizontalschnitt bei steilerer Neigung des Streckungslinears und SE über NW Aufschiebung. Das Strainfeld der Heimefront-Scherzone ändert sich von Sivorgfjella nach Tottanfjella von einer lateralen in eine frontale Rampe.

Kottasberge

Die Kottasberge werden fast ausschließlich von magmatischen Gesteinen aufgebaut, bei denen es sich überwiegend um Metavulkanite und granitische Intrusiva handelt. Im zentralen Teil der Kottasberge, im Gebiet zwischen Laudalkammen und Schivestolen dominieren sillförmige, bis mehrere hundert Meter mächtige, hypabyssale granitische Intrusiva, die unterschiedlich stark vergneist sind. Überwiegend handelt es sich um rote und weiße, Bio-reiche, Hbl-führende Kfsp-Augengneise, deren hoher Kfsp-Gehalt auf eine deutliche Alkalitendenz dieser ehemaligen Granite hinweist. Diese Augengneise sind sehr reich an Titanit. Es bestehen Übergänge zu Hbl-freien granitischen Bio-Qz-Plg-KfspGneisen sowie zu Qz-ärmeren, jedoch weniger häufigen monzonitischen Gneisen

Diese alkalibetonten Granite intrudieren einen geschichteten Verband von plattigen bis bankigen Bio-Qz-Plg-Gneisen, unterschiedlich stark Hbl-führenden Bio-Qz-Plg-Gneisen und Amphiboliten. Es handelt sich um eine Wechsellagerung von dazitischen, Qz-andesitischen bis andesitischen und basaltischen Metavulkaniten. Eingeschaltet sind basische Intrusive dioritischer bis gabbroider Zusammensetzung. Teilweise sind in den Dioriten und Gabbros ophitische Gefüge und chilled margins erhalten. Rhyolithische Metavulkanite treten erst im SW-Teil der Kottasberge häufiger auf (siehe unten).

Metasedimente finden sich eingeschaltet in die Metavulkanite am Südende von Burasbotnen und am Nordostende von Arntzenrustene. Es handelt sich um graphitführende silikatische Marmore und Kalksilikate mit Phlogopit, Grammatit-Aktinolith, Diopsid und Olivin (?) sowie um graphitführende Quarzite, Bio-Quarzite und untergeordnet Bio-Schiefer. Vermutlich handelt es sich bei den Qz-reichen Metasedimenten um Metacherts und bei den Bio-Schiefern um Metatuffite.

Metapelite und Metaspammite treten erst im Südwestteil der Kottasberge und in XU-Fjella auf und werden nach Südwesten häufiger (siehe unten).

Im Bereich der nordöstlichen und zentralen Kottasberge (Arntzenrustene - Leabotnen - Burasbotnen) läßt sich folgende lithologische Abfolge im Basement rekonstruieren:

1. Überwiegend intermediäre (Qz-andesitische bis andesitische) Metavulkanite mit Amphiboliten und Metarhyolithen sowie lokalen Einschaltungen von Metakarbonaten, Metaquarziten und Metapeliten (Bio-Schiefern)
2. Intrusion Kfsp-reicher Hbl-führender und Hbl-freier Granite. (Kfsp-Augengneise)
3. Intrusion basischer Sills (Amphibolite)
4. Intrusion von Mikrograniten als Sills und Dykes, nur schwach vergneist
5. Aplitgranitische Gänge mit pegmatitischen Partien, schwach deformiert
6. Unvergneiste Pegmatite
7. Basaltische bis gabbroide Dykes mit chilled margins

Im Südwestteil der Kottasberge zwischen Borgebotnen und Steenstruphorten überwiegen die metavulkanischen Gesteine. Drei lithologische Assoziationen lassen sich unterscheiden, die als bankige bis plattige, oft bis in den Zentimeter- und Millimeterbereich gebänderte Gneise vorliegen:

1. Bio-Qz-Plg- bis Bio-Plg-Qz-Gneise in Wechsellagerung mit HblBio-Qz-Plg-Gneisen und Amphiboliten. Es handelt sich hier um intermediäre bis basische Metavulkanite dazitischer, Qz-andesitischer bis andesitischer und basaltischer Zusammensetzung mit dioritischen und gabbroiden Intrusiva. Untergeordnet können Bio-QzKfsp-Plg-Gneise rhyolithischer Metavulkanite eingeschaltet sein. Insgesamt überwiegt tonalitische Zusammensetzung.

2. Bio-Qz-Plg-Kfsp-Gneise rhyolithischer, rhyodazitischer bis latitischer Zusammensetzung, die teilweise Hbl-führend sind und mit Amphiboliten wechsellagern. Qz-andesitische Gesteine treten untergeordnet auf. Insgesamt überwiegt rhyolithische Zusammensetzung.

3. Eine Mischung von 1 und 2, in der sich die tonalitisch und rhyolithisch dominierten Anteile kartiertechnisch nicht trennen ließen. Der Anteil der Amphibolite wechselt in den unterschiedenen Einheiten. Er kann maximal etwa 50% betragen. Lokal sind die Gneise und Amphibolite sowie Metadiorite und Metagabbros Grt-führend.

Metasedimente treten nur untergeordnet in Form von stark migmatischen Grt-führenden Bio-Qz-Fsp-Gneisen, örtlich mit Sil auf Ms ist sekundär an retrograde Mylonite gebunden. Gelegentlich wurden auch Metaquarzite, Graphitquarzite und Bio-Schiefer beobachtet.

Lokal treten basische Dykes bis 10 m Mächtigkeit auf, die als Amphibolite vorliegen. Ein ca. 10 m mächtiger Norit-Dyke im Westteil von Borgebotnen besitzt einen mehrere Dezimeter breiten chilled margin und ist nur in Bereichen duktiler Scherzonen in Amphibolit umgewandelt.

Wenige unmetamorphe basische Gänge durchschlagen das Grundgebirge der südwestlichen Kottasberge. Es handelt sich um mesozoische Dolerite, die auch die permokarbonischen Sedimente vom Schivestolen als Sill intrudieren und als Basaltergüsse die südöstlichen Nunataks von XU-Fjella aufbauen.

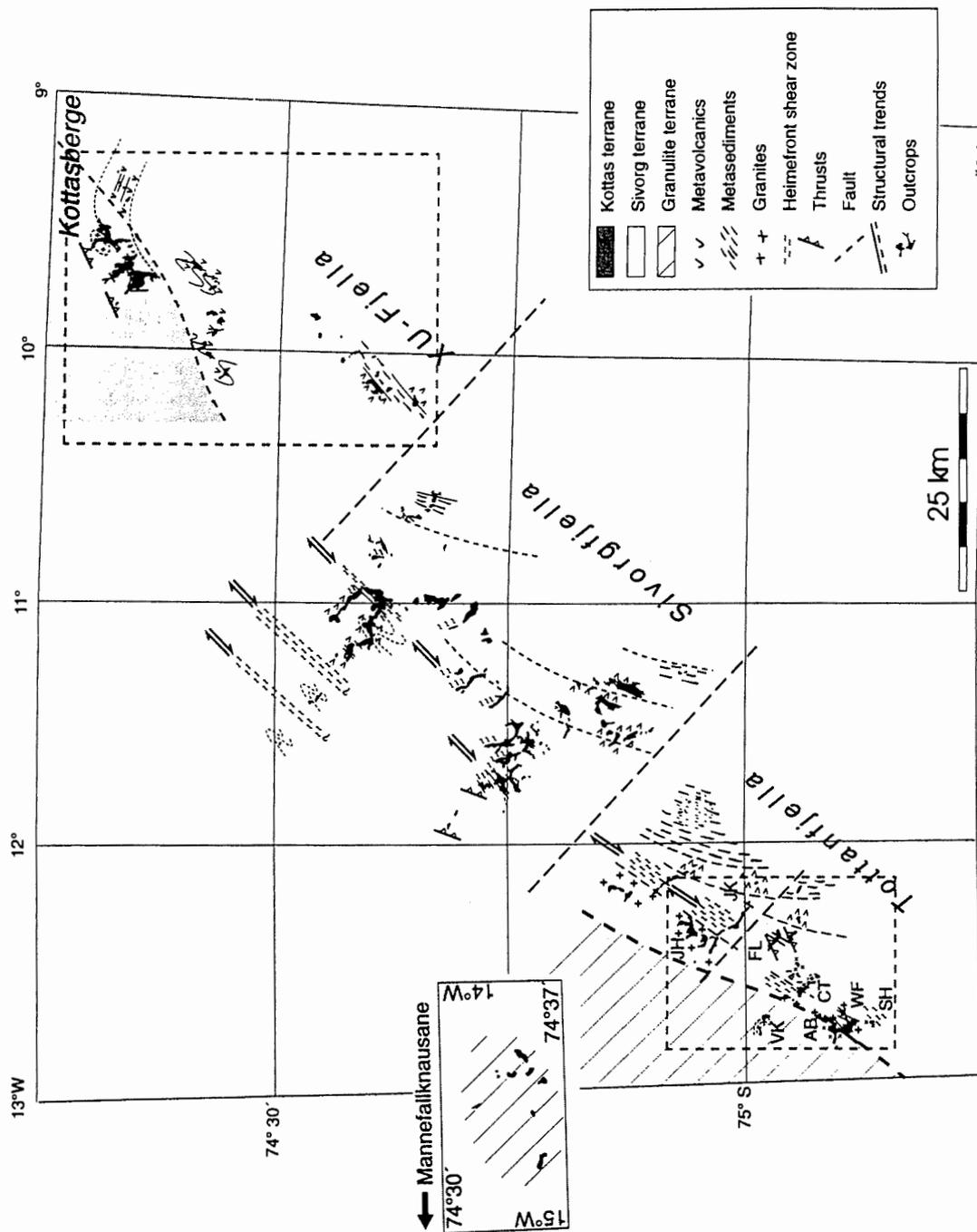


Abb. 41: Geologische Kartenskizze der Heimfrontfjella. (Gestrichelte Rahmen: Kartiergebiet 1994)
 Fig. 41: Geological draft map of Heimfrontfjella (dotted frame: mapped area 1994)

Die strukturelle Entwicklung der Kottasberge ist durch eine zweiphasige Formung gekennzeichnet. Die erste Deformation D1 hat einen NE-vergenten Falten- und Schuppenbau erzeugt. Faltung dominiert in den gut geschichteten Metavulkaniten insbesondere im Südwestteil der Kottasberge mit ausgeprägten R-Tektoniten. Die zweite Deformation D2 hat NW-vergente Falten und Überschiebungen erzeugt. Die hoch anisotropen Metavulkanite im SW-Teil der Kottasberge wurde durch D2 in eine steile Lage rotiert, wodurch die D1-Falten eine Schlingentektonik bilden. In den durch die massiven granitischen Intrusionen beherrschten Teilen der Kottasberge dominieren flache N- bis NW-vergente Überschiebungen, welche die jüngsten Pegmatite und basischen Dykes versetzen. Die Metamorphosebedingungen der D1-Deformation lagen oberhalb der Stabilität von Ms im migmatischen Bereich. Die D2-Verformung reicht bis in den semiduktilen Bereich innerhalb der Stabilität von Biotit. Muscovit und Serizit wurden neu gebildet. Alle Einengungsstrukturen sind älter als die präpermische Landoberfläche. An einigen Stellen konnten kataklastische Abschiebungen unbekanntes Alters beobachtet werden. Nur in einem Fall konnte der Versatz der permokarbonischen Sedimente um wenige Meter nachgewiesen werden.

Das kristalline Basement wird in den Kottasbergen und in XU-Fjella an mehreren Stellen von unterpermischem Deckgebirge überlagert. Profile der auskartierten Vorkommen wurden bereits detailliert von POSCHER (1987, 1988) untersucht. Nach diesen Untersuchungen beginnt das am Schivestolen noch maximal 160 m mächtige Perm mit Diamiktiten und vorwiegend fluvioglazialen Bildungen, die zum Hangenden in Ablagerungen eines "braided river system" übergehen. Im hangenden Anteil sind am Schivestolen mehrere, bis zu 40 cm mächtige Kohleflöze eingeschaltet, die einen für Gondwanakohlen typischen hohen Mineral- und Fusinitgehalt aufweisen.

XU-Fiella

Von der südöstlich zwischen den Kottasbergen und Sivorgfjella gelegenen XU-Fjella konnte nur der südliche Anteil mit den Nunataks Hauglandkleppen, Bergslienfallet und Storsveenfjellet kartiert werden. Das Hauptmassiv von Hauglandkleppen wird von einem rötlichen, schwach vergneisten Metagranit aufgebaut, der reich an Paragneis und Amphibolit-Xenolithen ist. Nach Osten hin folgen migmatische Paragneise mit Einschaltungen von Metarhyolithen und Hbl-führenden Metadaziten, die schließlich am Nordostsporn von Hauglandkleppen in feingebänderte Amphibolite übergehen.

In den Nunataks von Bergslienfallet dominieren migmatische, granatführende Bio-Fsp-Qz-Gneise, die als Paragnese angesprochen wurden. Weiter nördlich, bei Storsveenfjellet, sind wieder bimodale Metavulkanite aufgeschlossen, vor allem graue, metadazitische Bio-Hbl-Fsp-Gneise und Amphibolite sowie untergeordnet rosafarbene Metarhyolithe.

Die gesamte südliche XU-Fjella zeigt einen relativ einheitlichen tektonischen Bau. Die Gesteine sind um flach bis mittelsteil nach SW abtauchende Achsen gefaltet. Die S-Flächen fallen steil nach NW und SE ein. Der Faltenbau ist jünger als die Metatexis der Gneise, denn das meist lagig ausgebildete Neosom ist mitverfaltet.

Logistische Erfahrungen

Das wissenschaftliche Programm konnte trotz des verhältnismäßig hohen Anteils an Schlechtwettertagen zu etwa 95 % erfüllt werden. Nur in XU-Fjella blieben 5 kleine Nunataker unbearbeitet. Das Kartierprogramm wird als abgeschlossen betrachtet.

Fahrzeuge und Ausrüstung haben die Erwartungen erfüllt. Die Streckenfahrzeiten betragen gegenüber den schweren Lastzügen nur etwa die Hälfte. Im schwierigen Gebirgsgelände erwiesen sich die Skidoogespanne als ausgezeichnete und vor allem sichere Fortbewegungsmittel. Die größere Mobilität erlaubte bei unbeständigen Witterungsverhältnissen auch die Nutzung von kurzfristigen Wetterbesserungen.

Dank der gewissenhaften Vorbereitung und ständigen Kontrolle der Skidoos durch Holger Wohltmann, AWI, konnten an 3 Fahrzeugen aufgetretene Kupplungsschäden vorzeitig erkannt und repariert werden. Diese Schäden waren auf Überlastung zurückzuführen. Für zukünftige Unternehmungen dieser Art empfiehlt es sich, die Ladung der Schlitten auf 500 kg pro Skidoo zu beschränken und pro Teilnehmer ein Gespann vorzusehen. Mit 6 Schlittenzügen wäre die Unternehmung einfacher und mit geringerem Restrisiko durchzuführen gewesen.

Insgesamt entsprach die Ausrüstung den Anforderungen gut. Die Zelte haben bei richtiger Aufstellung Sturmböhen von 95 km/h standgehalten. Die GPS-Geräte vereinfachten und beschleunigten die Orientierung außerordentlich. Die Funkverbindung mit Neumayer hat ausgezeichnet funktioniert.

Das logistische Experiment einer "leichten" Traverse verlief erfolgreich. Voraussetzung dafür war das Treibstoffdepot im Aktionsgebiet. Unabhängig davon muß bei geologischen Unternehmungen dieser Art allerdings das gewichtsbedingte Problem des Gesteinsprobentransportes aus dem Arbeitsgebiet gelöst werden.

9. Anhang

9.1 Stationsliste/Station list

Station I-No.	Date	Time	Latitude	Longitude	Depth	Activity	
29/001	16.01.94	6:49	56°06.8'S	062°54.4'W	2003	CTD	
29/002	18.01.94	21:35	63°00.7'S	057°53.0'W	750	MN	
		22:30	63°00.7'S	057°53.2'W	501	NAN	
	18.01.94-19.01.94	23:27-00:11	63°00.7'S	057°53.8'W	0-252	RMT	
	19.01.94	00:48	62°59.3'S	057°56.0'W	825	CTD/ROSI	
PS 2521-1		01:18	62°59.3'S	057°56.0'W	860	MUC (30)	
29/004	19.01.94	21:56	62°15.2'S	058°45.0'W	162	Reuse	
29/005	20.01.94	09:25	62°23.5'S	050°35.2'W	1002	CTD	
29/007	22.01.94	11:37-22:10				Seismic	
		22:22	66°57.3'S	068°56.8'W	100	CTD	
29/008	23.01.94-24.01.94	22:46-00:49	68°11.4'S	067°28.6'W	188	ROV	
29/009	25.01.94	13:36-14:15	66°28.9'S	068°01.7'W	0-210	RMT	
		15:58-22:11				Seismic	
		22:32	66°07.0'S	067°13.2'W	100	CTD	
29/010	PS 2522-1	28.01.94	09:43	66°53.4'S	074°07.3'W	3436	MUC (40)
	PS 2522-2		10:45	66°53.2'S	074°06.9'W	3437	BL
	PS 2522-3		11:58	66°52.8'S	074°05.9'W	3000	CTD/ROSI
	PS 2522-4		13:58	66°52.9'S	074°05.9'W	3442	SL (1050/800)
			15:41	66°53.1'S	074°06.3'W	1000	MN
			14:58-16:52	66°53.3'S	074°07.0'W	0-205	RMT
			18:19	66°52.8'S	074°06.0'W	100	DF
			18:49	66°52.7'S	074°06.0'W	100	CTD/ROSI
29/011	28.01.94	23:19	67°11.0'S	073°20.7'W	95	DF	
	PS 2523-1		23:57	67°10.9'S	073°20.9'W	778	CTD/ROSI
		29.01.94	00:45	67°11.0'S	073°20.9'W	700	MN
	PS 2523-2		01:32	67°12.3'S	073°20.9'W	740	SL (100/26)
	PS 2523-3		02:27	67°14.3'S	073°22.8'W	640	MUC (0)
			02:55-03:25	67°11.3'S	073°20.0'W	0-205	RMT
29/012	29.01.94	14:24-18:10	68°40.2'S	072°37.3'W		Sea-ice sampling	
	1		68°40.7'S	072°38.8'W		Laser-altimetry flight	
	1		68°29.2'S	072°41.6'W		Linescan flight	
29/013	29.01.94	22:24	68°29.0'S	072°42.5'W	294	NAN	
		22:55	68°29.1'S	072°43.0'W	300	MN	
	PS 2524-1		23:29	68°29.2'S	072°43.3'W	458	GKG (30)
		29.01.94-30.01.94	23:48-01:42	68°29.3'S	072°43.9'W	501	ROV
29/014	30.01.94	14:25	68°12.7'S	067°17.4'W	74	MER	
		14:48	68°12.8'S	067°17.7'W	100	DF	
	PS 2524-2		15:16	68°12.9'S	067°18.3'W	326	CTD/ROSI
			16:25-17:23	68°13.6'S	067°19.5'W	301	AGT
29/015	30.01.94	21:57-23:46	67°33.1'S	068°02.6'W	129	ROV	
	31.01.94	00:09	67°32.8'S	068°02.7'W	151	Reuse	
29/016	01.02.94	09:46-10:18	68°15.5'S	073°29.6'W	0-205	RMT	
		10:33	68°15.9'S	073°26.6'W	400	MN	
	PS 2525-1		11:32	68°16.2'S	073°26.6'W	453	GKG (28)
			11:59	68°16.2'S	073°26.3'W	100	MER
			12:28	68°16.4'S	073°26.2'W	100	DF
	PS 2525-2		12:58	68°16.4'S	073°26.1'W	450	CTD/ROSI
			14:12-15:46	68°14.5'S	073°11.9'W	327	ROV
29/017	01.02.94	20:00				Seismic	
		- 04.02.94	21:00				

Station	I-No.	Date	Time	Latitude	Longitude	Depth	Activity
29/018		04.02.94	21:24-21:58	70°00.8'S	080°09.8'W	0-195	RMT
			22:51	70°00.8'S	080°04.4'W	500	NAN
			23:39	70°00.8'S	080°03.8'W	500	MN
	PS 2526-1	05.02.94	00:31	70°00.9'S	080°03.6'W	566	CTD/ROSI
			01:11	70°00.8'S	080°03.4'W	580	GKG (45)
29/019	2	05.02.94	11:01-12:00	71°03.1'S	079°25.0'W		Sea-ice sampling
				72°05.5'S	079°25.0'W		Laser-altimetry flight
29/020		05.02.94	18:45	71°15.0'S	076°59.7'W	100	DF
			19:08	71°15.1'S	076°59.5'W	70	MER
			19:38	71°15.4'S	076°59.2'W	617	CTD/ROSI
			20:19	71°15.3'S	076°59.2'W	500	MN
29/021		05.02.94	23:09-23:56	71°29.8'S	076°01.8'W	0-220	RMT
	PS 2527-1	06.02.94	00:22	71°28.6'S	076°05.1'W	730	MUC (30)
	PS 2527-2	06.02.94	00:45	71°28.5'S	076°05.3'W	730	BL
		- 08.02.94	17:44				
29/022		06.02.94	12:27-13:27	71°59.8'S	075°13.6'W	444	AGT
			13:51	71°59.2'S	075°17.0'W	400	MN
			14:28-16:08	71°59.4'S	075°16.3'W	469	ROV
	PS 2528-1		16:24	71°59.5'S	075°16.8'W	446	MUC (24)
29/024		06.02.94	21:58	72°28.0'S	073°18.0'W	100	DF
			22:24	72°28.1'S	073°17.5'W	82	MER
	PS 2529-2		22:51	72°28.2'S	073°17.0'W	480	CTD/ROSI
			23:22	72°28.3'S	073°16.4'W	400	MN
		06.02.94-07.02.94	23:57-00:36	72°28.4'S	073°16.6'W	0-225	RMT
	PS 2529-1	07.02.94	01:05	72°29.2'S	073°20.8'W	560	GKG (20)
29/027		07.02.94	05:11				Seismic
		- 08.02.94	11:32				
29/028		08.02.94	12:24-14:38	71°04.1'S	076°35.1'W		Sea-ice sampling
			13:37	71°04.3'S	076°34.4'W	322	CTD/ROSI
			14:07	71°04.5'S	076°33.5'W	18	DF
29/030	PS 2530-1	08.02.94	19:17	71°28.2'S	076°07.3'W	727	SL (200/0)
29/031		08.02.94	21:23-22:57	71°35.8'S	075°33.5'W	249	ROV
29/033		09.02.94	12:12-12:48	72°48.5'S	072°26.1'W	0-210	RMT
	PS 2531-2		13:23	72°48.0'S	072°24.9'W	740	CTD/ROSI
			14:09	72°48.1'S	072°29.8'W	100	DF
			14:37	72°48.8'S	072°32.9'W	90	MER
	PS 2531-1		14:59	72°50.0'S	072°34.5'W	757	GKG
29/038	3	10.02.94		71°42.3'S	076°59.4'W		Laser-altimetry flight
	2			71°30.0'S	076°30.0'W		Linescan flight
		10.02.94	11:09				Seismic
		- 12.02.94	09:10				
29/039		12.02.94	10:05-15:57	73°26.7'S	082°33.3'W		Sea-ice sampling
	PS 2532-1		14:14	73°25.0'S	082°53.5'W	578	GKG (10)
	PS 2532-2		14:42	73°24.1'S	082°41.1'W	540	GKG (34)
	PS 2532-3		16:11	73°24.5'S	082°51.0'W	446	SL (20/0)
29/040		13.02.94	14:09-15:10	71°00.1'S	085°59.6'W	577	AGT
			15:56	71°00.8'S	085°54.5'W	150	MER
			16:43	71°01.0'S	085°53.3'W	100	DF
			17:15	71°01.2'S	085°53.5'W	500	MN
	PS 2533-1		18:14	71°01.4'S	085°53.9'W	594	GKG (40)
	PS 2533-2		18:50	71°01.5'S	085°53.9'W	588	SL (300/193)
			19:26-19:57	71°01.3'S	085°54.7'W	0-160	RMT
	4			71°10.0'S	086°45.0'W		Laser-altimetry flight
	3			71°10.0'S	086°45.0'W		Linescan flight
29/041		13.02.94	21:31				Seismic
		- 14.02.94	10:16				
	5	14.02.94		70°00.0'S	089°00.0'W		Laser-altimetry flight
29/042		15.02.94	11:19-12:39	68°52.6'S	090°49.8'W	161	ROV
			12:55-13:21	68°52.5'S	090°50.0'W	0-160	RMT

Station	I-No.	Date	Time	Latitude	Longitude	Depth	Activity
			13:44-14:11	68°52.0'S	090°51.2'W	183	AGT
			14:33-15:58	68°51.2'S	090°52.4'W	242	ROV
			16:30	68°51.1'S	090°52.4'W	100	DF
			17:00	68°51.1'S	090°52.6'W	106	MER
	PS 2534-1		17:23	68°51.1'S	090°52.6'W	264	CTD/ROSI
			17:49	68°51.2'S	090°52.5'W	200	MN
	PS 2534-2		18:24	68°51.3'S	090°52.7'W	277	GKG (15)
	PS 2534-3		19:23	68°51.3'S	090°52.8'W	296	SL (0)
			19:51-20:28	68°51.4'S	090°52.6'W	257	AGT
29/043	PS 2535-1	15.02.94	22:35	68°59.1'S	090°30.7'W	1658	SL (0)
			23:18	68°59.1'S	090°30.7'W	100	MER
			23:51	68°59.2'S	090°31.1'W	100	DF
	PS 2535-2	16.02.94	00:42	68°59.3'S	090°31.3'W	1704	CTD/ROSI
			01:53	68°59.3'S	090°32.0'W	1000	MN
			03:40	68°59.4'S	090°32.6'W	500	BO
			04:13-04:45	68°59.2'S	090°32.8'W	0-200	RMT
	PS 2535-3		05:17	68°58.7'S	090°30.7'W	1469	GKG (0)
29/044	PS 2536-1	16.02.94	07:42	69°02.7'S	090°18.7'W	2791	GKG (0)
29/045	PS 2537-1	16.02.94	11:45	69°18.3'S	089°44.1'W	3781	MUC (18)
	PS 2537-2		12:37-21:29	69°18.4'S	089°43.8'W	3783	BL
			12:45-13:20	69°18.5'S	089°43.7'W	0-170	RMT
			13:47	69°18.9'S	089°39.7'W	100	MER
			14:17	69°19.1'S	089°39.5'W	95	DF
	PS 2537-3		15:28	69°19.2'S	089°39.2'W	3000	CTD/ROSI
			18:33	69°20.3'S	089°40.3'W	1000	MN
	PS 2537-4		20:30	69°18.6'S	089°44.1'W	3782	SL (0)
29/046	PS 2538-1	17.02.94	01:34	69°43.8'S	088°55.3'W	3236	MUC (32)
	PS 2538-2		02:53	69°43.8'S	088°55.4'W	3238	SL (550/415)
29/047	PS 2539-1	17.02.94	05:01	69°51.0'S	088°41.7'W	2633	SL (500/330)
	PS 2539-2		06:06	69°51.3'S	088°42.6'W	2646	MUC (32)
29/048	PS 2540-1	17.02.94	11:25	70°03.8'S	087°55.9'W	1822	MUC (29)
	PS 2540-2		12:19	70°03.8'S	087°54.9'W	1815	SL (400/0)
	PS 2540-3		13:15	70°03.9'S	087°55.4'W	1820	SL (550/414)
29/049	6	17.02.94		70°15.0'S	088°00.0'W		Laser-altimetry flight
			19:04-19:41	70°16.9'S	087°38.6'W	0-200	RMT
			20:06	70°15.4'S	087°36.0'W	100	DF
			20:35	70°15.6'S	087°35.8'W	100	MER
	PS 2541-3		21:17	70°15.8'S	087°35.4'W	1238	CTD/ROSI
			22:20	70°16.1'S	087°35.1'W	1000	MN
	PS 2541-1		23:30	70°16.0'S	087°34.9'W	1241	SL (550/429)
	PS 2541-2	18.02.94	00:15	70°16.0'S	087°34.7'W	1243	MUC (30)
29/050		18.02.94	03:29-04:00	70°30.0'S	087°06.8'W	0-200	RMT
	PS 2542-3		04:35	70°30.8'S	087°04.1'W	668	CTD/ROSI
			05:21	70°30.9'S	087°04.8'W	600	MN
	PS 2542-1		06:07	70°31.0'S	087°05.9'W	677	MUC (20)
	PS 2542-2		06:37	70°31.0'S	087°06.6'W	673	SL (300/220)
29/051		18.02.94	14:50-19:04	70°56.1'S	089°18.2'W		Sea-ice sampling
			15:45	70°56.2'S	089°18.6'W	100	MER
			16:17	70°56.3'S	089°18.9'W	100	DF
	PS 2543-4		16:49	70°56.4'S	089°19.2'W	548	CTD/ROSI
			17:36	70°56.6'S	089°19.8'W	500	MN
	PS 2543-1		18:23	70°56.8'S	089°20.6'W	547	SL (300/170)
	PS 2543-2		18:58	70°56.9'S	089°21.0'W	540	GKG (0)
	PS 2543-3		19:32	70°57.0'S	089°21.4'W	537	MUC (30)
29/052		19.02.94	00:05				Seismic
		- 22.02.94	12:08				
29/053	7	22.02.94		71°40.0'S	104°00.0'W		Laser-altimetry flight
			15:53-16:35	71°32.8'S	104°59.3'W		Sea-ice sampling
29/054		22.02.94	20:05-23:44	71°47.6'S	105°09.3'W		Sea-ice sampling

Station	I-No.	Date	Time	Latitude	Longitude	Depth	Activity
			20:23	71°47.6'S	105°09.3'W	100	DF
	PS 2544-2		20:52	71°47.6'S	105°09.6'W	100	MER
			21:27	71°47.7'S	105°10.3'W	513	CTD/ROSI
	PS 2544-1		22:09	71°47.7'S	105°10.7'W	500	MN
			22:49	71°47.8'S	105°11.5'W	546	GKG (21)
	8	24.02.94		72°19.0'S	106°11.6'W		Laser-altimetry flight
	4			71°53.2'S	105°18.8'W		Linescan flight
29/056		26.02.94	03:19-03:52	69°14.6'S	117°29.8'W	0-200	RMT
		26.02.94	04:13				Seismic
		- 28.02.94	10:39				
29/057	9	28.02.94		73°05.9'S	122°22.6'W		Laser-altimetry flight
			16:52-20:00	73°09.6'S	121°50.9'W		Sea-ice sampling
			16:56	73°09.6'S	121°50.9'W	100	MER
	PS 2545-2		17:44	73°09.6'S	121°52.3'W	100	DF
			18:15	73°09.6'S	121°53.2'W	600	CTD/ROSI
	PS 2545-1		18:56	73°09.6'S	121°54.7'W	600	MN
			19:43	73°09.5'S	121°56.9'W	636	GKG (15)
			20:18-20:53	73°09.7'S	121°57.8'W	0-175	RMT
			21:06-22:30	73°10.8'S	121°54.2'W	627	AGT
29/058		01.03.94	00:49-02:45	72°56.8'S	121°36.3'W	450	ROV
			03:11-04:25	72°57.3'S	121°37.1'W	462	AGT
29/059		01.03.94	05:23-06:58	72°50.0'S	121°16.7'W	385	ROV
			07:13-08:12	72°49.1'S	121°14.7'W	377	AGT
29/060		01.03.94	09:15-10:52	72°45.1'S	121°05.1'W	430	ROV
			11:07-12:09	72°44.6'S	121°04.2'W	620	AGT
	10			72°39.9'S	120°18.9'W		Laser-altimetry flight
	5			72°30.0'S	120°30.0'W		Linescan flight
29/061		01.03.94	14:25-17:00	72°33.6'S	121°03.2'W		Sea-ice sampling
			15:03	72°33.6'S	121°03.1'W	1527	CTD/ROSI
			16:08	72°33.8'S	121°01.9'W	1000	MN
			17:17	72°33.9'S	121°00.4'W	100	DF
			17:48	72°34.0'S	120°59.5'W	120	MER
			18:37	72°34.0'S	120°58.6'W	500	BO
			19:56-20:33	72°33.5'S	120°56.8'W	0-140	RMT
29/062		02.03.94	01:26-04:25	72°02.2'S	120°50.5'W		Sea-ice sampling
			01:44	72°02.2'S	120°50.6'W	100	DF
			02:11	72°02.2'S	120°51.0'W	100	MER
	PS 2546-2		03:11	72°02.3'S	120°51.3'W	2318	CTD/ROSI
			04:35	72°02.6'S	120°53.5'W	1000	MN
	PS 2546-1		05:55	72°03.1'S	120°55.8'W	2384	MUC (15)
			06:39-07:10	72°03.3'S	120°56.1'W	0-150	RMT
29/063	PS 2547-1	02.03.94	14:51	71°09.1'S	119°55.6'W	2090	SL (1050/154)
	PS 2547-2		15:55	71°09.1'S	119°55.1'W	2092	MUC (30)
	PS 2547-3		16:54	71°09.0'S	119°55.1'W	2096	SL (1300/876)
29/064	PS 2548-1	02.03.94	20:33	70°47.8'S	119°30.4'W	2649	SL (1500/1194)
	PS 2548-2		21:35	70°47.3'S	119°30.7'W	2642	MUC (40)
29/065	PS 2549-1	03.03.94	01:16	70°20.7'S	118°49.7'W	2841	SL (1500/967)
29/066	PS 2550-1	03.03.94	05:52	69°52.5'S	118°13.3'W	3109	SL (1300/828)
			06:57-07:33	69°51.4'S	118°13.1'W	0-150	RMT
	PS 2550-3		08:49	69°52.9'S	118°16.6'W	2946	CTD/ROSI
			10:27	69°52.8'S	118°15.6'W	1000	MN
	PS 2550-2		12:23	69°51.5'S	118°13.0'W	3108	MUC (40)
			13:40	69°51.8'S	118°12.9'W	100	DF
			14:08	69°51.8'S	118°13.0'W	100	MER
29/067	PS 2551-1	03.03.94	17:38	69°48.9'S	117°01.5'W	3278	SL (1550/1083)
29/068	PS 2552-1	03.03.94	21:58	69°13.5'S	117°26.6'W	2158	SL (0/0)
29/069		03.03.94	22:33				Magnetic
		- 05.03.94	11:42				
29/070	PS 2553-1	05.03.94	12:00-17:22	69°30.3'S	097°27.1'W	4298	BL

Station	I-No.	Date	Time	Latitude	Longitude	Depth	Activity
	PS 2553-2		13:08	69°29.7'S	097°26.6'W	4299	MUC (35)
	PS 2553-3		14:50	69°29.6'S	097°26.3'W	4300	SL (1300/1000)
29/071		05.03.94	18:08				Seismic
		- 06.03.94	19:00				
29/072	PS 2554-1	06.03.94	20:10	69°26.8'S	092°44.0'W	3892	SL (1500/1022)
29/073		06.03.94	21:12				Seismic
		- 07.03.94	12:30				
		07.03.94	16:37	69°28.8'S	097°24.5'W	100	MER
			17:10	69°28.8'S	097°24.3'W	100	DF
	PS 2555-1		17:27-23:37	69°29.0'S	097°24.2'W	4333	BL
	PS 2555-2		18:29	69°29.1'S	097°23.7'W	2950	CTD/ROSI
			19:59	69°29.3'S	097°23.0'W	500	BO
			20:30-21:03	69°29.5'S	097°22.1'W	0-220	RMT
29/075	PS 2556-1	08.03.94	10:47	69°29.9'S	094°10.1'W	3586	MUC (40)
	PS 2556-2		12:14	69°29.6'S	094°09.5'W	3594	SL (1500/962)
			12:59-16:02				Magnetic
29/076		08.03.94	17:22	69°29.7'S	092°42.3'W	500	BO
		08.03.94	18:37				Magnetic
		- 10.03.94	12:22				
29/077		10.03.94	13:42-14:37	68°13.1'S	067°33.2'W	208	AGT
			15:04-16:30	68°13.9'S	067°31.1'W	185	ROV
29/078		10.03.94	19:47-22:10	67°52.2'S	067°30.8'W	396	Reuse
			22:48-23:15	67°49.9'S	067°28.9'W	0-160	RMT
		10.03.94	23:32	67°50.5'S	067°32.7'W	273	AGT
		- 11.03.94	00:06				
		11.03.94	00:30-02:35	67°51.0'S	067°29.5'W	310	ROV
			03:05-05:00	67°52.0'S	067°25.8'W	148	ROV
29/079		11.03.94	12:14-13:44	67°44.3'S	068°16.8'W	107	ROV
			14:45-15:13	67°45.7'S	068°15.9'W	0-175	RMT
29/080		11.03.94	19:35				Magnetic
		-13.03.94	11:31				
		13.03.94	11:38-12:09	62°24.4'S	058°35.1'W	0-200	RMT
29/081		13.03.94	16:32				Magnetic
		-17.03.94	08:18				
		16.03.94	05:04				Seismic
		-17.03.94	07:48				
29/082		17.03.94	08:51	63°22.6'S	025°50.6'W	500	BO
29/083		17.03.94	09:22				Magnetic
		-25.03.94	11:17				
29/084	TSO 8A	19.03.94	16:11				Seismic
		-20.03.94	00:34				
29/085	TSO 7	21.03.94	17:55				Seismic
		-22.03.94	00:34				
29/086	TSO 6	22.03.94	13:54-19:40				Seismic
29/087	TSO 4	24.03.94	06:02				Seismic
		-24.03.94	17:09				

9.2	<u>Karten und Profile/Maps and Profiles</u>	
	Station map Bransfield Strait	96
	Station map Marguerite Bay	97
	Station map Marguerite Bay, Geologie	98
	Station map Bellingshausen Sea	99
	Station map Bellingshausen Sea, Geologie	100
	Station map Amundsen Sea	101
	Station map Amundsen Sea, Geologie	102
	Station map off Thurston Island	103
	Station map off Thurston Island, Geologie	104
	Profile "Drake Passage"	105
	Profile "Marguerite Bay "	106
	Profile "Bellingshausen Sea"	107
	Profile "Amundsen Sea"	108
	Profile "Thurston Island"	109
	Erosional channels on profile "Thurston Island"	110

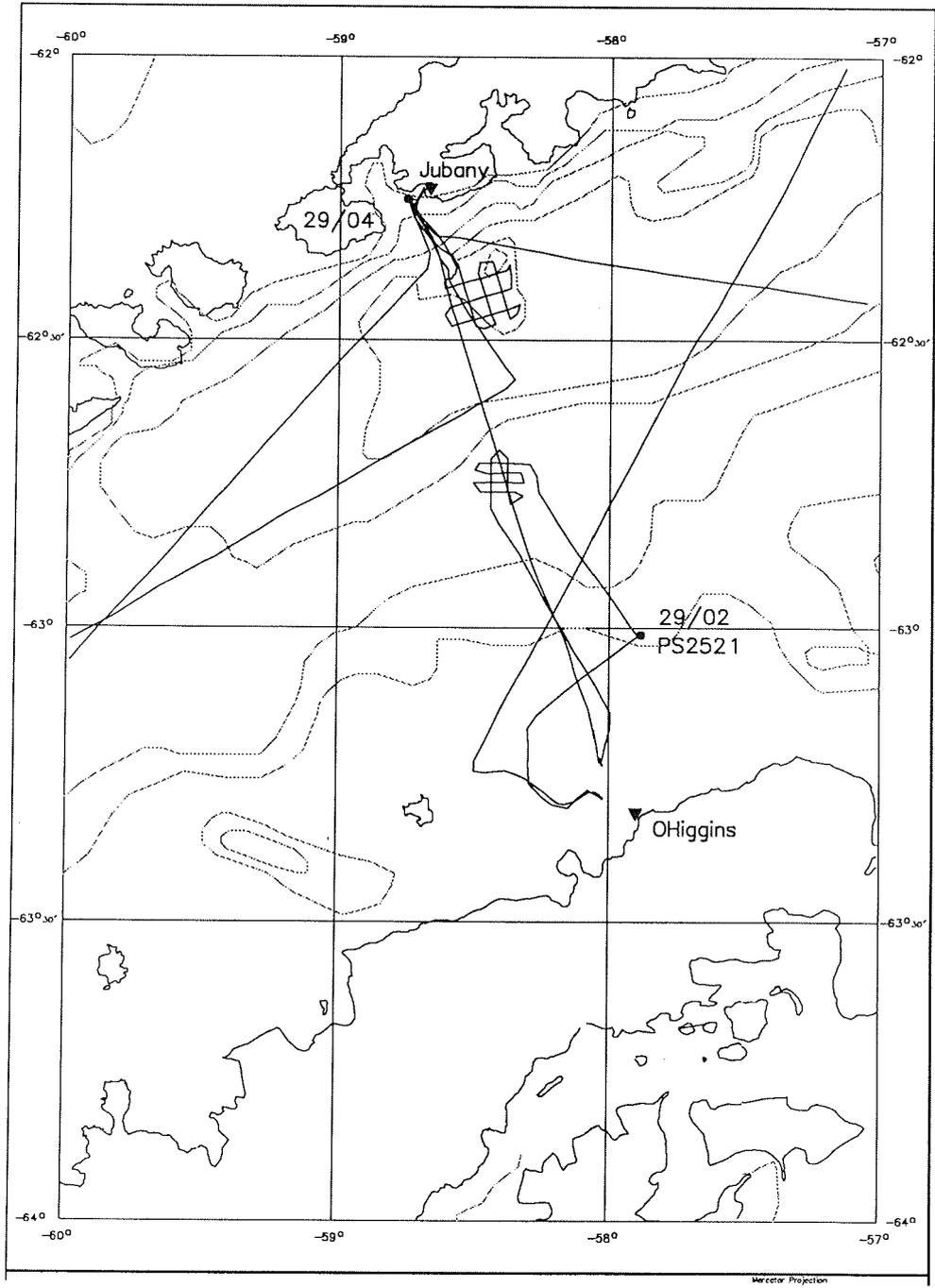


Fig. 42: Station map Bransfield Strait

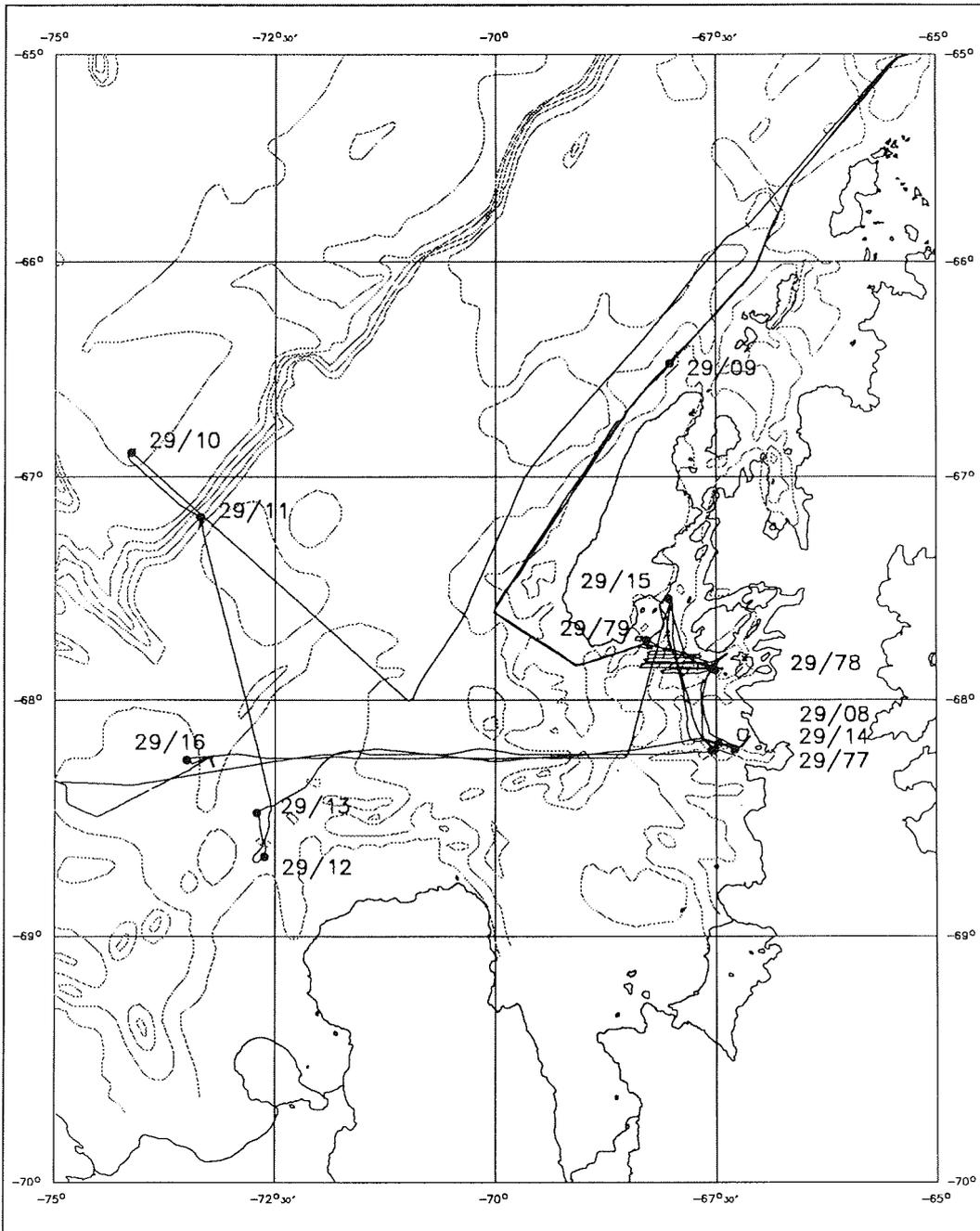


Fig. 43: Station map Marguerite Bay

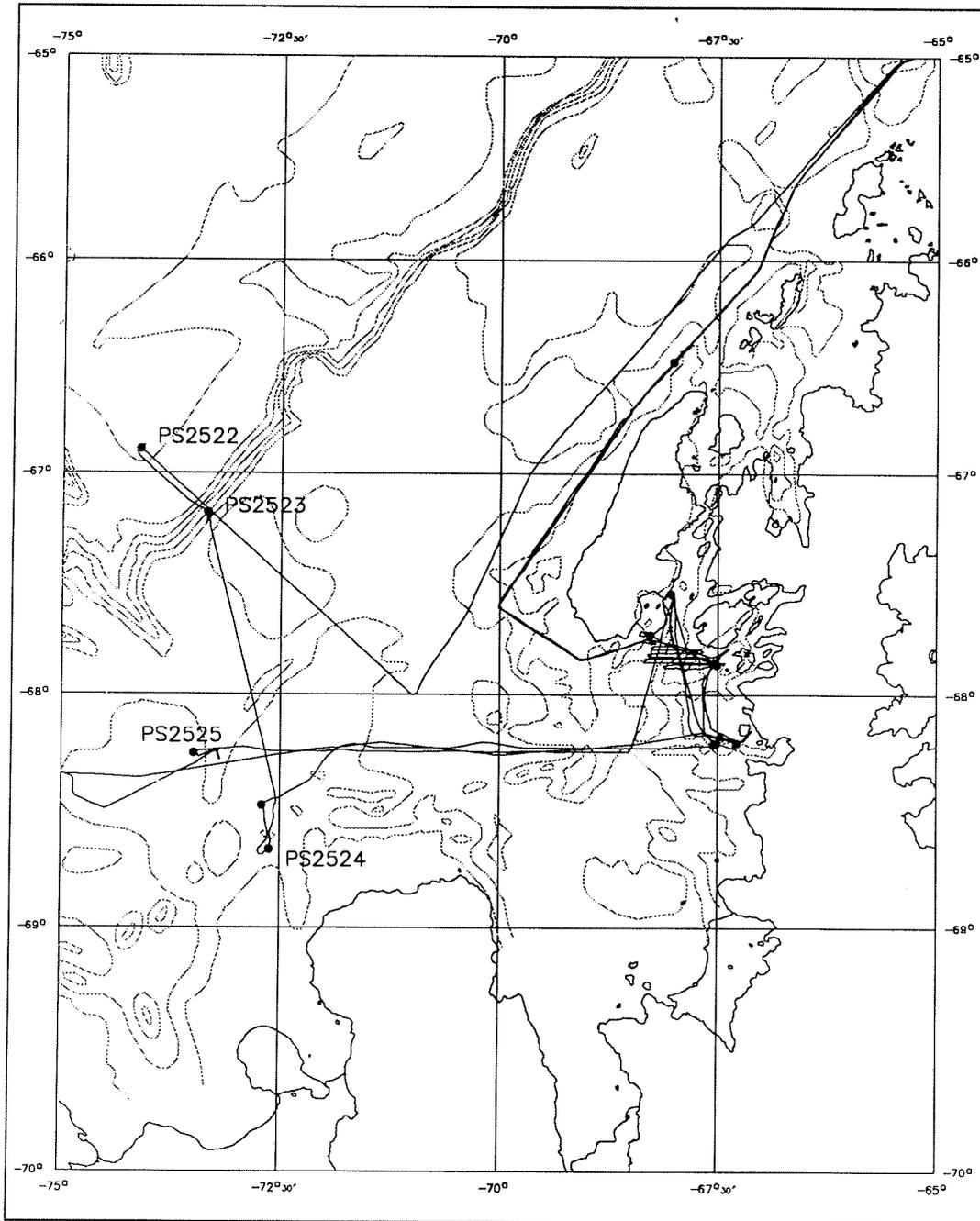


Fig. 44: Station map Marguerite Bay, Geologie

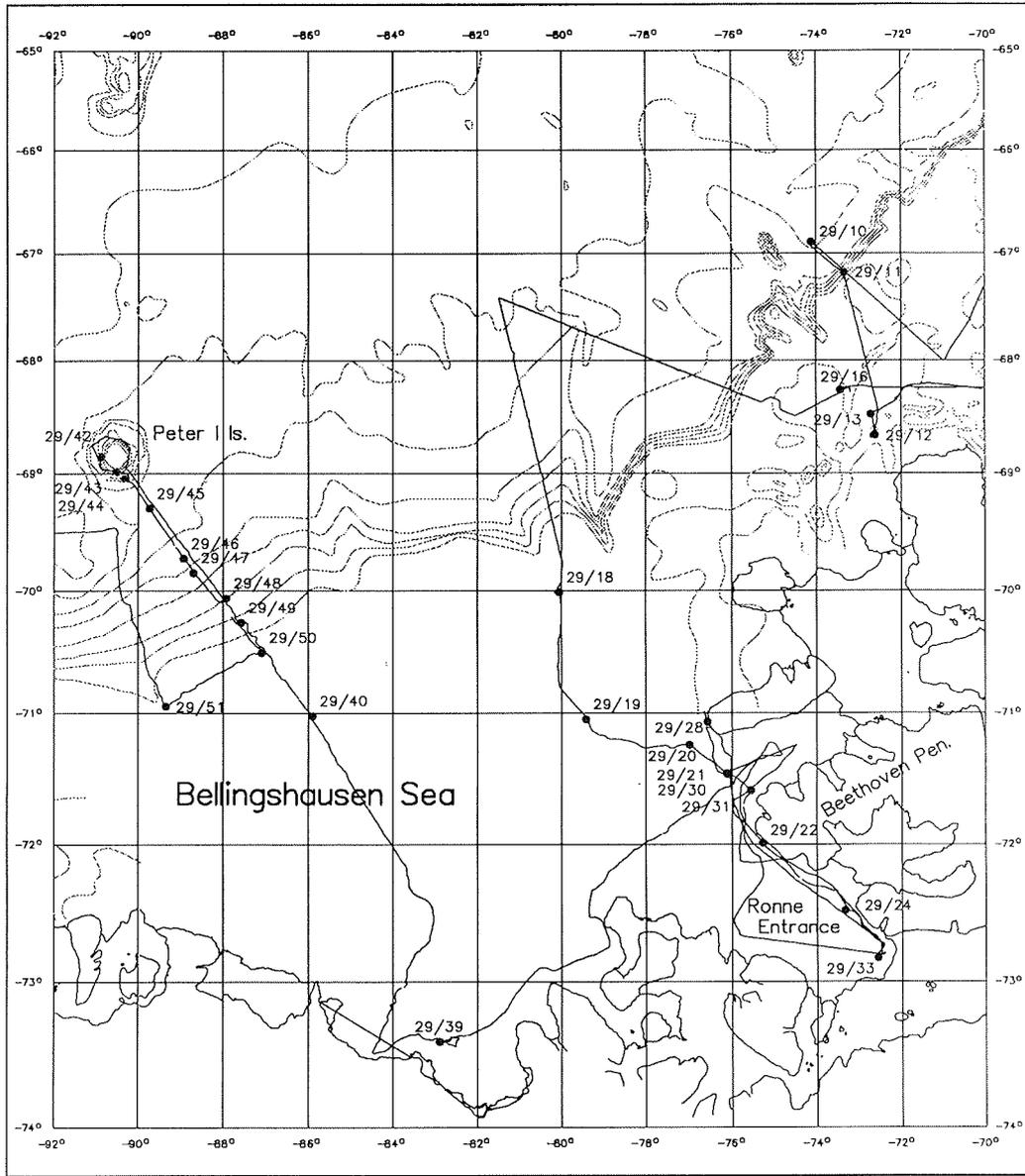


Fig. 45: Station map Bellingshausen Sea

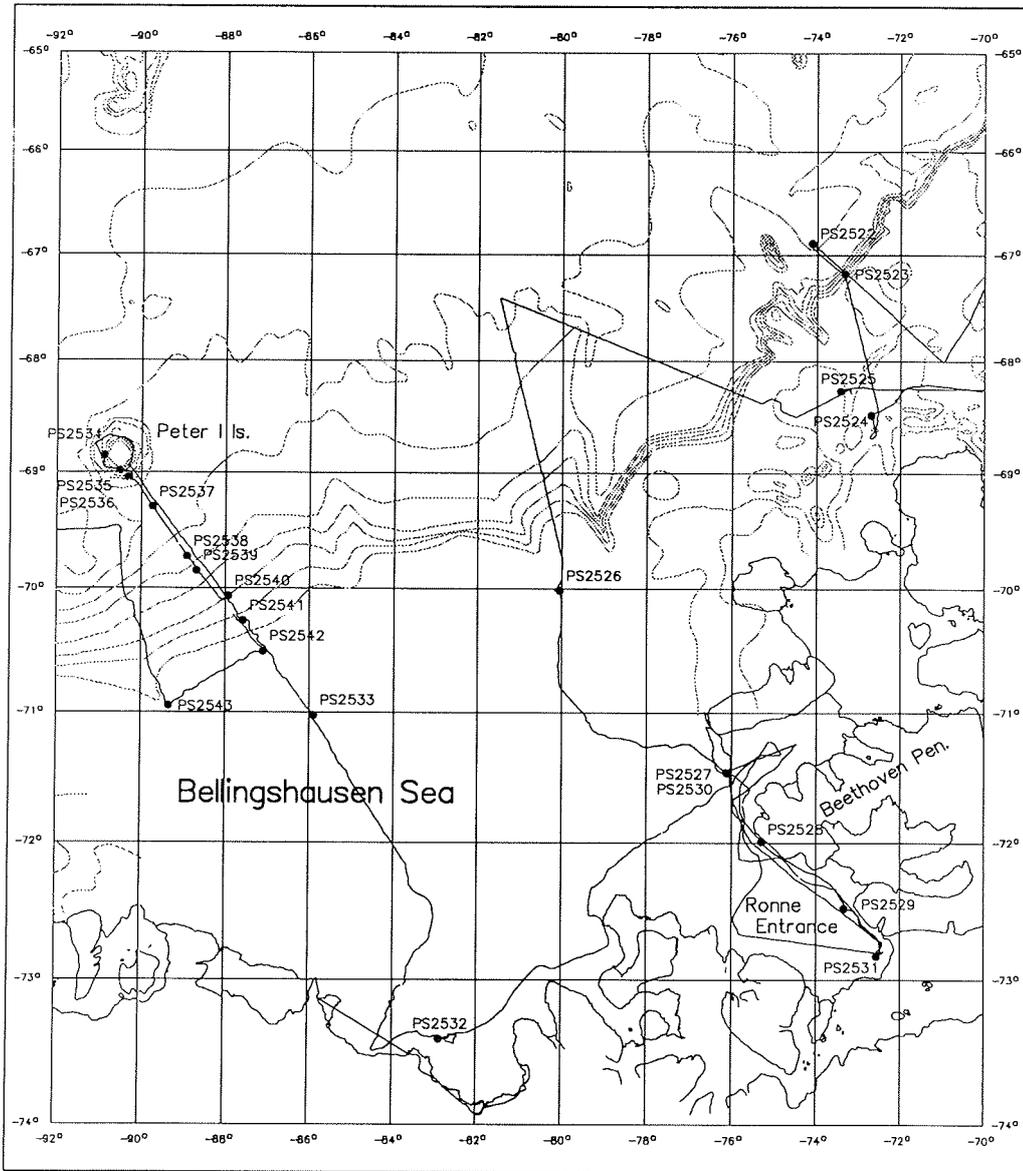


Fig. 46: Station map Bellingshausen Sea, Geologie

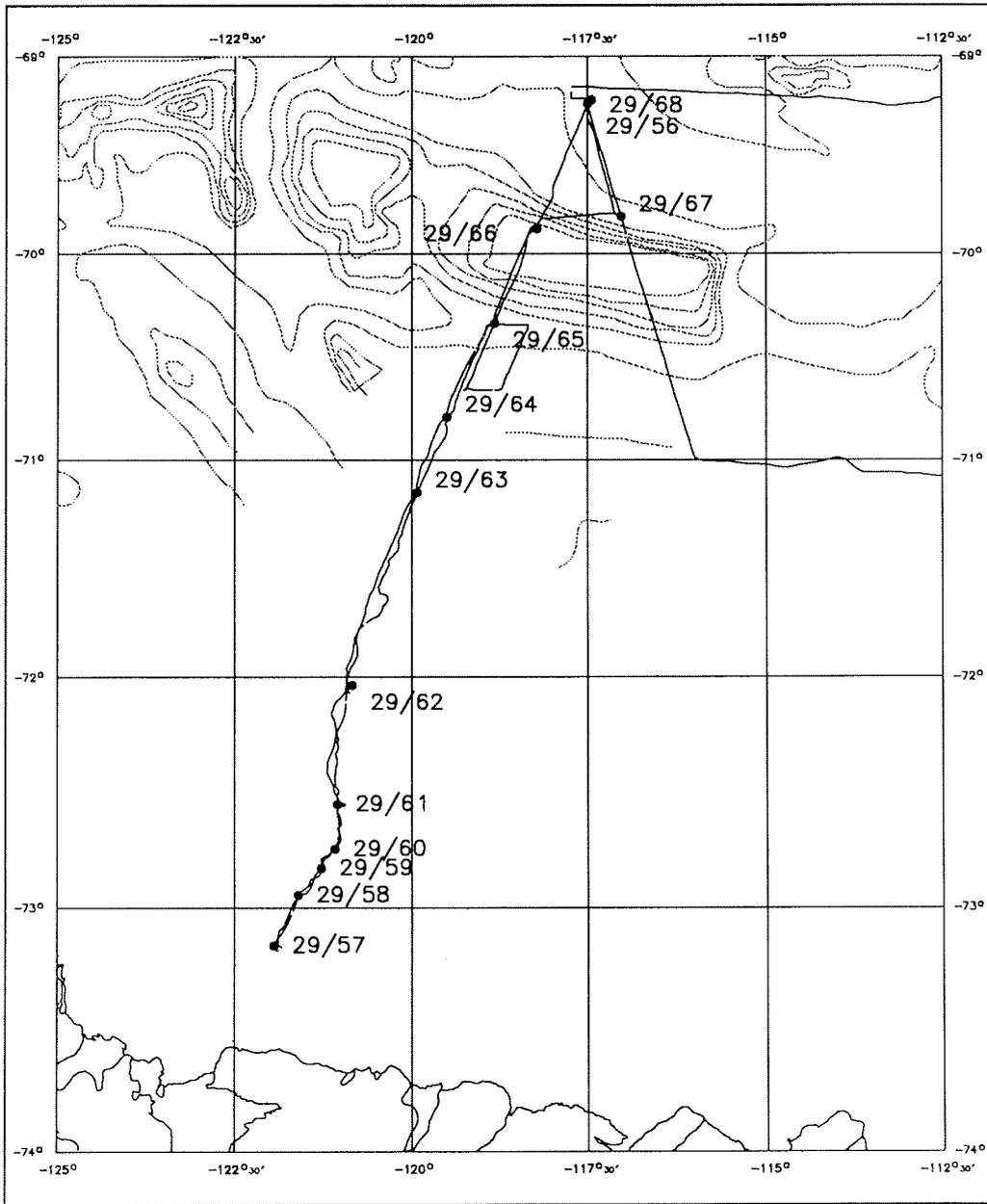


Fig. 47: Station map Amundsen Sea

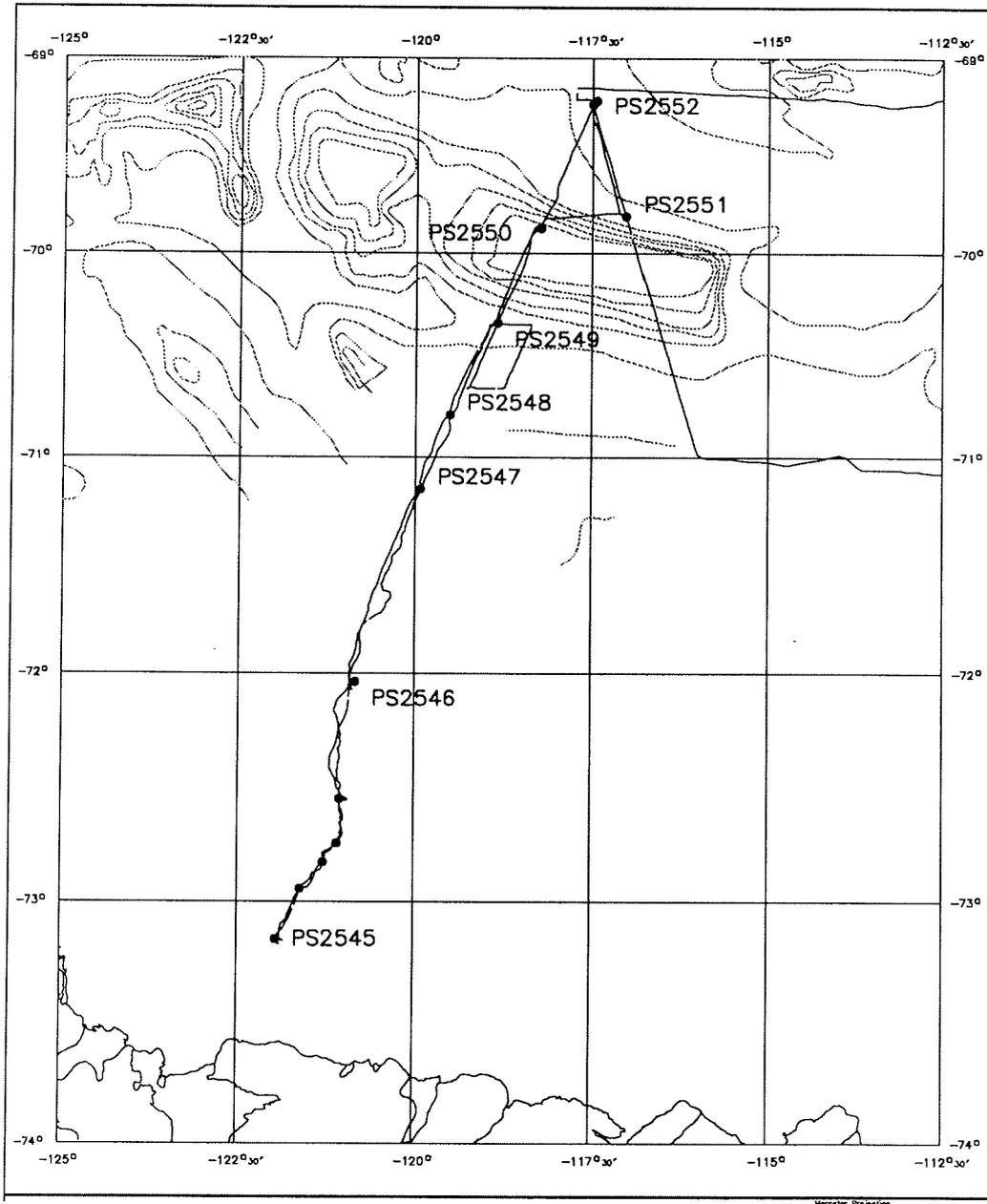


Fig. 48: Station map Amundsen Sea, Geologie

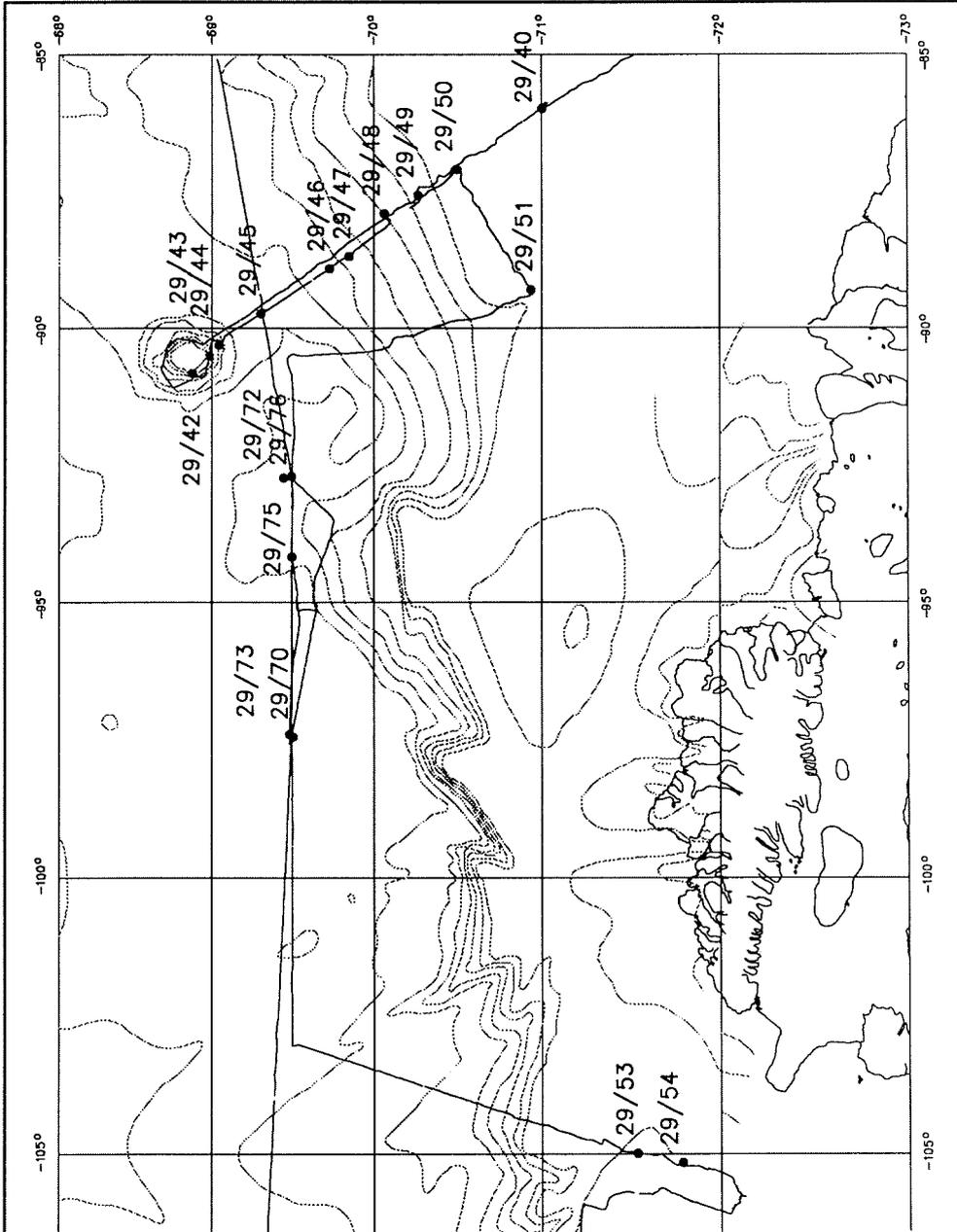


Fig. 49: Station map off Thurston Island

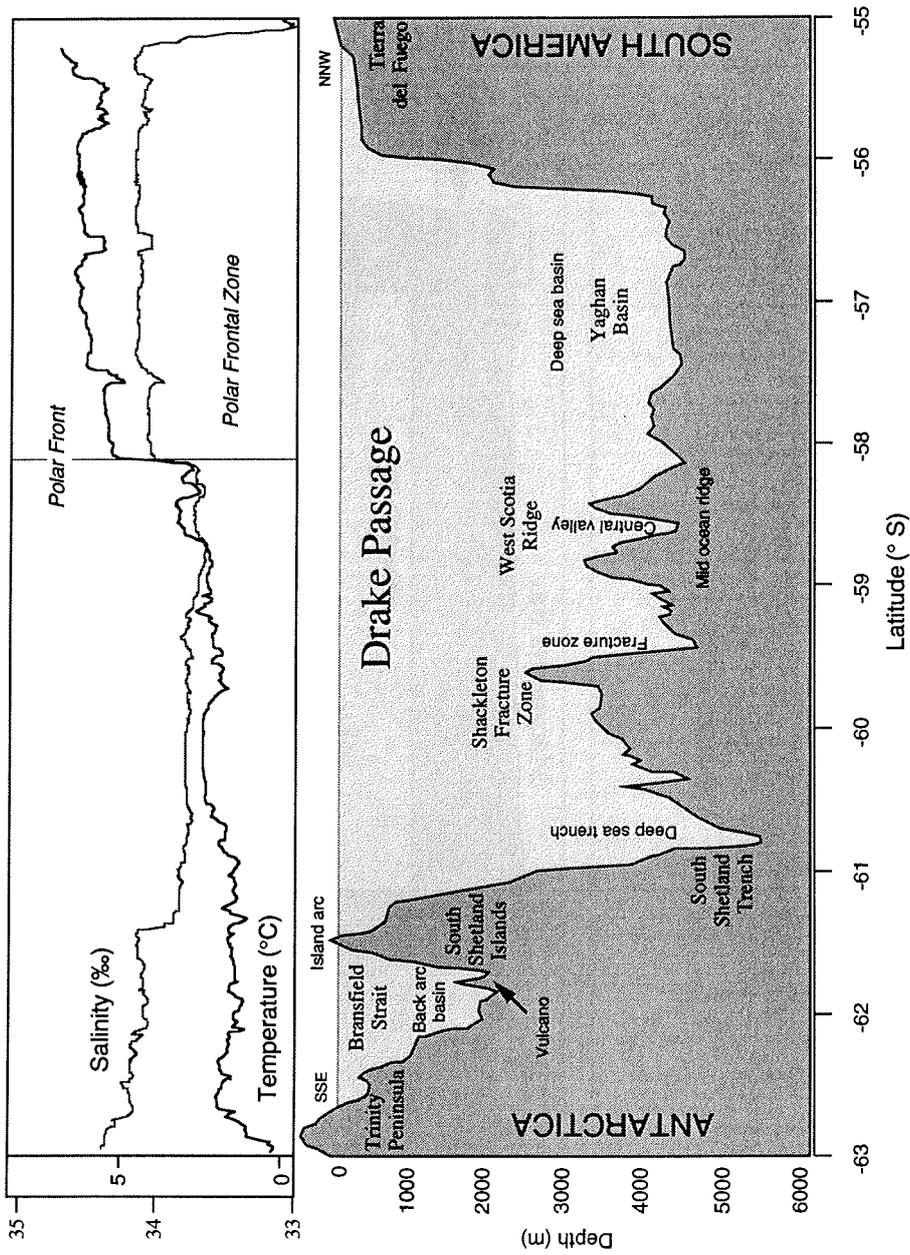


Fig. 51: Profile "Drake Passage"

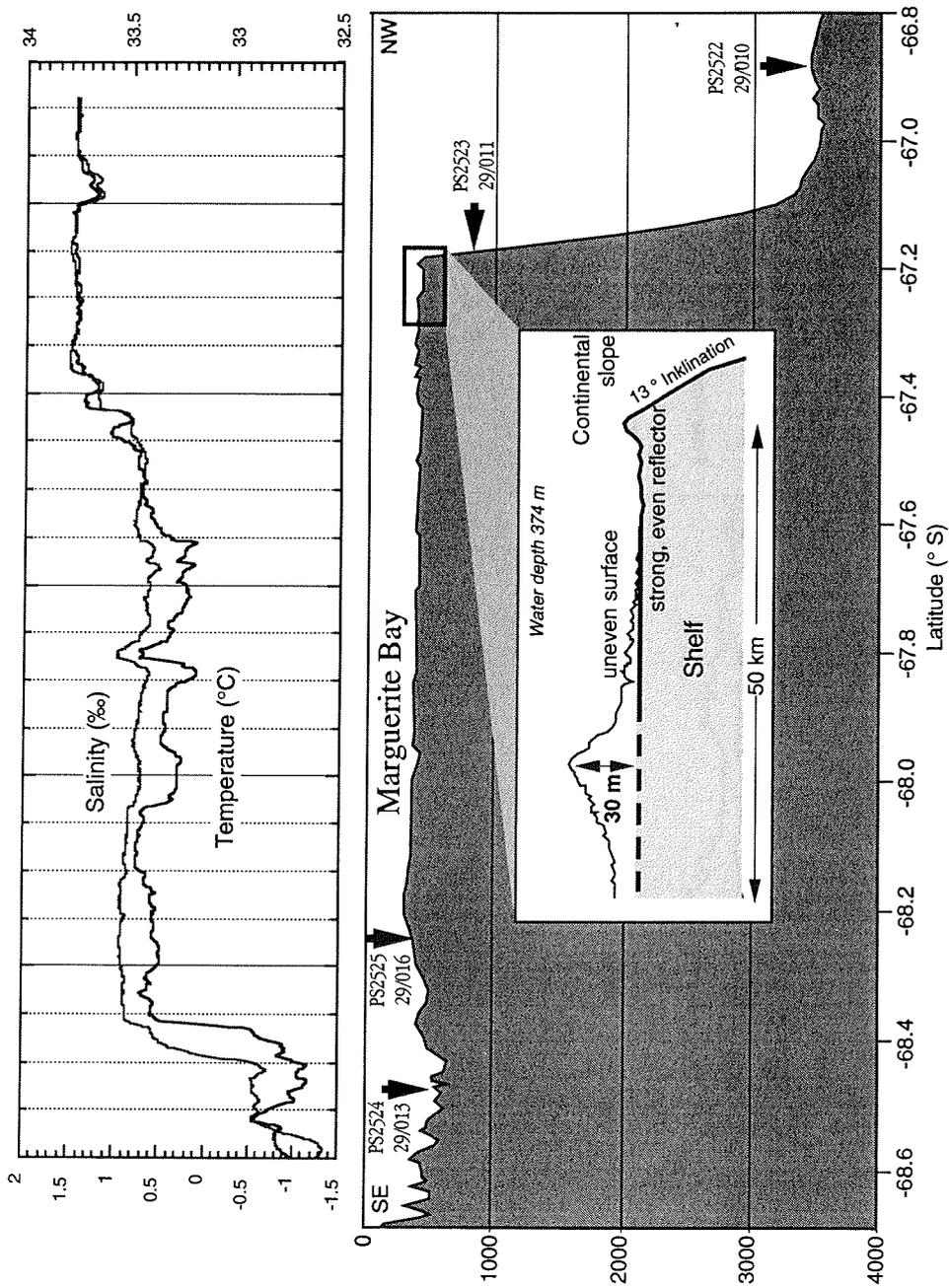
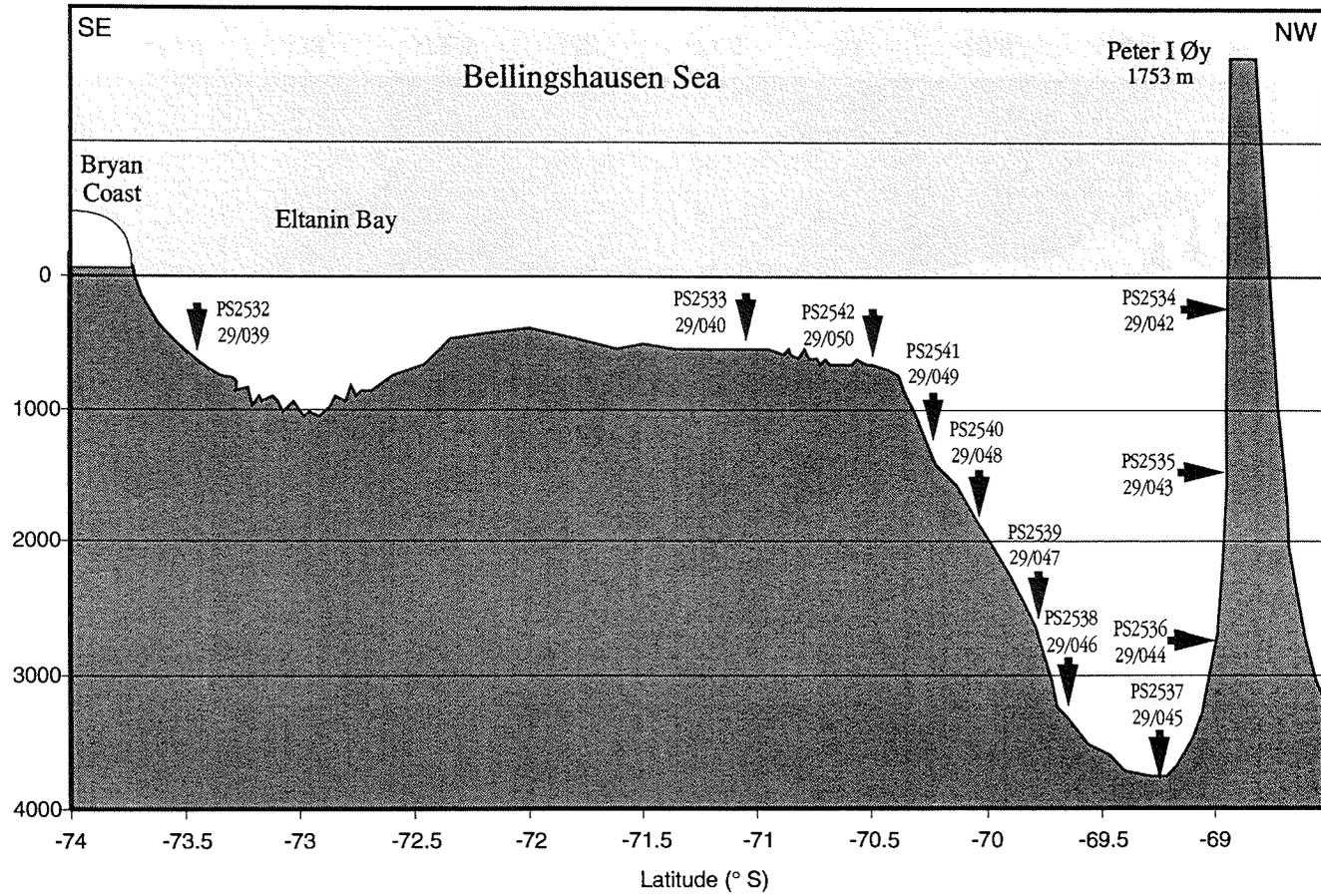


Fig. 52: Profile "Marguerite Bay"

Fig. 53: Profile "Bellingshausen Sea"



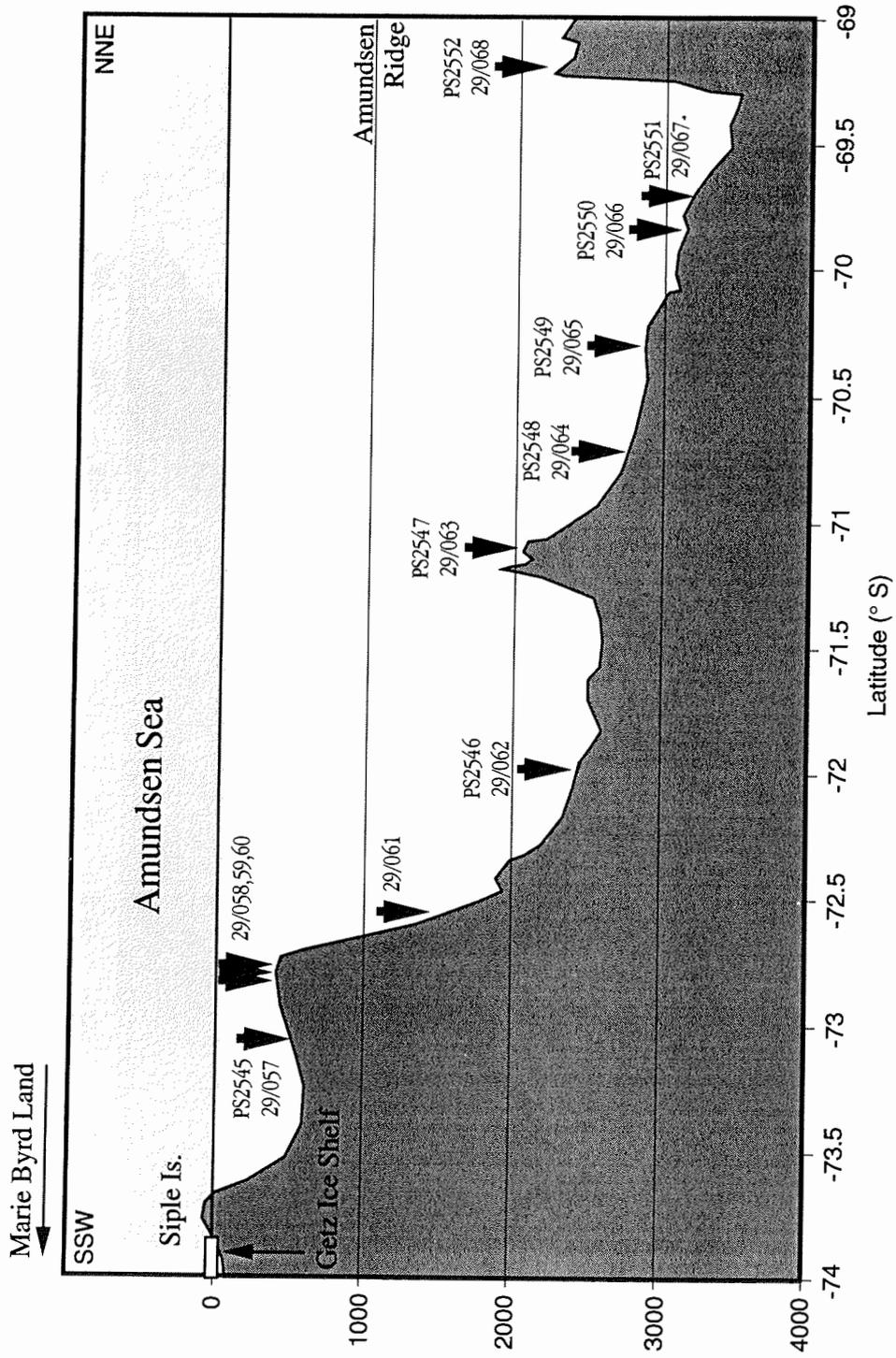


Fig. 54: Profile "Amundsen Sea"

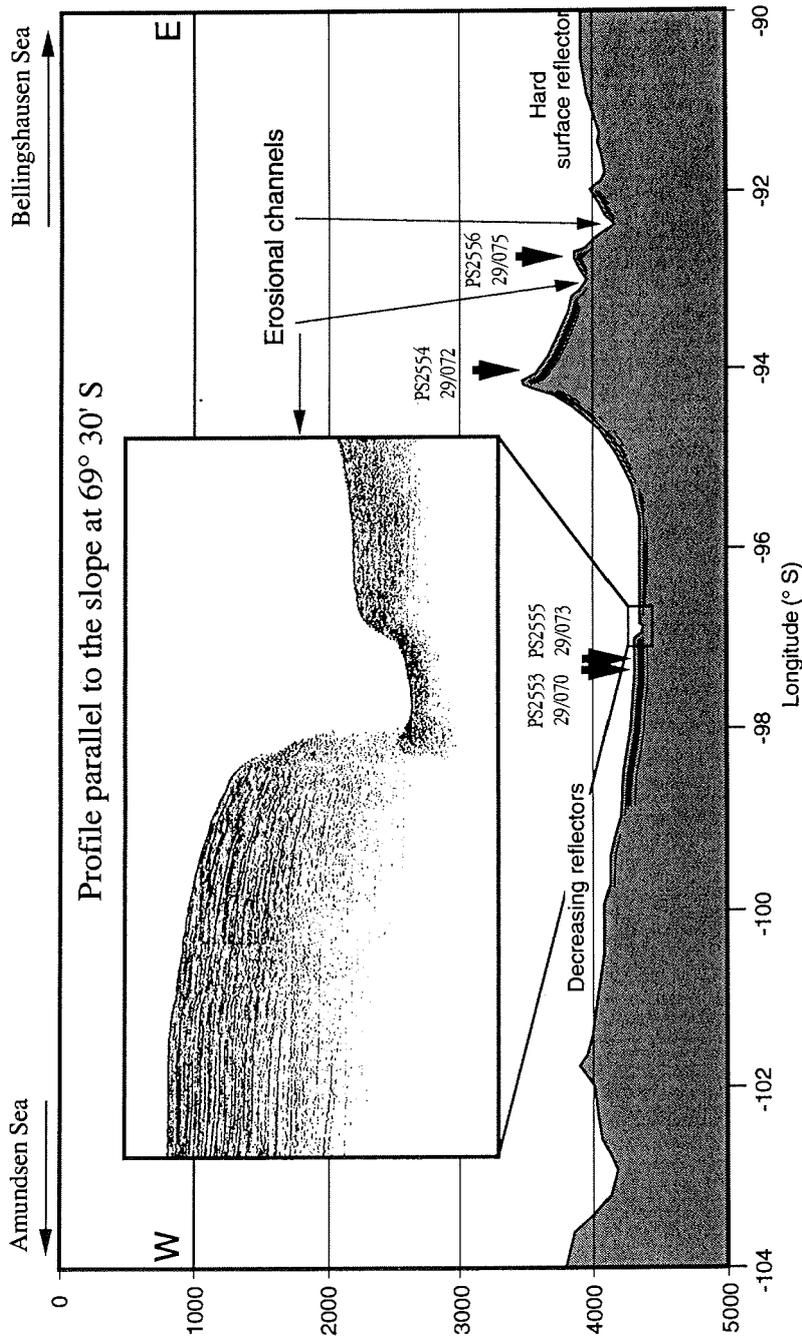


Fig. 55: Profile "Thurston Island"

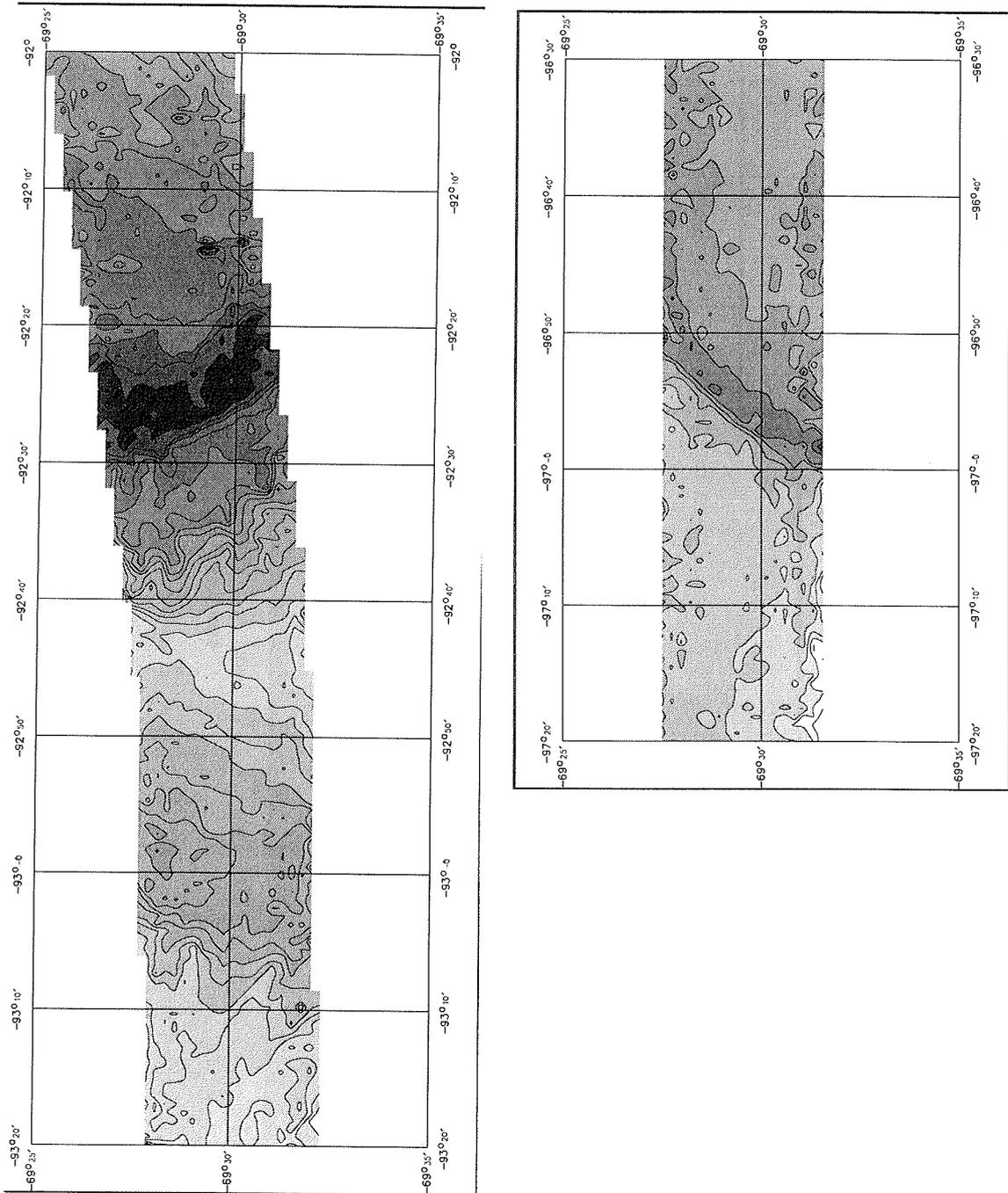


Fig. 56: Erosional channels on profile "Thurston Island"

9.3 Beteiligte Institute / Participating Institutions

	<u>Adresse / Address</u>	<u>Participants/Teilnehmerzahl</u>
<u>Belgien</u>		
RCMG	Renard Centre of Marine Geology State University of Gent Krijgslaan 281/58 B-9000 Gent	2
<u>Chile</u>		
DGUC	Universidad de Chile Departamento de Geologia Casilla 13518 Correo 21, Santiago de Chile	1
<u>Deutschland</u>		
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße D-27568 Bremerhaven	34
BFA	Bundesforschungsanstalt für Fischerei Institut für Seefischerei Palmaille 9 D-22767 Hamburg	1
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Stilleweg 2 D-30655 Hannover	1
DLR	Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt Münchner Str. 20 D-82234 Weßling	3
SWA	Deutscher Wetterdienst - Seewetteramt - Bernhard-Nocht-Str. 76 D-20359 Hamburg	2
HSW	Helicopter Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 D-22393 Hamburg	4
IPGF	Institut für Physische Geographie Freiburg Werderring 4 D-79085 Freiburg	3

IGUM	Institut für Allgemeine und und Angewandte Geologie Universität München Luisenstr. 37 D-80333 München	2
FGB	Universität Bremen FB Geowissenschaften Postfach 33 04 40 D-28334 Bremen	3
IBG	Universität Göttingen Institut für Bioklimatologie Büsgenweg 1 D-37077 Göttingen	1
MOP	Deutscher Wetterdienst Meteorologisches Observatorium Potsdam Telegrafenberg D-14473 Potsdam	2
ZDF	Zweites Deutsches Fernsehen	2
<u>Schweden</u>		
AMC	University of Göteborg Department of Analytical and Marine Chemistry S-41296 Göteborg	1
<u>U. K.</u>		
BAS	British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET, UK	1
<u>USA</u>		
USC	University of Southern California Dept. Biological Sciences University Park Los Angeles, CA 90089-0371 USA	1

9.4 Fahrtteilnehmer/Participants

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

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

auf Georg-von-Neumayer:

Baum,	Winfried	MOP
Foken,	Thomas	MOP

9.5 Schiffspersonal/Ships Crew

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

Folgende Hefte der Reihe „Berichte zur Polarforschung“ sind bisher erschienen:

- * **Sonderheft Nr. 1/1981** – „Die Antarktis und ihr Lebensraum“
Eine Einführung für Besucher – Herausgegeben im Auftrag von SCAR
- Heft Nr. 1/1982** – „Die Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81“
zusammengestellt von Heinz Kohnen
- Heft Nr. 2/1982** – „Deutsche Antarktis-Expedition 1980/81 mit FS ‚Meteor‘“
First International BIOMASS Experiment (FIBEX) – Liste der Zooplankton- und Mikronektonnetzfüge
zusammengestellt von Norbert Klages
- Heft Nr. 3/1982** – „Digitale und analoge Krill-Echolot-Rohdatenerfassung an Bord des Forschungsschiffes ‚Meteor‘“ (im Rahmen von FIBEX 1980/81, Fahrtabschnitt ANT III), von Bodo Morgenstern
- Heft Nr. 4/1982** – „Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81“
Liste der Planktonfänge und Lichtstärkemessungen
zusammengestellt von Gerd Hubold und H. Eberhard Drescher
- * **Heft Nr. 5/1982** – „Joint Biological Expedition on RRS ‚John Biscoe‘, February 1982“
by G. Hempel and R. B. Heywood
- * **Heft Nr. 6/1982** – „Antarktis-Expedition 1981/82 (Unternehmen ‚Eiswarte‘)“
zusammengestellt von Gode Gravenhorst
- Heft Nr. 7/1982** – „Marin-Biologisches Begleitprogramm zur Standorterkundung 1979/80 mit MS ‚Polar-sirkel‘ (Pre-Site Survey)“ – Stationslisten der Mikronekton- und Zooplanktonfänge sowie der Bodenfischerei
zusammengestellt von R. Schneppenheim
- Heft Nr. 8/1983** – „The Post-Fibex Data Interpretation Workshop“
by D. L. Cram and J.-C. Freytag with the collaboration of J. W. Schmidt, M. Mall, R. Kresse, T. Schwinghammer
- Heft Nr. 9/1983** – „Distribution of some groups of zooplankton in the inner Weddell Sea in summer 1979/80“
by I. Hempel, G. Hubold, B. Kaczmaruk, R. Keller, R. Weigmann-Haass
- Heft Nr. 10/1983** – „Fluor im antarktischen Ökosystem“ – DFG-Symposium November 1982
zusammengestellt von Dieter Adelung
- Heft Nr. 11/1983** – „Joint Biological Expedition on RRS ‚John Biscoe‘, February 1982 (II)“
Data of micronekton and zooplankton hauls, by Uwe Piatkowski
- Heft Nr. 12/1983** – „Das biologische Programm der ANTARKTIS-I-Expedition 1983 mit FS ‚Polarstern‘“
Stationslisten der Plankton-, Benthos- und Grundschnepnetzfüge und Liste der Probennahme an Robben und Vögeln, von H. E. Drescher, G. Hubold, U. Piatkowski, J. Plötz und J. Voß
- * **Heft Nr. 13/1983** – „Die Antarktis-Expedition von MS ‚Polarbjörn‘ 1982/83“ (Sommerkampagne zur Atka-Bucht und zu den Kraul-Bergen), zusammengestellt von Heinz Kohnen
- * **Sonderheft Nr. 2/1983** – „Die erste Antarktis-Expedition von FS ‚Polarstern‘ (Kapstadt, 20. Januar 1983 – Rio de Janeiro, 25. März 1983)“, Bericht des Fahrtleiters Prof. Dr. Gotthilf Hempel
- Sonderheft Nr. 3/1983** – „Sicherheit und Überleben bei Polarexpeditionen“
zusammengestellt von Heinz Kohnen
- Heft Nr. 14/1983** – „Die erste Antarktis-Expedition (ANTARKTIS I) von FS ‚Polarstern‘ 1982/83“
herausgegeben von Gotthilf Hempel
- Sonderheft Nr. 4/1983** – „On the Biology of Krill *Euphausia superba*“ – Proceedings of the Seminar and Report of the Krill Ecology Group, Bremerhaven 12.–16. May 1983, edited by S. B. Schnack
- Heft Nr. 15/1983** – „German Antarctic Expedition 1980/81 with FRV ‚Walther Herwig‘ and RV ‚Meteor‘“ – First International BIOMASS Experiment (FIBEX) – Data of micronekton and zooplankton hauls
by Uwe Piatkowski and Norbert Klages
- Sonderheft Nr. 5/1984** – „The observatories of the Georg von Neumayer Station“, by Ernst Augstein
- Heft Nr. 16/1984** – „FIBEX cruise zooplankton data“
by U. Piatkowski, I. Hempel and S. Rakusa-Suszczewski
- Heft Nr. 17/1984** – „Fahrtbericht (cruise report) der ‚Polarstern‘-Reise ARKTIS I, 1983“
von E. Augstein, G. Hempel und J. Thiede
- Heft Nr. 18/1984** – „Die Expedition ANTARKTIS II mit FS ‚Polarstern‘ 1983/84“,
Bericht von den Fahrtabschnitten 1, 2 und 3, herausgegeben von D. Fütterer
- Heft Nr. 19/1984** – „Die Expedition ANTARKTIS II mit FS ‚Polarstern‘ 1983/84“,
Bericht vom Fahrtabschnitt 4, Punta Arenas–Kapstadt (Ant-II/4), herausgegeben von H. Kohnen
- Heft Nr. 20/1984** – „Die Expedition ARKTIS II des FS ‚Polarstern‘ 1984, mit Beiträgen des FS ‚Valdivia‘ und des Forschungsflugzeuges ‚Falcon 20‘ zum Marginal Ice Zone Experiment 1984 (MIZEX)“
von E. Augstein, G. Hempel, J. Schwarz, J. Thiede und W. Weigel