

**Die Expedition ANTARKTIS-XII  
mit FS "Polarstern" 1995  
Bericht vom Fahrtabschnitt ANT-XII/3**

**The Expedition ANTARKTIS-XII  
of RV "Polarstern" in 1995  
Report of Leg ANT-XII/3**

---

**Herausgegeben von / Edited by  
Wilfried Jokat und Hans Oerter  
mit Beiträgen der Fahrtteilnehmer /  
with contributions of the participants**

**Ber. Polarforsch. 219 (1997)  
ISSN 0176 - 5027**



## Inhalt

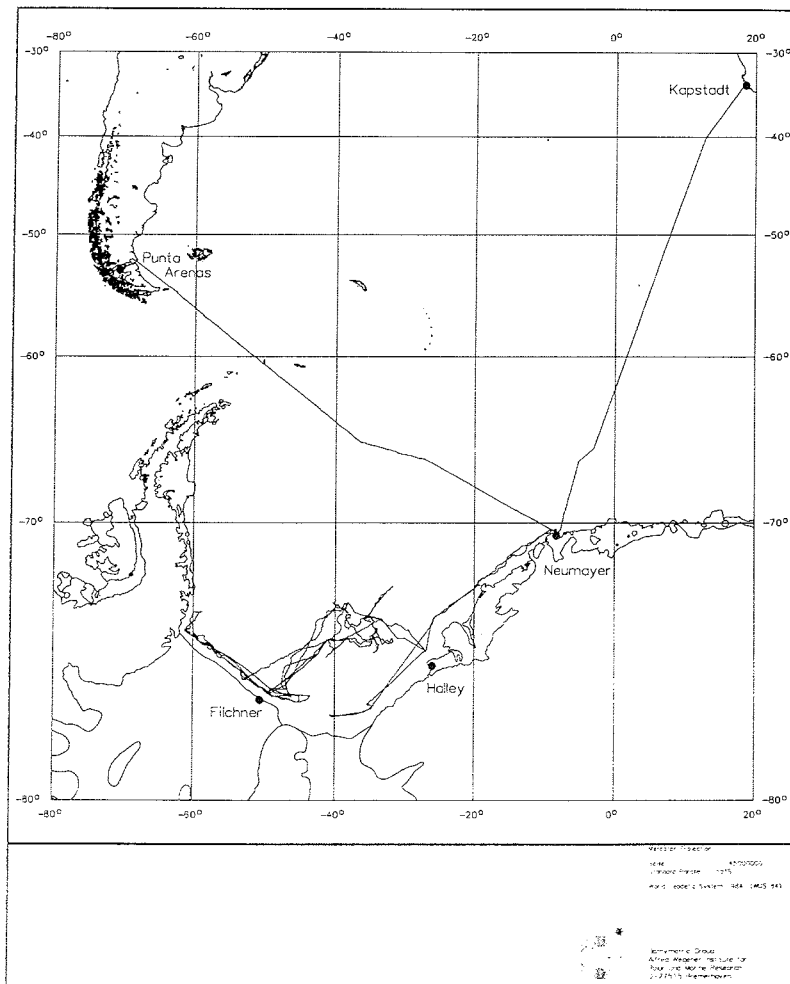
I	<u>ANT-XII/3 KAPSTADT - PUNTA ARENAS</u> 05.01.95 - 19.03.95	
	Zusammenfassung.....	3
	Summary.....	6
1	Meteorologisches Programm	
1.1	Wetterbedingungen.....	9
1.2	Automatische Wetterstationen.....	11
1.3	Meereisbojen.....	17
2	Physikalische Ozeanographie, Nährstoffe und Tracer.....	19
2.1	Eingesetzte Geräte.....	19
2.2	Wissenschaftliche Ziele.....	19
2.3	Arbeiten auf See.....	19
2.4	Vorläufige Ergebnisse.....	20
2.5	Ein- und Ausstromverhältnisse sowie Wassermassencharakteristiken vor dem Filchner-Ronne-Schelfeis.....	21
2.6	Verankerungsarbeiten.....	26
2.7	Ausstrom von Eisschelfwasser aus dem Filchner Graben und Einschichtung in das tiefe Weddellbecken.....	29
2.8	Sonstige Arbeiten.....	36
2.9	Bemerkungen zur Entnahmetechnik und Analyse der Freonproben.....	36
3	Meeresbodenkartierung mit dem Hydrosweep-System.....	37
3.1	Einführung.....	37
3.2	Bathymetrie.....	38
3.3	Sidescan.....	41
4	Marine Geophysik.....	44
4.1	Einführung.....	44
4.2	Arbeitsprogramm / Verlauf der Messungen.....	45
4.3	Reflexionsseismik.....	49
4.4	Refraktionsseismik.....	53
4.5	Gravimetrie.....	58
4.6	Datenverarbeitung.....	59
5	Biologische Untersuchungen im Drescher Inlet - Meereislebensgemeinschaften und Weddellrobben.....	61
5.1	Logistik.....	61
5.2	Weddellrobben.....	62
5.3	Meereislebensgemeinschaften.....	64
6	Filchner-V - Massenhaushalt und Dynamik des Filchner-Ronne-Schelfeises.....	67
6.1	Schelfeis-Ozean-Wechselwirkung.....	69
6.1.1	Einleitung.....	69
6.1.2	Durchführung und Bohrtechnik.....	70

6.1.3	Das Meßsystem der Verankerungen unter dem Schelfeis .....	77
6.1.4	Auslegung der Meßketten .....	81
6.1.5	Auswertung der ARGOS-Meldungen.....	85
6.2	Grounding Line Traverse .....	89
6.2.1	Zielsetzung.....	89
6.2.2	Zeitliche Übersicht und Logistik .....	89
6.2.3	Bewegung, Deformation und Höhe des Foundation Ice Stream.....	93
6.2.4	Geophysikalische Messungen im Bereich der Aufsetzzone .....	99
6.2.5	Firnkernbohrungen auf dem Foundation Ice Stream.....	104
6.3	SUSI III .....	106
6.3.1	Einsatz einer Durchschmelzsonde (SUSI) zum Transport einer kommerziellen CTD-Sonde unter das Schelfeis.....	106
6.3.2	Beschreibung des SUSI-Systems.....	106
6.3.3	Schmelzsonde.....	107
6.4	Berkner Island .....	113
6.4.1	Zeitlicher Ablauf und Logistik.....	114
6.4.2	Kernbohrung Berkner Island (Thyssenhöhe) .....	116
6.4.3	Messungen am Bohrkern .....	119
6.4.4	Messungen im Bohrloch.....	122
6.4.5	Schneeschächte und Flachbohrungen .....	126
6.4.6	Hochauflösende EMR-Messungen .....	129
6.4.7	Interferometrische Messungen zur Bestimmung von Eisgeschwindigkeiten im Gebiet Hemmen Ice Rise/Berkener Island.....	131
6.5	Automatische Wetterstation.....	133
6.6	Aerogeophysik über dem Filchner-Ronne-Schelfeis.....	135
6.7	Satellitengestützte Beobachtungen (GPS) auf Belgrano II im Rahmen des German Antarctic Project 1995 (GAP1995).....	143
6.7.1	Einleitung.....	144
6.7.2	GPS-Beobachtungen auf Belgrano II.....	144
7	EUROSHACK .....	149
7.1	Konzeption und Ziele.....	149
7.2	Ablauf.....	150
7.3	Feldergebnisse.....	151
7.4	Kombinierte Aeromagnetik-Eisradar Flugzeugmessungen MAGRAD 94/95.....	154
7.4.1	Geophysikalische Flugzeugmessungen zwischen Coats Land, Shackleton Range und westlichem Dronning Maud Land Abschnitt ANT-XII/2 .....	154
8	Gravimeter Anschlußmessungen bei Boreas und Passat.....	165
	Literaturverzeichnis.....	166
	Stationslisten .....	170
	Streamerprotokoll .....	183
	Fahrtteilnehmer / Participants.....	184
	Beteiligte Institutionen / Participating Institutions.....	186
	Schiffspersonal / Ship's Crew.....	188

I ANT-XII/3 Kapstadt - Punta Arenas  
(5. Januar - 19. März 1995)

Zusammenfassung (W. Jokát)

Der Fahrtabschnitt ANT XII/3 begann am 05.01.95 um 18:00 mit Ablaufen in Kapstadt (Rep. Südafrika) und endete am 19.03.95 (09:00) in Punta Arenas (Chile). Insgesamt wurden ca. 11000 NM zurückgelegt. Der Fahrtabschnitt war geprägt durch umfangreiche logistische Unterstützung der auf dem Eis arbeitenden Gruppen (Aerogeophysik, Biologie, Glaziologie). Das marine Programm setzte sich aus ozeanographischen (Schwerpunkt) und geophysikalischen Experimenten zusammen.



Fahrtroute während ANT XII/3  
Ship track during leg ANT XII/3

Im Drescher Inlet wurden am 18.01.95 vier Biologen abgesetzt. Alle Transporte wurden mit Helikoptern durchgeführt. Das Programm war zweigeteilt. Zwei Robbenbiologen führten die Untersuchungen der letzten Jahre zum Tauch- und Freßverhalten von Robben mit verbesserten Datenloggern fort. Die neuen Geräte haben eine bisher nicht erzielte Datenmenge geliefert. Die Untersuchung von Mikroorganismen im und direkt unter dem Meereis war eine neue Arbeitsrichtung im Drescher Inlet. Auch dieses verlief bis auf ein paar kleinere Probleme zufriedenstellend. Ferner wurde eine neue automatische Wetterstation errichtet. Die alte wurde wieder vollständig abgebaut. Die Gruppe plus Ausrüstung wurde am 05.03.95 wieder auf Polarstern eingeflogen.

Eine große Gruppe von Glaziologen und Geophysikern führten ihre Experimente auf dem Ronne Schelfeis durch. Diese Programme sind ein Teil des internationalen Filchner-Ronne-Schelfeis-Programms (FRISP) und befassen sich mit dem Massenhaushalt und der Dynamik des Schelfeises. Ein Schwerpunkt dieser Arbeiten lag auf Experimenten, die die Prozesse in der Wassersäule direkt unter dem Schelfeis untersuchen sollten. Hierfür waren zwei Heißwasserbohrungen geplant sowie der Einsatz einer Schmelzsonde (SUSI). Bei beiden Experimenten sollten unter dem Schelfeis Strömungsmesser bzw. Thermistor-Ketten im Eis ausgebracht werden. Der Datentransfer sollte mit Hilfe des ARGOS Systems direkt nach Bremerhaven erfolgen. Im Rahmen des Heißwasserexperimentes verliefen die Bohr- und Verankerungsarbeiten weitgehend reibungslos. Auch der Datentransfer über ARGOS funktionierte zunächst reibungslos. Leider stellte sich später auf dem Schiff heraus, daß immer wieder der gleiche Datensatz (beide Verankerungspositionen) gesendet wurde. Ein Neustart der entsprechenden Rechner auf der Lokation 50 km südlich von Filchner führte nur zu einem zweitägigen, fehlerfreien Datentransfer. Danach trat der Fehler wieder auf. Die südlichste Bohrposition konnte nachträglich wegen schlechtem Wetter nicht mehr angefliegen werden. Die Schmelzsonde (SUSI) wurde aufgrund eines Hard- bzw. Softwarefehlers nicht eingesetzt. Trotz entsprechender Tests ist dieser leider erst im Feld aufgetreten.

Der zweite Schwerpunkt sollte neue geophysikalische Daten über die Eisdynamik an der "Grounding Line" des Foundation Eisstromes liefern. Hierfür wurden seismische Daten, Schwere- und Neigungsmesserdaten gesammelt, sowie Eisdickenmessungen sowohl vom Boden als mit Flugzeugen durchgeführt. Probleme traten bei den Tiltmetern und dem Boden-EMR auf. In der Nähe des Camps wurde eine automatische Wetterstation im Bereich der Grounding Line errichtet (ARGOS System). An der so bestimmten Position der Grounding Line wurden ferner mehrere Deformationsfiguren erfolgreich eingemessen. Während das Flugprogramm dank der guten Wetterbedingungen recht schnell abgearbeitet werden konnte, war doch der zeitliche Rahmen für die Traverse aufgrund der langen An- und Abfahrtswege zu knapp. Richtung Norden (Filchner Station) wurde das trigonometrische Nivellement ergänzt. Als geodätischer Bezugspunkt für die präzisen Lage- und Höhenbestimmungen mittels GPS diente dabei die argentinische Station Belgrano II, an der ein Expeditionsteilnehmer die entsprechenden Beobachtungen durchführte. Belgrano II war ebenfalls ein wichtiger Referenzpunkt für ein umfangreiches, geodätisches Programm entlang der antarktischen Halbinsel.

Klimatologische Fragestellungen standen bei der Kernbohrung auf Berkner Island im Vordergrund. Die gesamte Ausrüstung für Berkner Island wurde mit Flugzeugen an- und abtransportiert. Hier erhielten wir im Rahmen der britisch-deutschen Kooperation massive Unterstützung durch zwei Twin-Otter des BAS. Insgesamt waren kurzfristig bis zu drei Flugzeuge (Dornier, Twin-Otter) für die logistische Unterstützung eingesetzt.

Insgesamt wurden zwei Bohrungen mit je 180 bzw. 100 m Tiefe abgeteuft. Dies entspricht einer Zeitspanne von ca. 1000 Jahren Klimageschichte der Region südliches Weddellmeer. Erste Messungen am Eiskern wurden direkt im Camp durchgeführt. Ergänzend hierzu wurden umfangreiche EMR-Messungen zwischen den beiden Gipfelpunkten (Reinwarth- und Thyssenhöhe) durchgeführt. Diese Messungen wurden personell vom British Antarctic Survey unterstützt, ebenso wie die Kernbohrung. Zur Quantifizierung der Eisdynamik wurden insgesamt 5 Corner-Reflektoren auf Berkner Island, Hemmen Ice Rise und dem Foundation-Eisstrom abgesetzt. Dies erfolgte teils mit Helikopter teils mit Hilfe der Dornier Flugzeuge. In der Nähe des Bohrcamps wurde eine automatische Wetterstation der Universität Utrecht aufgestellt.

Das aerogeophysikalische Programm benutzte die Filchner Station als logistische Basis. Von hier starteten die beiden Dornier Flugzeuge zu ihren logistischen und geophysikalischen Meßflügen. Es wurden weitgehend Eisdickenmessungen und aeromagnetische Messungen parallel ausgeführt. Neben der Unterstützung des Grounding-Line-Experimentes wurden ergänzend umfangreiche Flüge über dem Ronne-Schelfeis und Berkner Island durchgeführt.

Der Schwerpunkt des marinen Programms lag auf ozeanographischen Arbeiten. Neben CTD-Schnitten entlang der Filchner-Ronne-Schelfeiskante waren ebenfalls lange Profile über die Schelfkante in die Tiefsee geplant. Diese konnten aufgrund der Eissituation nicht vollständig abgearbeitet werden. Der mittlere Stationsabstand auf dem flachen Schelf betrug 40 NM und wurde am Schelfhang entsprechend der Bathymetrie verdichtet. Insgesamt wurden 65 CTD Stationen erfolgreich vermessen. Neben diesen Arbeiten wurden insgesamt acht norwegische Verankerungen angefahren, um diese aufzunehmen, leider nur mit geringem Erfolg. Nur eine Verankerung vor dem Ronne-Schelfeis konnte vollständig geborgen werden. Sechs neue Verankerungen wurden auf dem Filchner-Ronne Schelf neu ausgelegt. Auf der Heimreise konnten ferner noch zwei Verankerungen im nördlichen, zentralen Weddellmeer erfolgreich geborgen werden. Alle Strömungsmesser hatten hier problemlos gearbeitet.

Innerhalb des marinen Programms wurden ebenfalls geophysikalische Messungen (Reflexions- und Refraktionsseismik) durchgeführt. Der Schwerpunkt des Programms lag auf Messungen in dem Übergangsbereich Schelf-Tiefsee. Insbesondere die seismische Vermessung der magnetischen ORION Anomalie (vermutete Kontinent-Ozean Grenze) hatte eine hohe Priorität. Diese Region konnte aber wegen der schlechten Eisbedingungen bzw. Zeitbegrenzungen nicht erreicht werden. Lange seismische Linien auf dem Rønne Schelf konnten aufgrund der weit offenen Polynia mit einem 2600 m Streamer vermessen werden. Zwei refraktionsseismische Profile mit einem mittleren Stationsabstand von 40 km (insgesamt 12 Stationen) wurden vor dem Ronne Schelfeis abgefah-

ren. Mit dieser Expedition hat sich der reflexionsseismische Datensatz auf dem Filchner-Ronne Schelf verzehnfacht. Detaillierte Ergebnisse können aber erst nach intensiver Datenverarbeitung erwartet werden. Begleitend zum marinen Programm wurden kontinuierlich bathymetrische Daten mit dem HYDROSWEEP System gesammelt.

Im Rahmen eines meteorologischen Meßprogramms konnten insgesamt zwei Bojenfelder ausgebracht werden. Vier automatische Wetterstationen wurden auf Berkner Island, im Drescher Inlet, bei der Filchner Station und an der Grounding Line aufgestellt. Alle arbeiteten ohne größere Störungen.

Die Arbeiten an Land und See waren leider durch zwei Unfälle überschattet. Der Unfall auf dem Schiff war so schwerwiegend (Handverletzung), daß die betroffene Person dringend in klinische Behandlung eingeliefert werden mußte. Beide Patienten wurden am 05.02.95 mit einem der Dornier Flugzeuge via Rothera nach Port Stanley ausgeflogen. Der Weiterflug nach Europa erfolgte dann mit britischen Militärmaschinen. Die Dornier Flugzeuge mußten zum Ende der Saison ein zweites Mal eine Rettungsaktion durchführen. Dieses Mal wurde ein Kollege von der Forster Station nach Punta Arenas geflogen. Dies wurde mit dem Heimflug der beiden Polarflugzeuge verbunden.

Durch die umfangreichen Traversen auf dem Ronne Schelfeis war das Schiff auf dieser Reise logistisch stark belastet. Insbesondere die Beladearbeiten vom 25. bis 27. Februar vor der Filchner Station und die Umstauarbeiten vom 07. bis 10. März vor der Neumayer Station konnten nur unter den schwierigsten Bedingungen durchgeführt werden.

#### Summary (W. Jokat)

The leg ANT XII/3 startet in Cape Town on 5th January 1995 (18:00) and was finished on 19th March 1995 (09:00) in Punta Arenas (Chile). Approximately 11000 nm were sailed by RV Polarstern. The leg was dominated by extensive logistical support of the scientific groups working on ice (Aerogeophysics, biology, glaciology). The marine scientific programme included oceanographic (main programme) and geophysical experiments.

Four Biologists were disembarked at 18th January 1995 at Drescher Inlet. All transport could only be done by helicopters. The scientific programme was twofold. First two biologists continued their programme on the diving and feeding behaviour of Weddell seals with enhanced data loggers. The new loggers delivered better and more extensive data. Investigations on micro-organisms in and directly below the sea ice was the second branch of biological research in the Drescher Inlet. Despite little problems the experiments were very successful. In addition, an automatic weather station was installed close to the camp. The old one was fully disassembled. Persons plus equipment were recovered at 5th March 1995.

A large group of glaciologists and geophysicists carried out extensive experiments on the Ronne Ice Shelf during this season. The scientific programmes are part of



the international Filchner-Ronne-Ice-Shelf Programme (FRISP) and are focussed on ice dynamics and mass balance of the ice shelf. One main objective of these programmes were to study processes in the water column directly below the ice shelf. For doing this two hot water drill holes and the operation of a special thermal probe (SUSI) was planned. Both experiments aimed to deploy current meters and thermistor chains through the drill hole below the ice shelf. The data should be transferred directly to Bremerhaven with the help of the ARGOS system. The drilling and deployment of the moorings could be done without major problems. At the beginning the data transfer via ARGOS worked well. However, tests later on the ship showed that the same data sets were transmitted all the time (both moorings). A reboot of the PC at the location 50 km south of the Filchner Station resulted in a two days data transfer with correct data sets. Then the error occurred again. The SUSI thermal probe could not be properly operated due to a software error. Despite extensive tests in the lab this error occurred for the first time during the field season.

New geophysical data across the grounding line of the foundation ice stream should deliver new information on the ice dynamics of this area. Experiments collecting seismic, gravity, tiltmeter as well as radar data (over ice, airborne) were performed. The tiltmeters and the over-ice radar did not work properly. An automatic weather station was installed close to the camp. After having located the grounding line with the geophysical methods, several deformation triangles were installed to measure directly velocities of the ice stream. While the airborne programme could be performed without major delays due to the good weather conditions, the over-ice experiments were hampered by the long travel time to their target areas compared with the available time during this season. Northward towards the Filchner Station additional geodetic measurements were carried out. One scientist was flown to the Argentine base Belgrano II to operate GPS receivers during the field season. The station was used as a geodetic reference point to determine exact locations and altitudes on the Ronne Ice Shelf. Belgrano II was also an important reference point for an extensive, geodetic programme along the Antarctic Peninsula during the same time.

To receive new climatological information was the main target of drilling on top of Berkner Island. Transport of personal and equipment was done by aircraft. Here, two Twin-Otter crafts of the British Antarctic Survey and POLAR 4 supported the logistics of the field party. Up to three aircrafts were used for the logistical operations. Two holes with a depth of 180 and 100 m, respectively, were drilled.

The new ice cores deliver new information on the climate of this area for a time span of approximately 1000 years. Measurements of physical properties of the ice core were performed in the camp. In addition to the drilling extensive over-ice radar measurements were carried out between the summits of Berkner Island (Rheinwarth- and Thyssenhöhe). Both experiments (radar and drilling) were accomplished in cooperation with the British Antarctic Survey. Close to the camp an automatic weather station of the University of Utrecht was installed. In total five Corner reflectors on Berkner Island, Hemmen Ice Rise and on the Foundation ice stream were deployed by helicopter or aircraft to study the ice dynamics.

The aerogeophysical programme was based at the Filchner Station. Logistic support was given to the Grounding line and Berkner Island field parties. Beside the logistic tasks, the aircrafts collected new ice thickness and magnetic data across the Ronne Ice Shelf and Berkner Island.

The marine scientific programme onboard Polarstern was focussed on oceanographic experiments. Beside CTD profiles along the Filchner-Ronne Ice Shelf edge also long profiles across the shelf break into the adjacent deep sea were planned. Difficult ice conditions prevented to perform these experiments completely. The mean distance between two CTD stations was 40 nm. This distance was shortened across the shelf break depending on the water depth. In total 65 CTD stations could be measured during this leg. In addition to these stations eight Norwegian moorings should be recovered, unfortunately with minor success. Only one mooring could be completely recovered. Six new moorings were deployed on the Filchner-Ronne Shelf. On our return-trip two additional moorings in the northern, central Weddell Sea could be recovered. All current-meters worked successfully during the time of operation.

The main target of the marine geophysical programmes was focussed on the transition shelf/deep sea. Especially the seismic mapping of the magnetic ORION anomaly, the proposed continent/ocean transition in this area, had the highest priority. Difficult ice conditions and time constraints prevented to reach the area. Due to a large N-S polynya across the Ronne Shelf long multichannel seismic lines could be collected mainly with a 2600 m streamer. Two seismic refraction profiles with a mean receiver offset of 40 km (in total 12 stations) could be acquired along the Ronne Ice Shelf edge. Detailed results on seismic stratigraphy and tectonic evolution of this area can be expected after finishing the data processing. Simultaneously with the marine programmes bathymetric data were gathered continuously with the HYDROSWEEP system.

Within the meteorological programme several buoys were deployed. Four weather stations at Berkner Island, Filchner Station and the Grounding line camp were installed. They are still operating.

During the scientific work on ice and on board Polarstern we had two accidents. The one on the ship was so severe that it was necessary to transfer the person to a hospital in Europe. Both persons were flown to Port Stanley via Rothera at the 5th February 1995 with the Dornier aircrafts. At the end of the season another person from the Forster Station had to be flown to Punta Arenas for health reasons. This was combined with the regulary return trip of the aircrafts.

Owing to the activities of several scientific groups on the Ronne Ice Shelf the logistical support by the ship was essential. Especially, the cargo loading off the Filchner (25. to 27. February) and the Neumayer stations (7. to 10. March) could only performed with major problems due to the difficult weather conditions.

# 1 Meteorologisches Programm

## 1.1 Wetterbedingungen (H. Pols)

Kurz nach Auslaufen aus Kapstadt am Abend des 05.01.1995 durchfuhr die Polarstern eine von Südwesten heranschwenkende, schwache Kaltfront. Dahinter verstärkte das südatlantische Subtropenhoch seinen nach Südosten gerichteten Keil. Das Fahrtgebiet lag nun zwischen diesem Hochkeil und der weiter im Süden verlaufenden Frontalzone. Hier wehte der Wind meist aus West mit Stärke 7, zeitweise 8. Am 10.01. entwickelte sich aus einer Welle nordöstlich von Süd-Georgien ein Sturmtief. Es zog unter kräftiger Vertiefung rasch ost-südostwärts und querte mit seinem Kern am 11.01. auf Höhe der Bouvet Insel die Route der Polarstern.

Nach Erreichen der antarktischen Gewässer war die Westwindzone durchfahren. Zwischen einem umfangreichen Tiefdrucksystem westlich der Antarktischen Halbinsel und einem nahezu stationären Tief über der Lazarev-See bestimmte Zwischenhocheinfluß das Fahrtwetter. Am 15.1. erreichte die Polarstern die Atka Bucht bei der Neumayer Station. Ein rasch ostwärts ziehendes Tief behinderte nun die Ladearbeiten bei der Neumayer Station. Über Nacht hatte der Ostwind an der Schelfeiskante Sturmstärke erreicht und dichte Meereisfelder in die Atka Bucht getrieben. Im Laufe des 16.01. besserten sich Sicht-, Wolken- und Windverhältnisse, so daß Helikopterflüge in die Umgebung der Neumayer Station unternommen werden konnten. Abends verließ die Polarstern die Anlegestelle bei der Neumayer Station.

Nach schwieriger Durchquerung des durch den Wind zusammengepreßten Meereises in der Atka Bucht führte der Kurs nach Südwesten zum Drescher Inlet. Bei geringen Luftdruckgegensätzen unter leichtem Hochdruckeinfluß wehten mäßige, nur kurzzeitig auffrischende Süd- bis Südwestwinde. Vom Drescher Inlet ging es weiter zur britischen Antarktisstation Halley V.

Am 21.01.95 überquerte ein Tief die Antarktische Halbinsel und zog unter Vertiefung in das zentrale Weddellmeer. Als Polarstern auf dem Weg von Halley Bay zum Filchner-Ronne-Schelfeis dampfte, brachte dieses Tief zeitweise Schneefall und Ostwind mit Stärke 7 bis 8. Nachdem es nordostwärts abgezogen war, setzte sich wieder Zwischenhocheinfluß durch. Zwischen dem 22. und 24. Januar hielt sich Polarstern an der Schelfeiskante in Nähe der Filchner Station auf, um die Arbeitsgruppen abzusetzen. Die Wetterberuhigung begünstigte die Ladearbeiten.

In der letzten Januardekade lag ein umfangreiches, stationäres Tiefdrucksystem über der Amundsen- und Bellingshausen-See. Eine Randstörung dieses Systems zog über die Antarktische Halbinsel in das zentrale Weddellmeer und vertiefte sich weiter. Es erzeugte am 25.01. einen stark auffrischenden Südostwind und bei Lufttemperaturen um minus 5 °C wurde gefrierender Sprühregen beobachtet. Nach Abzug dieses Tiefs konnte ein Flug von der Filchner Station zur argentinischen Station Belgrano II mit Verspätung, aber ohne wetterbedingte Behinderungen durchgeführt werden.

Anfang Februar stellte sich die Wetterlage vorübergehend um. Es entwickelte sich ein flacher Tiefdruckkomplex über dem nördlichen Weddellmeer. Polarstern befand sich zu dieser Zeit in Höhe von Halley im mittleren Weddellmeer. Im Einflußbereich dieses Tiefdrucksystems bestimmten starke, zeitweise stürmische, östliche bis südöstliche Winde und leichter Schneefall das Wetter.

Bis Mitte Februar zeigte die Wetterlage ein gleichförmiges Bild. Zum einen hielt sich ein umfangreicher Tiefdruckkomplex über der Lazarev-See. Von diesem System ausgehend erstreckte sich ein flaches Trogtief über die Ostküste des Weddellmeeres bis etwa 77° Süd. Westlich der Antarktischen Halbinsel befand sich ein weiteres kräftiges, festliegendes Tief. Zwischen diesen beiden Systemen bestanden über dem südwestlichen und zentralen Weddellmeer geringe Luftdruckgegensätze unter leichtem Zwischenhocheinfluß. Die Wetterbedingungen begünstigten sowohl das marine als auch glaziologische Forschungsprogramm.

Am Morgen des 8. Februar bildete sich westlich von der Station Halley kurzweilig ein mesoskaliger Tiefdruckwirbel. Mit seinen kräftigen Konvektionswolken lockerte er die bestehende eintönige Stratus- bzw. Stratocumulus-Wolkendecke auf, jedoch wirkte er sich kaum auf das Windfeld aus.

Nach Mitte Februar füllte sich das Tiefdrucksystem westlich der Antarktischen Halbinsel und über der Bellingshausen See auf, und es bildete sich vorübergehend ein kräftiger Hochkeil an gleicher Stelle. Polarstern kreuzte jetzt im südwestlichen Weddellmeer nahe der Antarktischen Halbinsel. Ein weitgehend okkludiertes und in Abschwächung begriffenes Frontensystem eines umfangreichen Tiefs nördlich der Amundsen See überquerte am 20.02. die Antarktische Halbinsel. An diesem Ausläufer bildete sich in der folgenden Nacht eine Welle, die unter Vertiefung nach Nordosten über das Fahrtgebiet hinweg zog. Der bislang mäßige Südwestwind frischte nach einer kurzen Schwachwindphase stark auf und erreichte vorübergehend Stärke 8 bis 9. Durch diesen Sturm verbesserten sich die Meereisverhältnisse vor dem Filchner-Ronne-Schelfeis. Danach stellten sich wieder mäßige Winde aus südlichen Richtungen ein, die sehr kalte Luft vom Filchner-Ronne-Schelfeis nach Norden führten. Über den Wasserflächen, die noch nicht mit einer Neueisschicht bedeckt waren, bildete sich starker Seerauch, der sich zeitweise zu Nebel verdichtete.

Zwischen dem 25.02. und 27.02. wurden die auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis tätigen Wissenschaftler wieder aufgenommen. Nach Abschluß der Ladearbeiten bei der Filchner Station dampfte Polarstern Richtung Norden. Über dem nordöstlichen Weddellmeer hatte sich zwischenzeitlich ein stationärer, mesoskaliger Tiefdruckwirbel gebildet, der die Arbeit der Wissenschaftler im Drescher Inlet längere Zeit durch andauernde Schneedrift behinderte. Nach Aufnahme von Wissenschaftlern und Material der "Euroshak" Expedition bei Halley ging es zu weiteren Forschungsarbeiten in das südöstliche Weddellmeer. Unter Hochdruckeinfluß erreichten die vom Filchnerschelfeis abfließenden katabatischen Winde zeitweise Stärke 5 bis 6. Sie führten bodennah sehr kalte Luft nordwärts. So wurde am Vormittag des 3.3. auf dem Schiff die während dieses Fahrtabschnittes tiefste Temperatur von minus 23,4 °C gemessen. Über

offenen Wasserstellen bildete sich in der Kaltluft erneut starker Seerauch. Nach Abschluß der wissenschaftlichen Arbeiten wurde die Rückreise angetreten. Am 04.03. erreichte Polarstern das Drescher Inlet und konnte die hier arbeitenden Wissenschaftler bei zunehmendem Hochdruckeinfluß aufnehmen.

Von dort aus dampfte Polarstern zur Atka Bucht, wo der Zwischenhocheinfluß zunächst noch andauerte. Jedoch wurden die Ladearbeiten in der Atka Bucht zwischen dem 06.03. und 10.03. durch eine beständige, etwa 1 m bis 1,5 m hohe Dünung behindert. Ein von Westen heranziehendes Tief intensivierte sich über dem zentralen Weddellmeer. Sein okkludiertes Frontensystem überquerte im Laufe des 07.03. das Gebiet der Neumayer Station. Es verursachte leichten Schneefall, schlechte Sichten und tiefe Bewölkung, aber keinen Starkwind. Dadurch verzögerten sich Helikopter-Flüge zu wissenschaftlichen Stationen in die weitere Umgebung der Neumayer Station.

Inzwischen hatte sich über dem Südatlantik bei 40° S / 50° W ein Sturmtief gebildet, welches unter kräftiger Vertiefung rasch südostwärts zog. Sein Schlechtwettergebiet erreichte nach Abschluß der Ladearbeiten und Verlassen der Atka Bucht das Fahrtgebiet. Im Laufe des 11.03. erhöhte sich der vorherrschende Ost- bis Südostwind auf Windstärke 7 bis 8. Dieser starke Rückenwind begünstigte die Fahrt eher noch, da sich noch keine hohe See aufgebaut hatte und Polarstern nach Nordwesten fuhr. Im Schutz von Treibeisfeldern, die sich dämpfend auf die Windsee auswirken, wurden im nördlichen Weddellmeer bei abnehmendem Südoststurm am 12. und 13.03. noch zwei ozeanographische Verankerung aufgenommen.

Ein weiteres kräftiges Sturmtief zog über die Antarktische Halbinsel zum zentralen Weddellmeer. Vorderseitig frischte der Wind aus West bis Nordwest stürmisch auf. Polarstern hatte nun auf der Route nach Punta Arenas offene Gewässer erreicht und mußte gegen eine bestehende, fahrtreduzierende starke Dünung und Windsee andampfen. Eine ins Fahrtprogramm aufgenommene bathymetrische Profilfahrt konnte deshalb nicht planmäßig durchgeführt werden und wurde daher abgebrochen. Weitere Tiefdruckgebiete, die in der über die Drake Passage verlaufenden Frontalzone ostwärts zogen, kreuzten die Route von Polarstern und brachten zeitweise Nordwestwinde Stärke 8 bis 9, in Schauerstaffeln zum Teil auch Stärke 10. Gleichzeitig herrschte eine beständige, teilweise über 8 m hohe Dünung und Windsee, die starke Schiffsbewegungen verursachte. Erst nach Erreichen Südamerikas stellte sich ruhigeres Wetter ein. Am 19.03.1995 endete der Fahrtabschnitt ANT XII/3 von Polarstern an der Bunkerpier von Cabo Negro bei Punta Arenas.

## 1.2 Automatische Wetterstationen (L. Sellmann)

Das AWI betreibt im Bereich des Weddellmeeres mehrere automatische Wetterstationen, um die Dichte der meteorologischen Beobachtungsstationen zu erhöhen (Abb. 1). Die Datenübertragung dieser Wetterstationen erfolgt über das Argos Satellitensystem. Die meteorologischen Meßdaten werden über Service Argos in Toulouse, Frankreich, in das Verteilungsnetz der World Meteorological Organi-

sation (WMO), das Global Telecommunication System (GTS), eingespeist und stehen damit allen Wetterdiensten für die Vorhersage- bzw. Analysemodelle zur Verfügung.

Die Modellergebnisse des European Center for Medium Weather Forecast (ECMWF), sie werden am AWI z. B. als Antriebsdaten für Eis- und Ozeanmodelle eingesetzt.

Während ANT XII/3 wurden zwei Stationen ausgetauscht, die seit Januar 1990 bei der Filchner Station bzw. seit Februar 1992 beim Drescher Inlet in Betrieb waren (Abb. 1, Tab. 1). Der Austausch war nötig geworden, weil die Filchner Station im Mai 1994 komplett ausgefallen war und der Drucksensor der Drescher Station temperaturabhängige Ausfälle zeigte.

Zusätzlich wurden an der Grounding Line des Filchner-Ronne-Schelfeises für das AWI und auf Berkner Island für das Institute for Marine and Atmospheric Research in Utrecht, Niederlande, jeweils eine Station aufgebaut (Tab. 1, Abb. 1). Die Daten dieser Stationen werden auch von den Geophysikern für die Massenbilanzuntersuchungen des Schelfeises genutzt (Abb. 2, 3, 4).

Tab. 1: Liste der neu aufgebauten Wetterstationen  
Tab. 1: List of the newly installed weather stations

Station	Position in Grad	Inbetriebnahme	Sensoren
Drescher Inlet Höhe ü. NN= 34 m Argos ID: 3310 WMO 89214	72.870 S 19.041 W	25.01.1995	P, T <sub>3m</sub> , T <sub>0.5m</sub> , W <sub>3m</sub> , H <sub>3m</sub>
Filchner Station Höhe ü. NN= 40 m Argos ID: 3312 WMO 89258	77.087 S 50.214 W	04.02.1995	P, T <sub>3m</sub> , T <sub>0.5m</sub> , W <sub>3m</sub> , H <sub>3m</sub>
Grounding Line Höhe ü. NN= 165 m Argos ID: 14953 WMO 89259	83.168 S 59.583 W	02.02.1995	P, T <sub>3m</sub> , T <sub>0.5m</sub> , W <sub>3m</sub> , H <sub>3m</sub> , S
Berkner Island Höhe ü. NN= 950 m Argos ID: 4246	79.566 S 45.783 W	12.02.1995	P, T <sub>3m</sub> , W <sub>3m</sub> , H <sub>3m</sub> , Py <sub>3m</sub>

P = Luftdruck  
T = Lufttemperatur  
W = Windgeschwindigkeit und -richtung  
H = rel. Feuchte  
S = Schneehöhensensor  
Py = Pyranometer

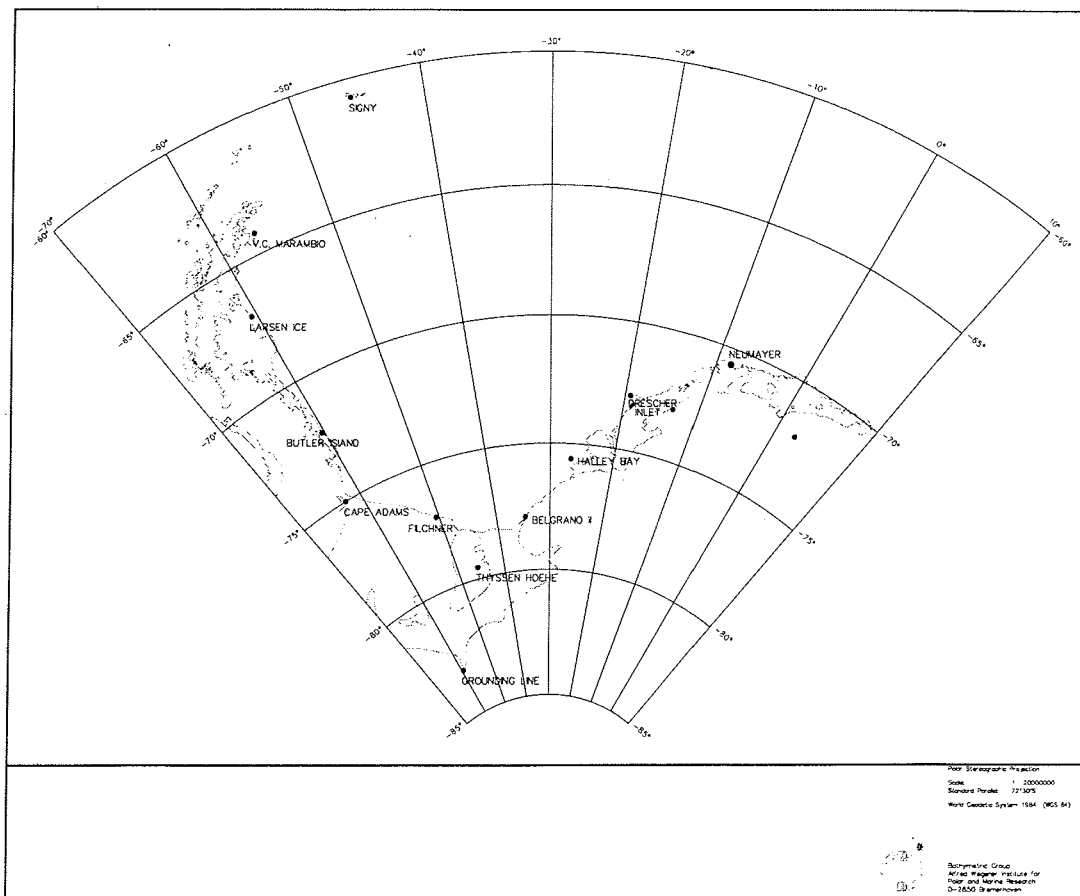


Abb. 1: Wetterstationen im Bereich des Weddellmeeres  
 Während ANT XII/3 wurden die Stationen Filchner und Drescher Inlet  
 ausgetauscht, die Stationen Grounding Line und Thyssenhöhe aufgebaut

Fig. 1: Automatic weather stations around the Weddell Sea. During leg ANT  
 XII/3 the equipment at the Filchner Station and in the Drescher Inlet were  
 exchanged. At the station Grounding Line and on the Thyssenhöhe new  
 sensors were installed.

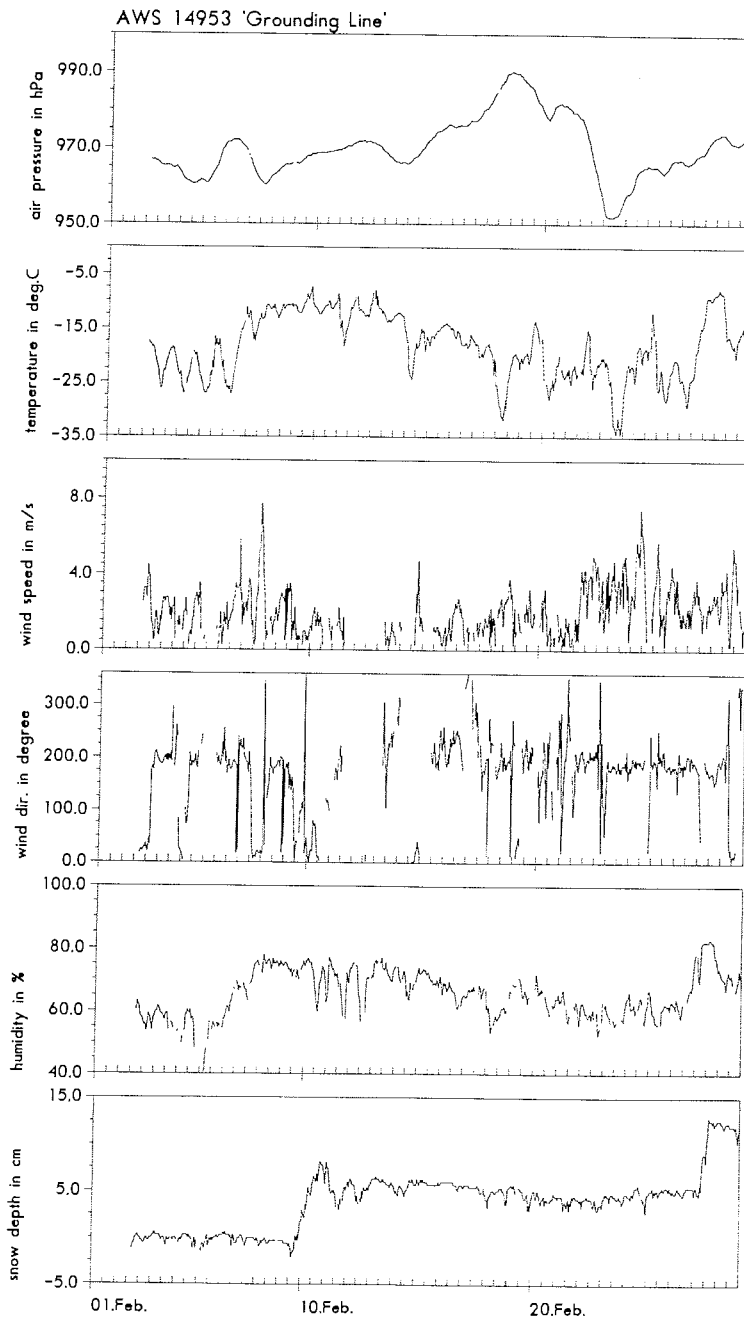


Abb. 2: Zeitreihen der Meßwerte der Grounding Line Wetterstation während ANT XII/3

Fig. 2: Time series of the Grounding Line weather station during leg ANT XII/3



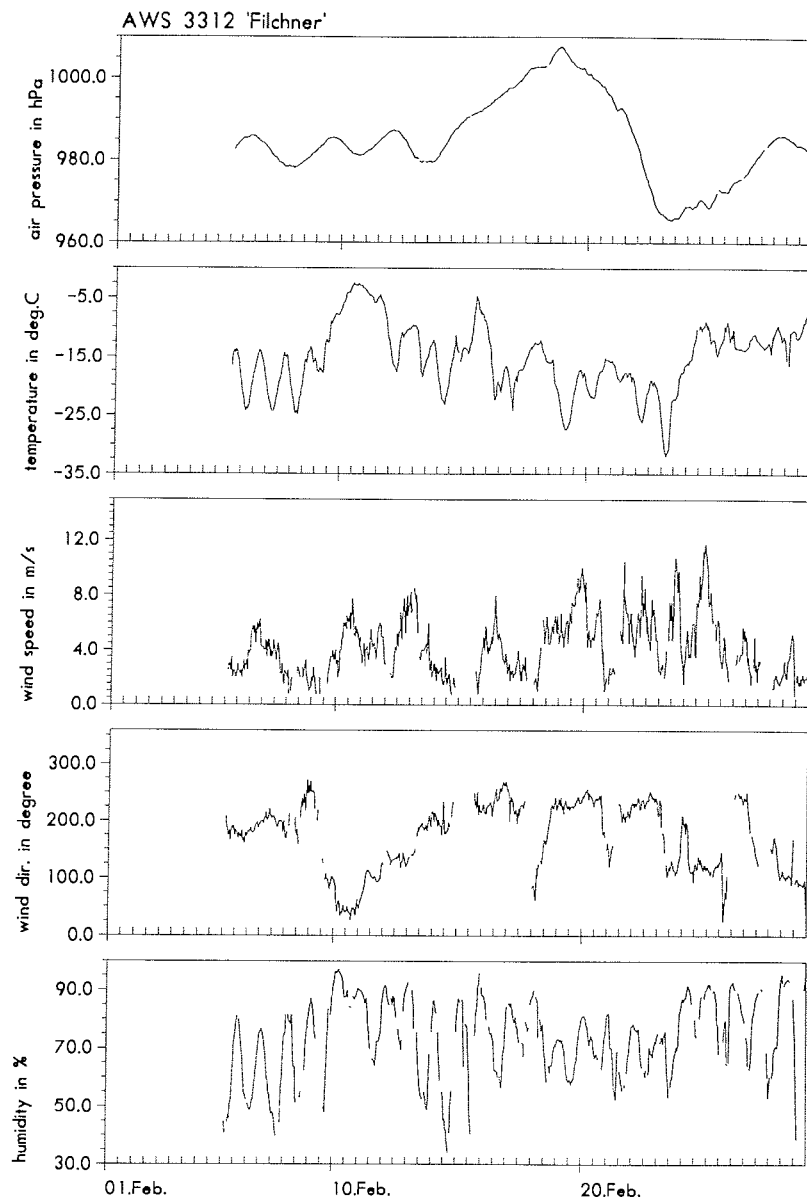


Abb. 3: Zeitreihen der Meßwerte der Filchner Wetterstation während ANT XII/3.

Fig. 3: Time series of the Filchner weather station during leg ANT XII/3.

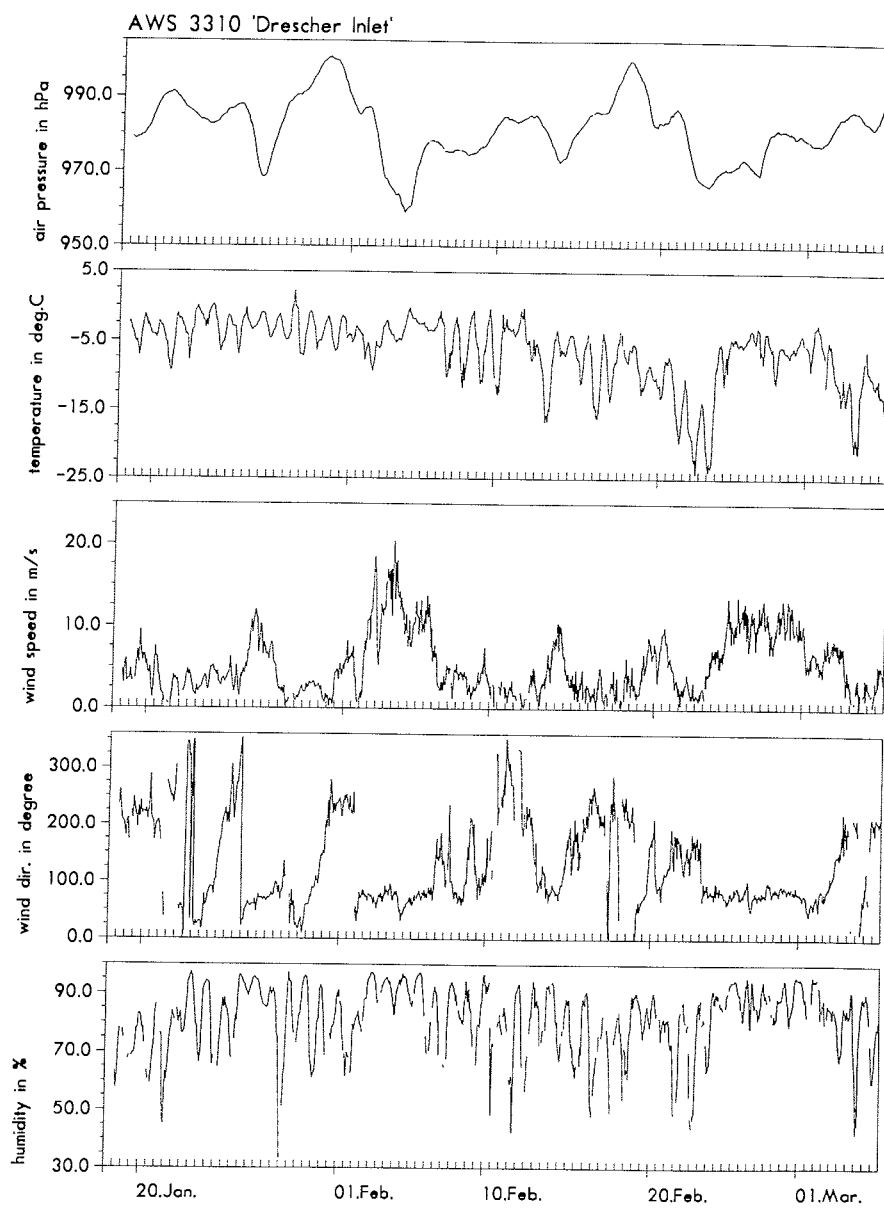


Abb. 4: Zeitreihen der Meßwerte der Drescher Inlet Wetterstation während ANT XII/3

Fig. 4: Time series of the Drescher Inlet weather station during leg ANT XII/3

1.3 Meereisbojen  
(L. Sellmann, R. Hamann)

Das Meßprogramm der Meereisbojen soll Aufschluß über die Meereisbewegung und deren Antrieb geben. Aus dem südwestlichen Weddellmeer existieren bisher sehr wenig Eisdriftmessungen, ebenso ist das Gebiet von besonderem Interesse, da Küsteneinflüsse der Antarktischen Halbinsel zu erwarten sind.

Es wurden 2 Bojenfelder mit jeweils 4 Bojen in der Nähe der Antarktischen Halbinsel auf mehrjährigen Meeseissschollen per Helikopter ausgebracht (Tab. 2). Die Meßwerte der Bojen sind der Luftdruck, die Lufttemperatur und die Position, die mittels der Dopplerverschiebung der Sendefrequenz und bei 6 Bojen zusätzlich über einen eingebauten GPS-Empfänger bestimmt wird. Die Meßdaten werden, wie die Daten der automatischen Wetterstationen, über das Argos-System übertragen und ins GTS eingespeist.

Der Abstand der Bojen innerhalb eines Feldes ist so angelegt, daß die Bojen ein Quadrat mit einer Kantenlänge von 100 km bilden. Diese Anordnung wurde gewählt, um aus den gemessenen Luftdruckgradienten den geostrophischen Wind, also den atmosphärischen Antrieb, berechnen zu können. Die Verschiebung der Bojen zueinander erlaubt eine Bestimmung der Eisscherung sowie der Bildung von eisfreiem Wasser und von Eisrücken.

An der Boje 3313 wurde zusätzlich ein am AWI entwickelter Sensor angeschlossen, mit dem über Druckdifferenzen Eisdickenänderungen gemessen werden. Dieser Sensor wurde zum ersten Mal in der Antarktis zu Testzwecken eingesetzt.

Bisher sind 3 Ausfälle (Argos ID 3313 am 6. 3., 14958 am 8.3. und 14959 am 19.3.) zu verzeichnen. Die Gründe für die Ausfälle sind nicht bekannt, da es sich um 3 in der Nähe der Antarktischen Halbinsel driftende Bojen handelt (Abb. 5), kann ein Auseinanderbrechen oder ein Übereinanderschieben der Meereissschollen angenommen werden, wobei die Bojen beschädigt wurden.

Tab. 2: Übersicht der ausgebrachten Bojen  
Tab. 2: Overview on the bouys deployed

Feld1 ausgebracht am 11.02.95			Feld2 ausgebracht am 16.02.95				
Argos ID	Position in Grad		Sensoren	Argos ID	Position in Grad		Sensoren
8064	75.540 S	46.182 W	P	3313	74.609 S	60.829 W	P, T, W, H, E
14954	75.179 S	51.176 W	P, T, GPS	14957	74.713 S	57.327 W	P, T, GPS
14955	74.582 S	47.848 W	P, T, GPS	14958	73.906 S	60.001 W	P, T, GPS
14956	75.968 S	49.357 W	P, T, GPS	14959	73.809 S	57.366 W	P, T, GPS

P = Luftdruck, T = Lufttemperatur, W = Windgeschwindigkeit und -richtung,  
H = rel. Feuchte, E = Eisdickensensor, GPS = GPS-Empfänger

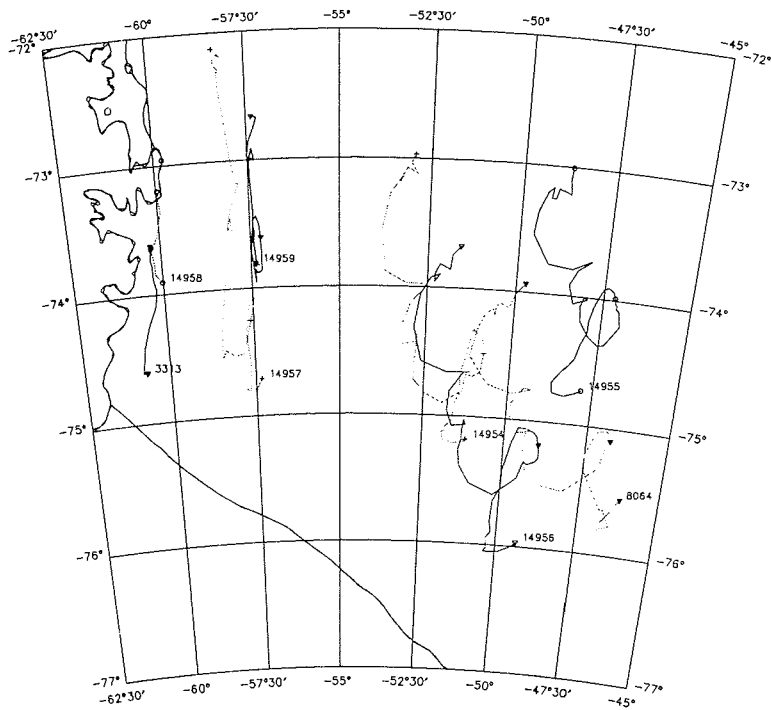


Abb. 5: Drift der Meereisbojen vom Aussetzpunkt (Punkt mit Bojennummer) bis zum 31.03.95 basierend auf 1 Position pro Tag.

Fig. 5: Drift of the buoys from the location of deployment (dot with buoy number) till the 31. March 95. One position per day is plotted.

## 2 **Physikalische Ozeanographie, Nährstoffe und Tracer** (M. Schröder, R. Hamann, O. Klatt, E. Nygaard, E. Schütt, L. Sellmann, N. Steiner, V. Strass, R. Timmermann, G. Traue)

### 2.1 Eingesetzte Geräte

CTD (FSI-Triton ICTD), Rosette (GO, 24 \* 12 l), XBT (T7), Salinometer (Guildline Autosal), ADCP (RDI, 150 kHz), Sauerstofftitration (SIS, 2StrahlPhotometer)

### 2.2 Wissenschaftliche Ziele

Wesentlichen Anteil an der Bodenwasserbildung im südlichen Weddellmeer hat die Wechselwirkung zwischen Ozean und Schelfeis. Der Austausch von Wärme an der Unterseite der Schelfeise kann die darunterliegende Wassermasse derart modifizieren, daß sie dicht genug wird, um bis zum Boden der Tiefsee abzusinken. Mit der allgemeinen Zirkulation des Weddelwirbels und durch Vermischung mit den Umgebungswassermassen wird dieses Bodenwasser nach Norden geführt und belüftet weite Teile der tiefen Schichten des Weltozeans. Bisherige Messungen an der Schelfeiskante und Modellrechnungen führten zu unterschiedlichen Interpretationen über die Zirkulation unter dem Filchner-Ronne-Schelfeis (FRS). Durch die Messung von langen Zeitreihen der Strömungseigenschaften an mehreren Stellen und die Erfassung von Wassermassencharakteristika entlang von ausgewählten Schnitten sollen die Struktur der Zirkulation unter dem Schelfeis, die Variabilität des Ein- und Ausstroms an der Schelfeiskante und die Einschichtungsvorgänge am Schelfabhäng zum inneren Weddellbecken erfaßt werden.

### 2.3 Arbeiten auf See

- 65 CTD-Stationen insgesamt mit kontinuierlichen Profilen und Wasserproben aus 24 Schöpfnern. Davon 61 Stationen mit voller Parameterzahl, d.h. 24 Proben von t, c, p, O<sub>2</sub>, SiO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, <sup>18</sup>O, <sup>13</sup>C. Auf 45 Stationen wurden zusätzlich Freone des Typs F-11, F-12, auf 24 Stationen außerdem Helium sowie an 16 Stationen Tritium gemessen.
- Während der Überfahrt Kapstadt-Neumayer wurden 103 XBT-Profile im Abstand von etwa 20 NM aufgezeichnet.
- Ständige Registrierung der Stromgeschwindigkeitsprofile in den oberen 350 m mit Hilfe des bordeigenen ADCP's
- Dauerregistrierung der Oberflächentemperatur und des Oberflächensalzgehaltes mit dem Thermosalinographen
- Auslegung von 6 Verankerungen, davon 2 im Filchner Graben und 4 vor dem Ronne Schelfeis.
- Bergungsversuch von 8 norwegischen Verankerungen im Bereich des Filchner-Ronne-Schelfs, davon 2 erfolgreich (siehe auch Kap. 2.6)
- Erfolgreiche Bergung von 2 eigenen Tiefseeverankerungen im zentralen Weddellmeer

## 2.4 Vorläufige Ergebnisse

Das Untersuchungsgebiet für die ozeanographischen Arbeiten auf diesem Fahrtabschnitt bildeten der Schelfbereich vor dem Filchner-Ronne-Schelfeis, der Filchner Graben und der westlich des Grabens gelegene Schelfabhang ins tiefe Weddellbecken. Bedingt durch die Meereisbedeckung ergab sich die Lage der Stationen und die Position der ausgelegten Verankerungen wie in Abb. 6 dargestellt.

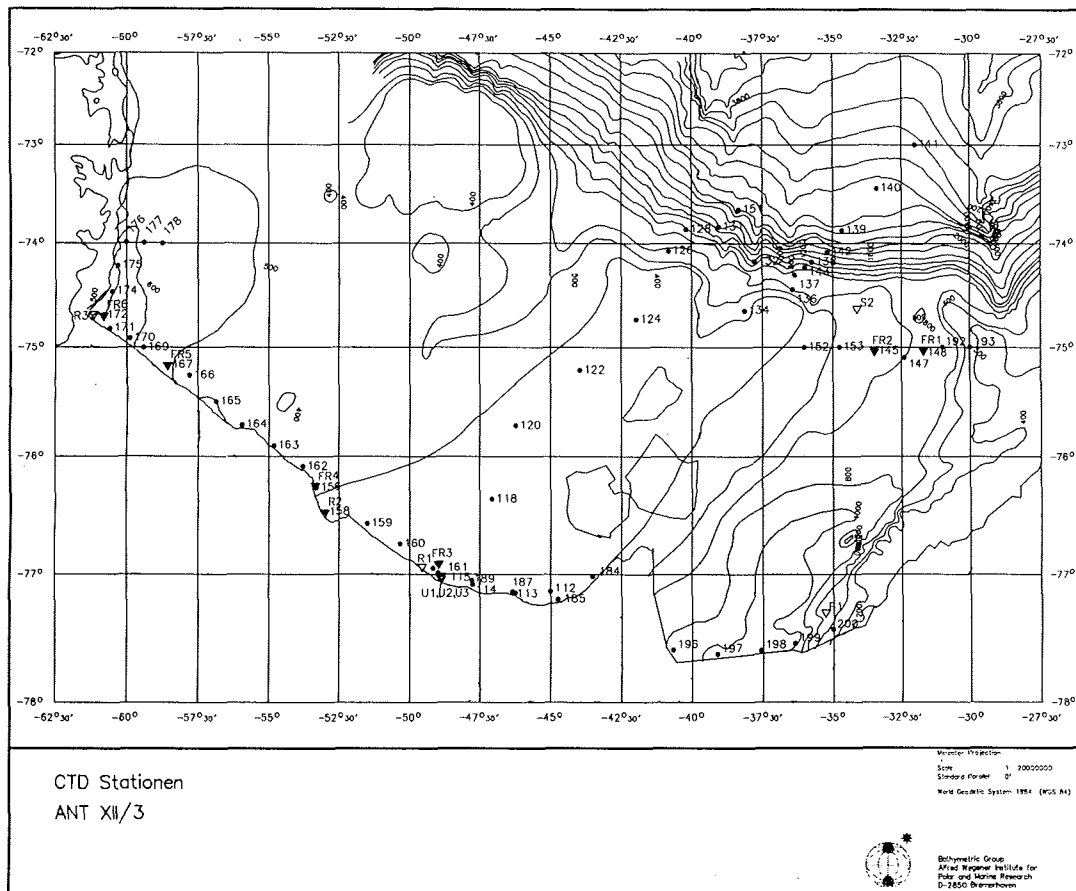


Abb. 6: Übersichtskarte der CTD-Stationen (•), sowie Lage der aufzunehmenden norwegischen Verankerungen (—) und der ausgesetzten AWI-Verankerungen (—).

Fig. 6: Overview map for the CTD stations (•), the location of the Norwegian moorings recovered (—) and the AWI stations deployed (—).

## 2.5 Ein- und Ausstromverhältnisse sowie Wassermassencharakteristiken vor dem Filchner-Ronne-Schelfeis (FRS)

Zunächst soll auf den schelfeisparallelen Schnitt (Abb. 6, Stat.Nr. 172-200) eingegangen werden, der in Zusammenhang mit den Untereisreißketten an den Positionen der Heißwasserbohrungen Aufschlüsse über das Zirkulationssystem und die Wassermassenumbildung unter dem FRS geben soll. In Ergänzung zu den Zeitreihen, gemessen durch langjährig registrierende Strommesserverankerungen vor und unter dem Schelfeis, wurden im mittleren Abstand von 20 NM hydrographische CTD Profile genommen. Aufgrund der nach Norden vorspringenden Festeisnase zwischen 43°W und 40,5°W ist dieser Schnitt im Bereich des flachen Berkner Schelfes unterbrochen. Die Schnitte der potentiellen Temperatur, des Salzgehaltes und der Dichte sind somit in einen westlichen und einen östlichen Teil aufgespalten und zeigen die großräumige Verteilung von schwerem, salzreichem Westlichen Schelfwasser (WSW) mit Kern im Ronne Trog (Abb. 7a) und ausgesüßtem, unterkühltem Eisschelfwasser (ISW) vorwiegend im Filchner Graben (Abb. 8a). Diese unterschiedlichen Charakteristiken der beteiligten Wassermassen zeigen sich auch im Vergleich der  $\Theta S$ -Diagramme beider Schnitte (Abb. 7b, 8b). Dabei wird deutlich, daß der Kern von WSW mit Salzgehalten über 34,7 ‰ und Temperaturen  $< -1,9$  °C nur westlich von 56°W vorkommt und keine direkte Verbindung zu den Wassermassen im Filchner Graben hat. Allerdings erstrecken sich die Bereiche von WSW mit Salzgehalten  $> 34,65$  ‰ vor der gesamten Länge der Schelfeiskante, was auf die ständige Neueisbildung in der Küstenpolynia zurückzuführen ist. Eine mögliche Ausbreitungsrichtung des Kerns des WSW wäre demnach nach Süden unter das Schelfeis, wo Schmelz- und Gefrierprozesse an der Schelfeisunterseite die Modifikation zu ISW ermöglichen. Außer im Filchner Graben, der im Süden fast vollständig mit unterkühltem ISW angefüllt ist, kommen kleinräumige Zungen von ISW auch im Ronne Trog (Abb. 6, Stat. 167) vor. Ob diese in Verbindung mit einem lokalen Zirkulationssystem innerhalb des Troges zu sehen sind, oder es eigenständige Ausflüsse nach Norden in das tiefe Weddellbecken gibt, ist aber weiterhin ungeklärt.

ANT-XII/3: Ronne Ice Shelf

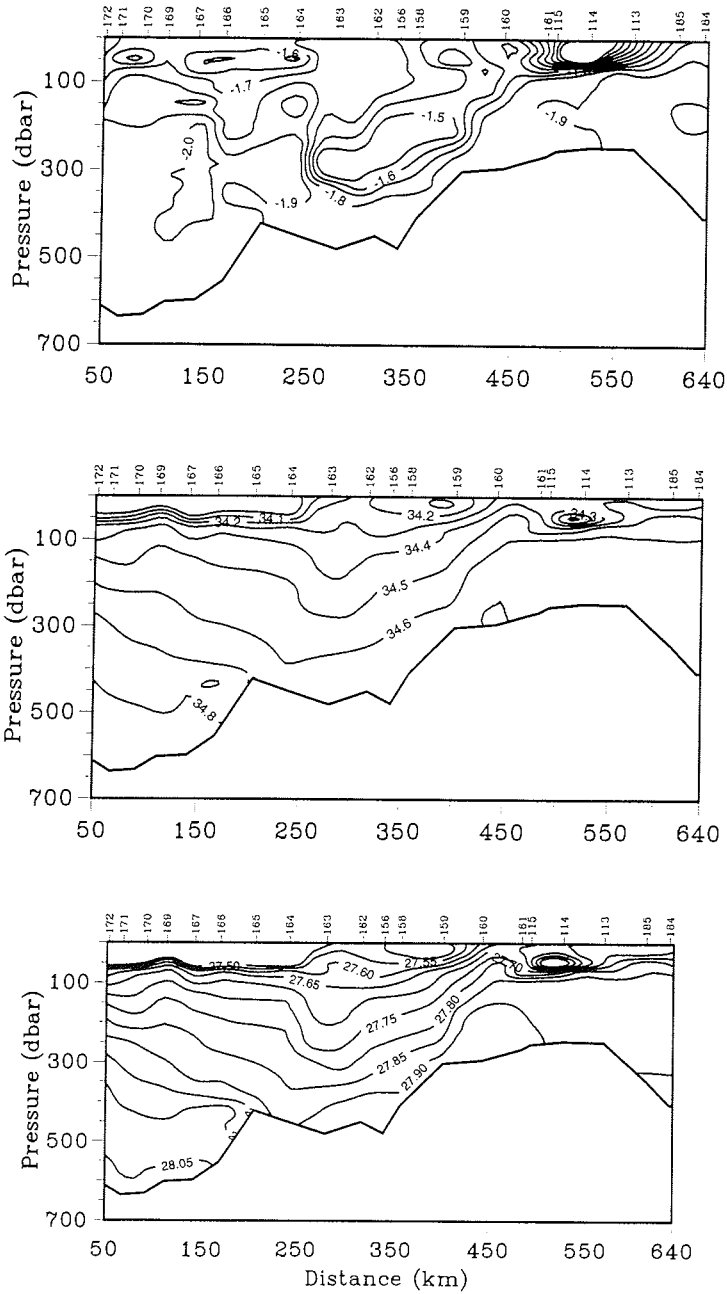


Abb. 7a: Schnitte der potentiellen Temperatur, des Salzgehaltes und der potentiellen Dichte entlang der Schelfeiskante des Ronne Schelfeises zwischen Antarktischer Halbinsel und Berkner Island.

Fig. 7a: Profile of the potential temperature, the salinity and the potential density along the Ronne Ice Shelf edge between the Antarctic Peninsula and Berkner Island.



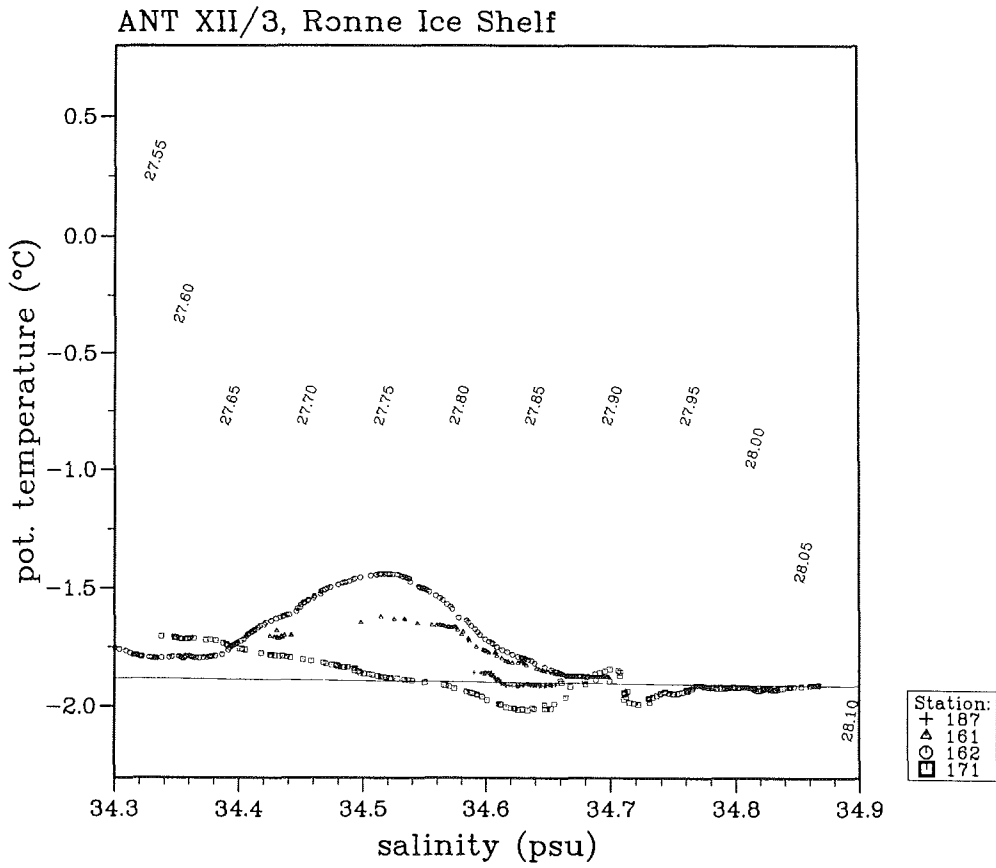


Abb. 7b:  $\Theta$ S-Diagramme entlang der Schelfeiskante des Ronne Schelfeises zwischen Antarktischer Halbinsel und Berkner Schelf.

Fig. 7b:  $\Theta$ S-diagrams along the Ronne Ice Shelf edge between the Antarctic Peninsula and Berkner Island.

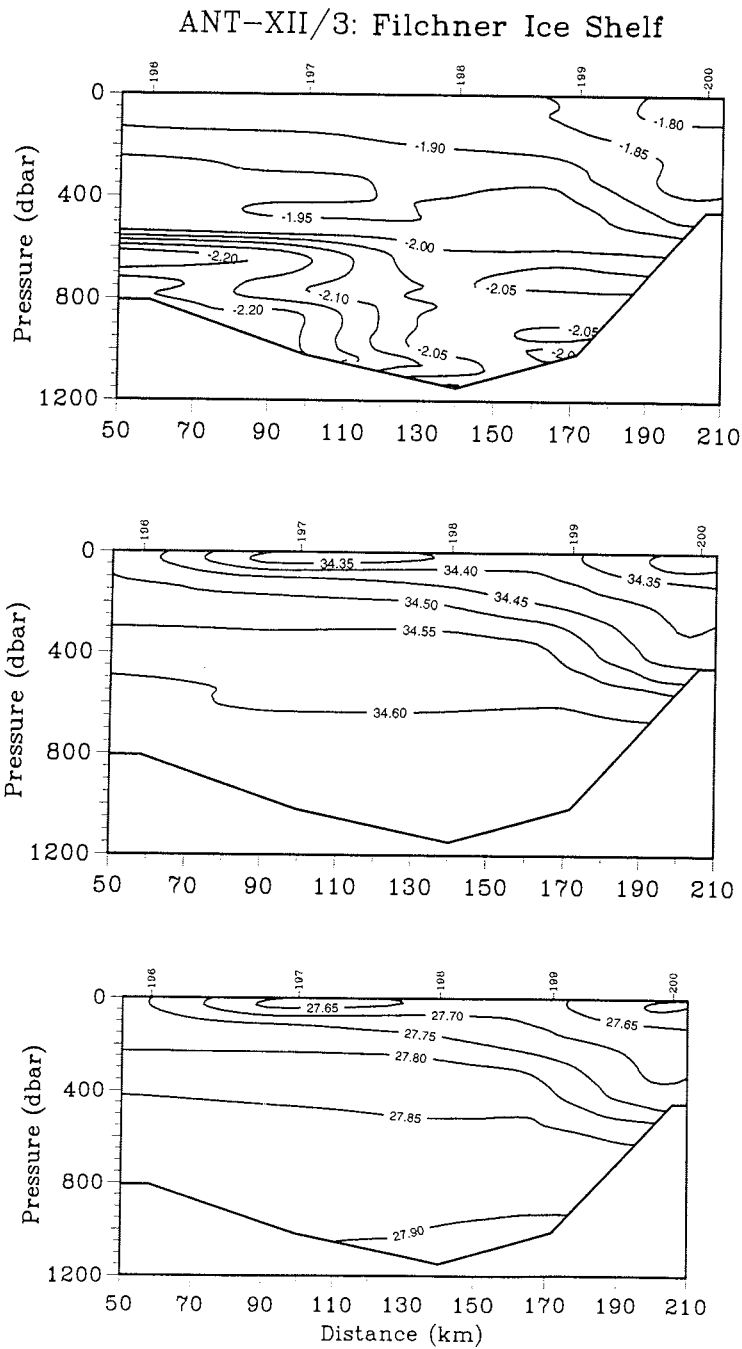


Abb. 8a: Schnitte der potentiellen Temperatur, des Salzgehaltes und der potentiellen Dichte entlang der Schelfeis -bzw. Festeiskante des Filchner Schelfeises zwischen Berkner Schelf und Vahsel Bucht.

Fig. 8a: Profile of the potential temperature, the salinity and the potential density along the Filchner Ice Shelf edge between Berkner Island and Vahsel Bay.

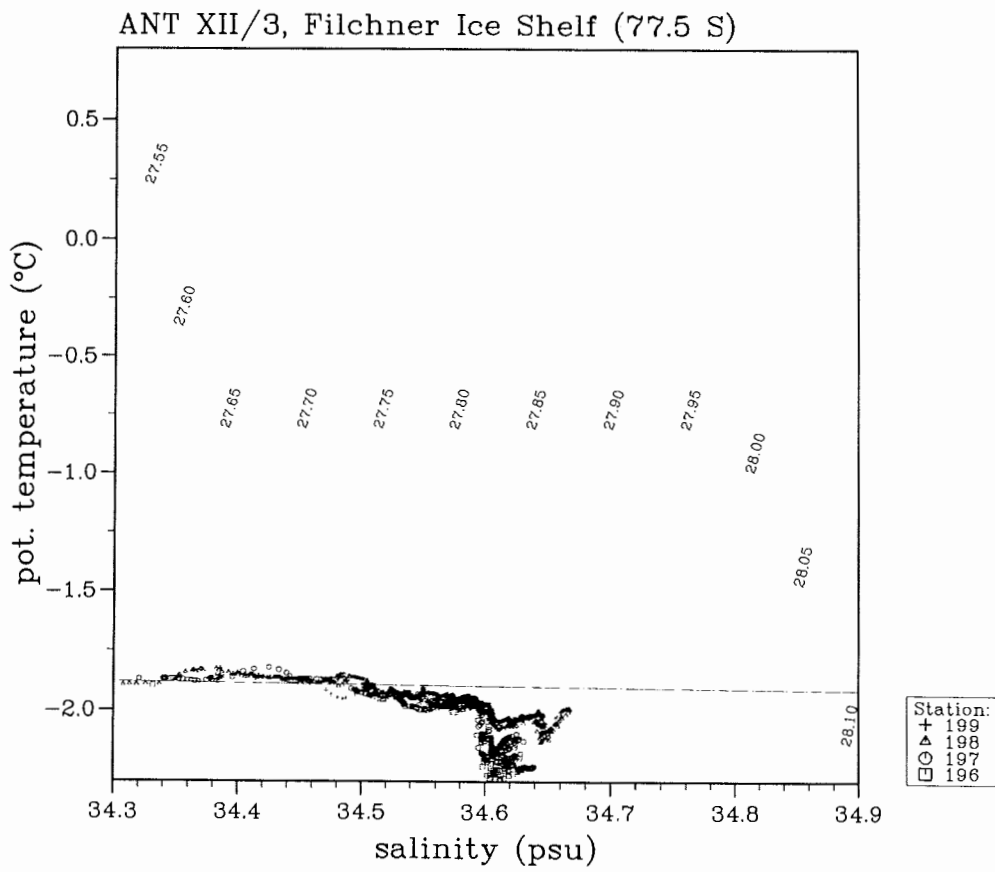


Abb. 8b:  $\Theta$ S-Diagramme entlang der Schelfeis -bzw. Festeiskante des Filchner Schelfeises zwischen Berkner Island und Vahsel Bucht.

Fig. 8b:  $\Theta$ S-diagrams along the Filchner Ice Shelf between Berkner Island and Vahsel Bay.

## 2.6 Verankerungsarbeiten

Zur Registrierung mesoskaliger Veränderungen der Stromgeschwindigkeiten sowie der Temperatur und des Salzgehaltes an der Schelfeiskante wurden vier Verankerungen ausgelegt, deren Positionen Abb. 6 und Tab. 3 zu entnehmen sind. Die eingesetzten Meßgeräte sollen über einen Zeitraum von zwei Jahren in zweistündigen Intervallen Daten speichern.

Tab. 3: Auslegung und Aufnahme von AWI-Verankerungen während ANT XII/3

Tab. 3: Deployment and recovery of the AWI moorings during leg ANT XII/3

### b) Auslegung:

	Position		Tiefe / m
FR1	S 75°01'	W 31°45'	610
FR2	S 75°02'	W 33°33'	573
FR3	S 77°00'	W 49°01'	254
FR4	S 76°15'	W 53°20'	482
FR5	S 75°10'	W 58°44'	601
FR6	S 74°42'	W 60°49'	611

### a) Aufnahme:

AWI 209-3	S 66°37,43'	W 27°07,22'	4861
AWI 208-3	S 65°37,70'	W 6°29,38'	4766

Außerdem wurde versucht, sieben norwegische Verankerungen zu bergen (Tab. 4), die während der Norwegian Antarctic Research Expedition (NARE) im Sommer 92/93 ausgelegt wurden. Leider konnten nur zwei Verankerungen erfolgreich aufgenommen werden, obwohl alle eingesetzten Auslöser ordnungsgemäß funktionierten. Dies ist vermutlich auf abgerissene Auftriebselemente infolge von Eisbergen oder Korrosion zurückzuführen, da sowohl das mehrmalige Dredgen als auch eine erneute Ortung der Auslöser den Verbleib der Geräte am Grund und auf der Sollposition ergab. Bei den Verankerungen ohne Auslöser (R1-R3) ist eine Diagnose aufgrund fehlender Ortungsmöglichkeit nicht möglich (siehe auch Tab. 4).

Tab. 4: Aufnahme von norwegischen Verankerungen während ANT XII/3  
 Tab. 4: Recovery of Norwegian mooring during leg ANT XII/3

name	position	deployed	in position	recovered	comments
<b>R1</b>	S 76° 56.23' W 49° 33.72'	NARE	?	No	3 dredge operations were carried out without catching the mooring
<b>R2</b>	S 76° 28.85' W 53° 00.03'	NARE	Yes	Yes	The mooring was caught in the first attempt of dredging.
<b>R3</b>	S 74° 41.48' W 61° 09.56'	NARE	?	No	2 dredge operations were carried out without catching the mooring
<b>U1</b>	S 77° 02.44' W 48° 52.78'	NARE	Yes	No	The mooring was released in a distance of 300 meter, but did not come to the surface.
<b>U2</b>	S 77° 01.93' W 48° 54.13'	NARE	Yes	Yes	The mooring was recovered but the ULS was missing.
<b>U3</b>	S 77° 00.78' W 48° 52.07'	NARE	Yes	No	The mooring was released in a distance of 300 meter, but did not come to the surface.
<b>F1</b>	S 77° 18.54' W 35° 17.36'	NARE	Yes	No	The mooring was released, but did not come to the surface. Dredging was stopped due to heavy ice.
<b>S2</b>	S 74° 38.18' W 34° 07.95'	NARE	Yes	No	The mooring was released, but did not come to the surface. We did also dredge after the mooring.

Der Aufbau der Verankerung R2 ist Abb. 9a zu entnehmen. Eine erste Auswertung der Stromgeschwindigkeiten der beiden geborgenen Strommesser der Verankerung R2 aus 258 m und 411 m Tiefe ist als tiefpaßgefiltertes, progressives Vektordiagramm in Abb. 9b dargestellt. Es zeigt die vorwiegend nordwestliche bzw. westliche mittlere Stromrichtung über den Zeitraum von 15 Monaten, die einer mittleren Stromgeschwindigkeit von etwa 10 cm/s entspricht.

Diese Daten wurden von E. Nygaard (GIB) ausgewertet und zur Verfügung gestellt.

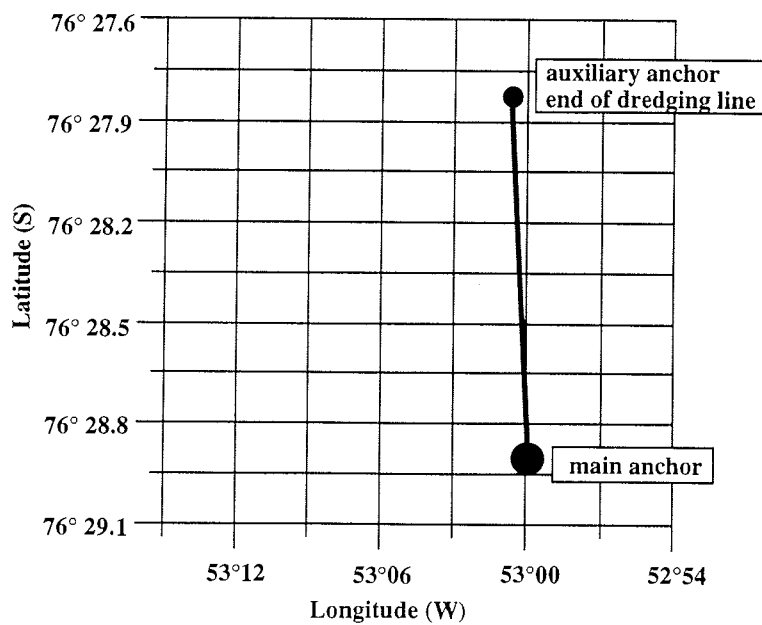
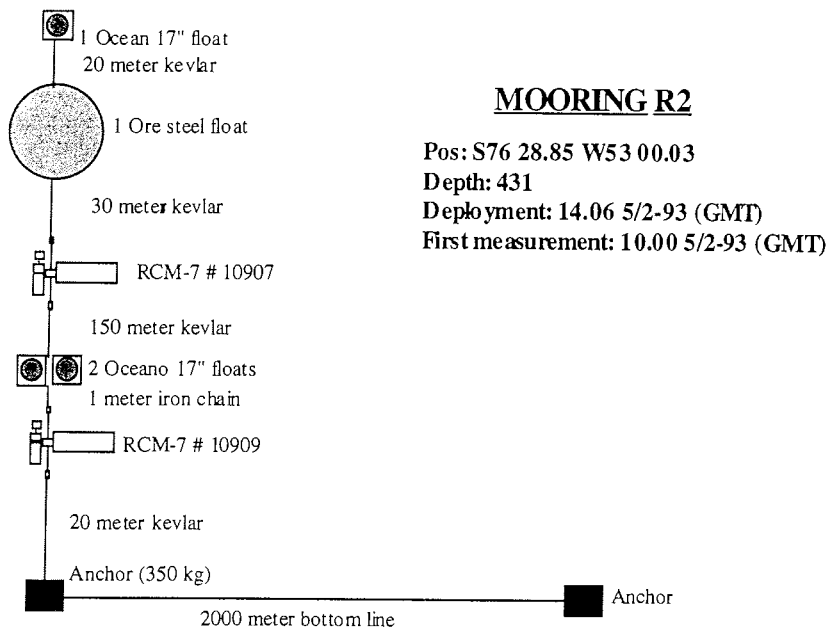


Abb. 9a: Aufbau der Verankerung R2 ohne Auslöser aber mit einer Dredgeleine von 2 km Länge.

Fig. 9a: General configuration of mooring R2 without a releaser but with a dredge cable (length: 2 km).

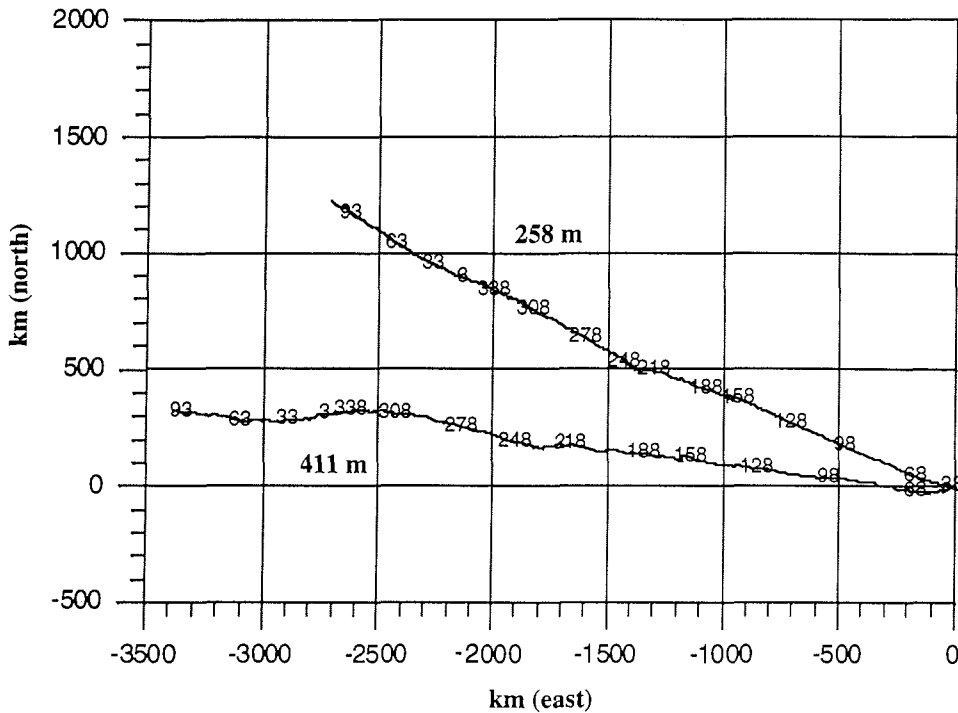


Abb. 9b: Progressives Vektordiagramm der Strömung in den Tiefen 258 m und 411 m an der Position R2. Die Daten sind tiefpaßgefiltert und entsprechen einer mittleren Stromgeschwindigkeit von etwa 10 cm/s über einen Meßzeitraum von 15 Monaten.

Fig. 9b: Vector diagram for mooring R2 of the currents at depth levels of 258 m and 411 m. The data are low pass filtered. The mean current velocity for the recording window of 15 months is 10 cm/s.

## 2.7 Ausstrom von Eisschelfwasser aus dem Filchner Graben und Einschichtung in das tiefe Weddellbecken

An der Schwelle des Filchner Grabens bei 75° S (Abb. 10a), wird das ausfließende ISW durch den Einstrom des Modifizierten Warmen Tiefenwassers (MWDW) in Tiefen von > 200 m nur seitlich (am Ost- und Westhang) eingeeengt, wobei der mittlere Bereich unbeeinflusst bleibt. Die Temperaturen der ausfließenden Zunge haben sich auf ihrem Weg von der Festeiskante (Abb. 8a, 8b) bis zur Schwelle um 0,2°C erhöht, was durch die Einmischung des benachbarten MWDW zu erklären ist und sich gut in den dargestellten  $\Theta$ S-Diagrammen (Abb. 10b) abzeichnet.

ANT-XII/3: Filchner Sill

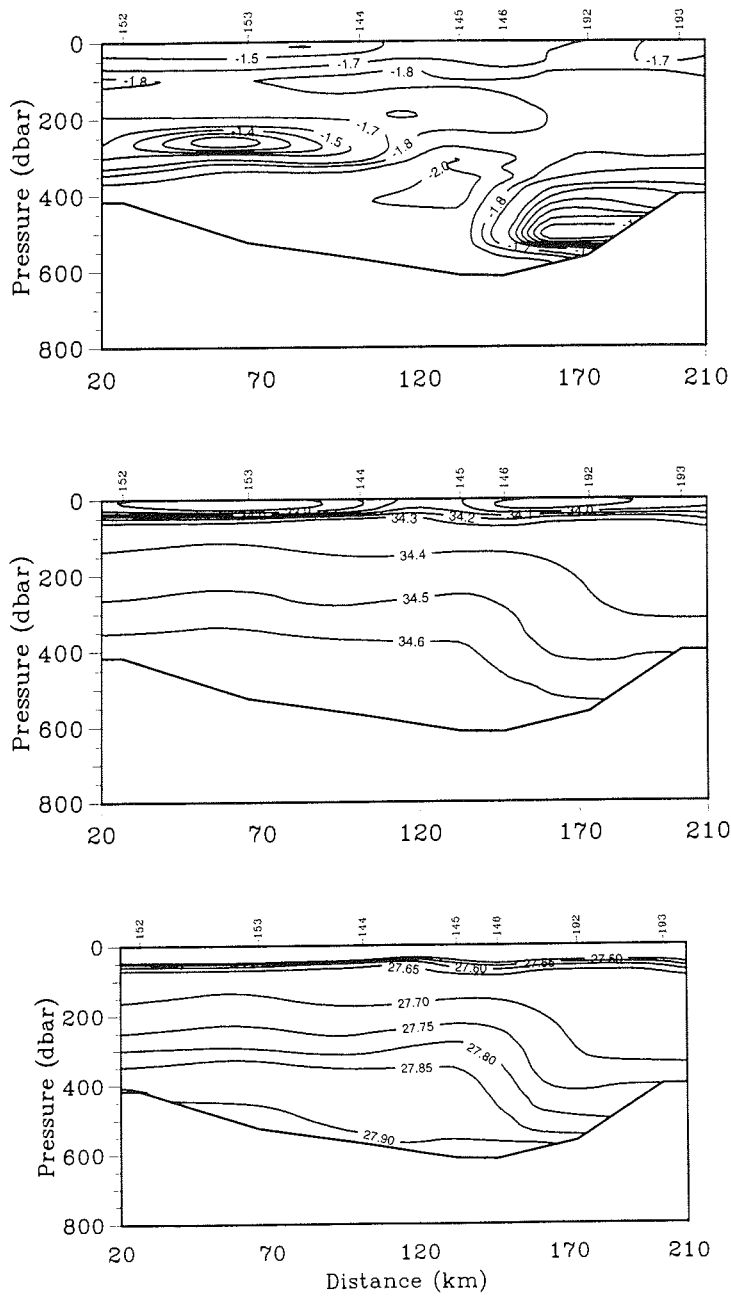


Abb. 10a: Schnitte der potentiellen Temperatur, des Salzgehaltes und der potentiellen Dichte bei 75° S auf der Schwelle des Filchner Grabens.

Fig. 10a: Profiles of the potential temperature, the salinity and the potential density at 75° S (transition from the Filchner Graben to the continental slope).



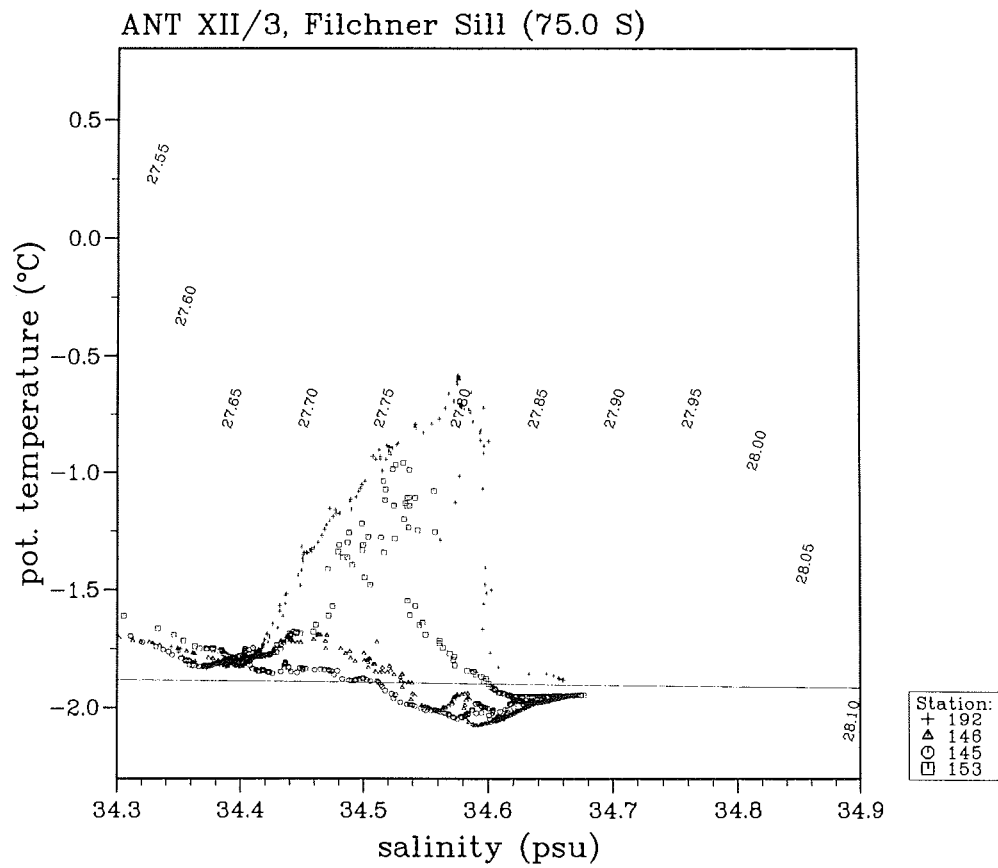


Abb. 10b:  $\Theta$ S-Diagramme bei 75° S auf der Schwelle des Filchner Grabens.

Fig. 10b:  $\Theta$ S-diagram at 75° S (transition from the Filchner Graben to the continental slope).

Um die aus dem Filchner Graben ausfließende Zunge von ISW auf ihrem weiteren Weg entlang des Kontinentalhanges zu verfolgen und die Vermischungsprozesse während des Absinkens und Einschichtens in das Weddellmeer Tiefenwasser abzuschätzen, wurden hydrographische Profile senkrecht zum Schelfabhang bis ins tiefe Weddellbecken aufgezeichnet. Durch die starke Eisbedeckung weiter westlich gab es nur einen Schnitt östlich von 38° W (Abb. 11), wodurch der Bereich westlich eines nach Nordost setzenden untermeerischen Rückens leider nicht beprobt werden konnte. In Abb. 11 ist das abfließende sehr kalte ISW nur andeutungsweise im Temperaturschnitt erkennbar. Dies liegt im wesentlichen an der noch zu groben Auflösung der Isolinienplots. Es ist aber festzustellen, daß das Volumen des ISW am Hang eher gering ist. Nur an Station 143 (Abb. 6) ist eine starke Komponente von ISW am Boden feststellbar, was durch Vergleiche mit der nur 5 NM entfernten Station 138 im Profil und  $\Theta$ S-Diagramm deutlich zu erkennen ist (Abb. 12a; 12b). Im Gegensatz dazu haben norwegische Messungen des Sommers 1989/90 im gleichen Seegebiet ISW in einem weiten Bereich in Bodennähe nachweisen können.

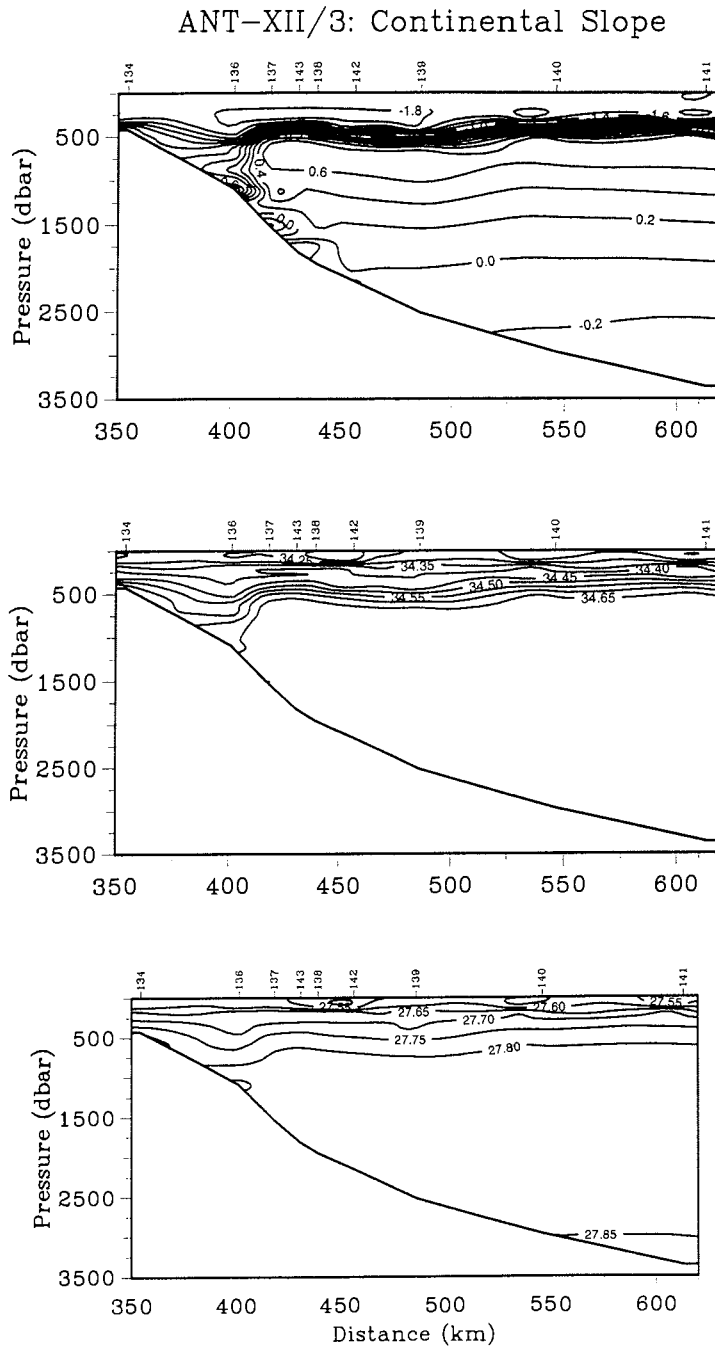


Abb. 11: Schnitte der potentiellen Temperatur, des Salzgehaltes und der potentiellen Dichte vom Berkner Schelf hinab bis in das tiefe Weddellbecken.

Fig. 11: Profiles of the potential temperature, the salinity and the potential density from Berkner Shelf to the deep sea basin of the southern Weddell Sea.

CTD STATION 138/143 (ANT XII/3)

Position: 74 11.20S 35 43.90W

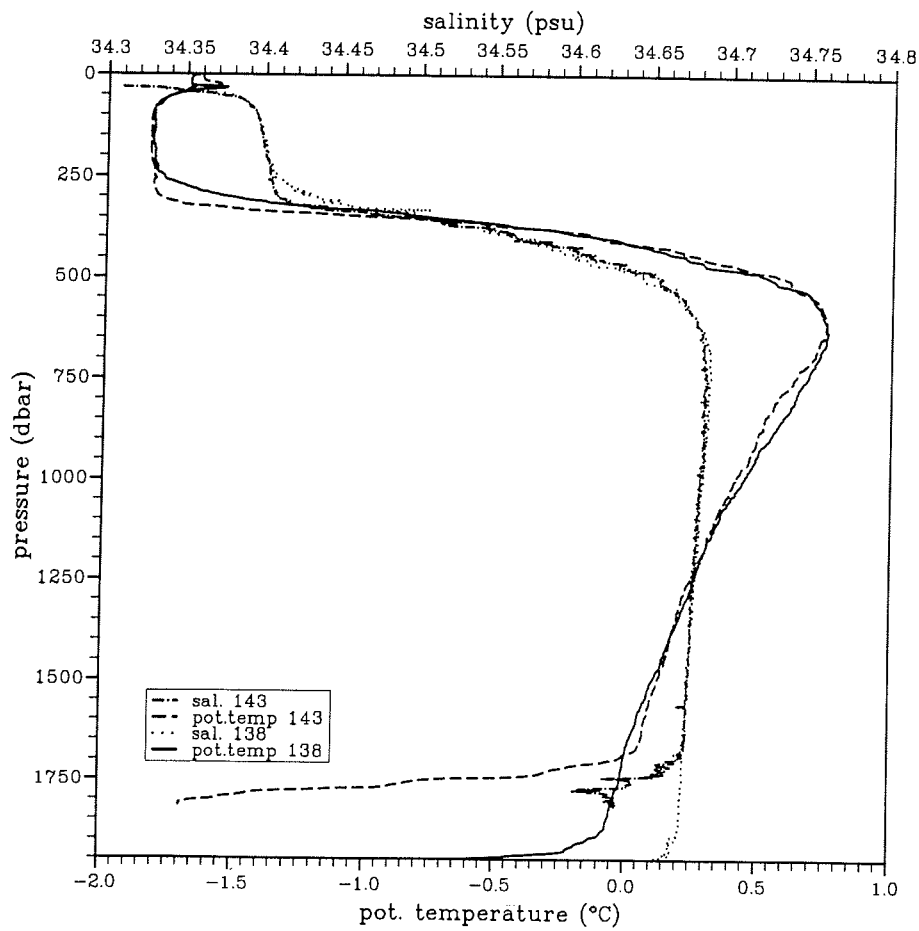


Abb. 12a: Profile der potentiellen Temperatur und des Salzgehaltes der Station 143. Als Vergleich ist die Temperatur und Salzgehaltskurve der Station 138 hinzugefügt, die etwa 5 NM entfernt liegt.

Fig. 12a: Profiles of the potential temperature and the salinity at station 143. For comparison the temperature and salinity curves of station 138 are added. The distance to this station is almost 5 NM.

ANT XII/3, Continental Slope

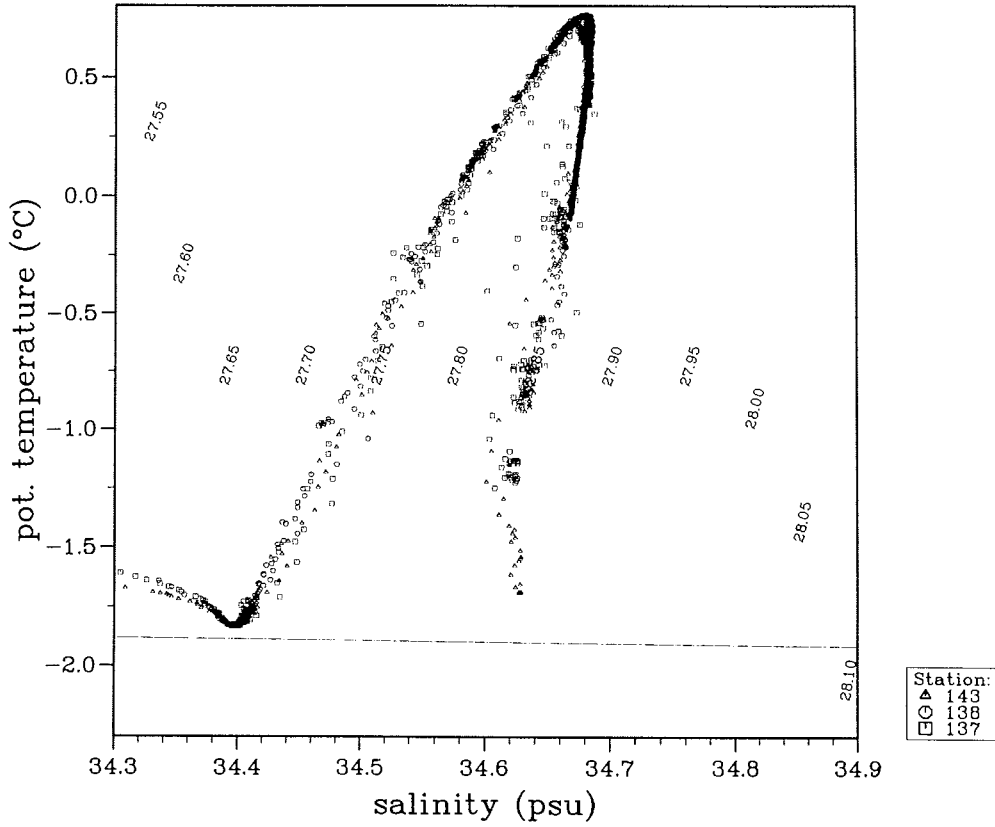


Abb. 12b:  $\Theta$ S-Diagramm ausgewählter Stationen auf dem Schnitt vom Berkner Schelf ins tiefe Weddellbecken.

Fig. 12b:  $\Theta$ S-diagram of selected stations along the profile from the Berkner Shelf into the deep sea basin of the Weddell Sea.

Mit Hilfe der beiden ausgelegten Verankerungen FR1 und FR2 (Abb. 6, Tab. 3) am Westrand und im Zentrum der ausströmenden ISW-Zunge sollen die längerperiodischen Fluktuationen und Veränderungen in der Zusammensetzung dieser Wassermasse bestimmt werden. Ähnlich wie die Geräte vor der Schelfeiskante sind diese Strommesser auf einen Zeitraum von zwei Jahren ausgelegt.

Es wurde außerdem versucht, eine norwegische Verankerung (S2, Tab. 4) aus dem Jahre 1990 zu bergen, was aus ähnlichen Gründen wie unter 2.6 beschrieben mißlang.

## 2.8 Sonstige Arbeiten

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Tätigkeiten wurden noch folgende Arbeiten ausgeführt:

1. Kalibrierungsstation für die Freone im Kapbecken zur Bestimmung des Nullniveaus. Dazu wurden alle 24 Schöpfer in einer Tiefe von 2360 m (nahezu freonfreies NADW = Nordatlantisches Tiefenwasser) geschlossen.
2. CTD-Profile am Eingang und im Innern des Drescher Inlets als physikalische Grundlage für biologisch-chemische Parameter des Biologenteams auf der Drescher Station.

Bergung zweier Tiefseeverankerungen (AWI 208-3, AWI 209-3) im zentralen Weddellmeer. Diese wurden vollständig nach zweijährigem Meßeinsatz aus einer Wassertiefe von 4766 m bzw. 4861 m geborgen und waren Teil eines langjährigen Meßprogramms (Weddell Wirbel Studie) des AWI sowie eingebettet im World Ocean Circulation Experiment (WOCE).

## 2.9 Bemerkungen zur Entnahmetechnik und Analyse der Freonproben

Im Gegensatz zur bisherigen Technik an Bord wurden die Freonproben nicht gleich mittels Gaschromatographie analysiert, sondern in Glasampullen eingeschmolzen, um später im Labor der Universität Bremen ausgewertet zu werden. Dazu ist aufgrund der sehr starken Kontaminationsgefahr an Bord von Schiffen eine ausgeklügelte Probennahmetechnik erforderlich. Die Wasserprobe wird dazu über einen komplizierten Füllmechanismus in eine mit Stickstoff gespülte Glasampulle gegeben und direkt im Anschluß daran eingeschmolzen.

### 3 Meeresbodenkartierung mit dem Hydrosweep-System (D. Graffe, F. Niederjasper)

#### 3.1 Einführung

Der Fahrtabschnitt ANT XII/3 setzt die Reihe der Expeditionen fort, bei denen im Bereich des Weddellmeeres detaillierte bathymetrische Vermessungen durchgeführt wurden. Die Form des Meeresbodens der Gebiete abseits der Schifffahrtsrouten, und besonders die der überwiegend mit Eis bedeckten Teile der Polarmeere, ist größtenteils unbekannt. Es sind die letzten unvermessenen Gebiete der Erde. Kenntnisse über die Form und Struktur des Meeresbodens sind aber für viele Wissenschaftsdisziplinen wichtig. Erosionsstrukturen z. B. geben Aufschluß über Strömungen und ihren Einfluß auf Sedimentation und Ablation. Ein weiteres Beispiel sind die mit geophysikalischen Verfahren aufgeschlossenen tektonischen Strukturen, die oft nicht am Meeresboden enden, sondern sich in der Tiefe fortsetzen (Schenke, 1993). Deshalb wurde Polarstern mit einem Fächersonarsystem zur hochauflösenden Kartierung des Meeresbodens ausgerüstet. Am AWI wurde eine Arbeitsgruppe eingerichtet, die die bathymetrischen Messungen durchführt, die Daten auswertet und interpretiert. Im Jahr 1989 wurde das ursprünglich eingebaute amerikanische Fächersonarsystem Seabeam durch das leistungsstärkere deutsche System Hydrosweep ersetzt.

Seit 1985 werden während ausgewählter Fahrtabschnitte im Bereich des Südatlantiks und des Weddellmeeres kontinuierlich bathymetrische Messungen durchgeführt. Als Hilfe zur Bearbeitung der bathymetrischen Daten, aber auch als Arbeitskarten für die Stations- und Routenplanung vor und während der Expeditionen, wird die Bathymetrie in Form von Isolinienkarten im Maßstab 1:200.000 dargestellt. Die "Polarstern Plotting Sheets (PPS)" genannten Karten sind im Blattschnitt an die GEBCO Plotting Sheets bzw. die Karten des AWI BCWS (s. u.) angepaßt.

Die hochpräzisen bathymetrischen Daten aus Fächersonarmessungen dienen außerdem als Basis des am AWI erstellten Kartenwerkes "Bathymetric Chart of the Weddell Sea (AWI BCWS)" (Hinze et al., 1993). Neben den o.g. Daten sind hierin alle weltweit verfügbaren bathymetrischen Daten im Bereich des Weddellmeeres sowie Informationen aus geophysikalischen Messungen und der Altimetrie eingeflossen. Die BCWS wird als Isolinienkarte im Maßstab 1:1.000.000 erstellt. Im Blattschnitt und den Abbildungsparametern ist sie an die GEBCO Plotting Sheets angelehnt. Sie soll als Grundlagenkarte für alle wissenschaftlichen Disziplinen dienen. Außerdem bildet sie die Grundlage der neuen Ausgabe der GEBCO für das Gebiet des Weddellmeeres. Mit den auf diesem Fahrtabschnitt gewonnenen bathymetrischen Daten wird die BCWS fortgeführt und ihre Zuverlässigkeit weiter gesteigert.

Im globalen Rahmen ist die kartographische Erschließung der Ozeane eine Aufgabe, der sich die Organisationen IOC (Intergovernmental Oceanographic Committee of UNESCO) in Zusammenarbeit mit der IHO (International Hydrographic Organization) widmen. Die von den beiden Organisationen gemeinsam bearbeiteten GEBCO Karten (General Bathymetric Chart of the Ocean) bilden ein vollständiges Kartenwerk mit globaler Überdeckung. Sie haben damit

eine herausragende Bedeutung für die marinen Wissenschaften. Für große Gebiete beruht die bathymetrische Information in den GEBCO Karten jedoch eher auf Interpretation als auf tatsächlichen Messungen. Sie ist dort entsprechend unzuverlässig oder falsch. Das gilt besonders für die Polargebiete. Die während dieses Fahrtabschnittes gewonnenen bathymetrischen Daten werden den o.g. Organisationen zur Verfügung gestellt. Sie tragen damit wesentlich zur Steigerung der Zuverlässigkeit der GEBCO Karten bei.

### 3.2 Bathymetrie

Das Programm dieses Fahrtabschnittes mit dem Schwerpunkt und dem Arbeitsgebiet Filchner ließ kein eigenes bathymetrisches Projekt in Form einer flächendeckenden Vermessung eines geomorphologisch interessierenden Gebietes zu. Aus den anfangs aufgeführten Gründen wurde mit Hydrosweep trotzdem während der gesamten Reise kontinuierlich gemessen. Die Routenplanung für die Transfers zwischen den einzelnen Stationen erfolgte so, daß bereits vermessene Gebiete sinnvoll ergänzt wurden.

Der Meßbetrieb begann mit Verlassen der 200-Meilenzone Südafrikas. Die Fahrtroute führte direkt nach Neumayer. Auf diesem Profil wurden überlaufen und vermessen: der Agulhas Ridge, die östlichen Randbereiche vom Meteor Rise und vom Shona Ridge, der Southwest Indian Ridge zwischen der Moshesh und Islas-Orcadas Fracture Zone und die Weddell Abyssal Plain. Hervorzuheben ist die Vermessung eines in der GEBCO Karte nicht verzeichneten Seamounts. Er liegt südöstlich der Triple Junction vom Mid-Atlantic Ridge, America-Antarctic Ridge und Southwest Indian Ridge. Das Vermessungsprofil führt entlang des oberen Drittels der südöstlichen Seite des Seamounts. Seine Kuppe liegt auf 57°57' Süd und 3°3' Ost bei 2000 m Wassertiefe. Die Tiefe des umgebenden Meeresbodens liegt zwischen 4500 m südlich und 5100 m nördlich des Seamounts. Seine Ausdehnung in Nord-Südrichtung beträgt ca. 26 km.

Ein Schwerpunkt der Bathymetrie war die Vermessung des Kontinentalhanges im Bereich des zentralen Filchner Schelfs. Von diesem, meist ganzjährig mit Eis bedeckten Gebiet, liegen keine zuverlässigen bathymetrischen Informationen vor. Die GEBCO Karte zeigt einen wenig strukturierten, gleichmäßig abfallenden Hang, durchzogen von einigen Canyons. Die Vermessung zeigt jedoch einen stark strukturierten, von Erosionsrinnen und Gräben durchzogenen Kontinentalhang. Bis in ca. 700 m Tiefe fällt der Schelf ab, ohne nennenswerte Strukturen aufzuweisen. Zwischen 700 m und 800 m Tiefe bilden sich die ersten Rinnen und Gräben. Zwischen 800 m und ca. 1800 m Tiefe ist der Hang geprägt von einem Gewirr mäandrierender und sich kreuzender Gräben und Rinnen, die bis 300 m tief sind. Ab 1800 m Tiefe werden die Strukturen großräumiger. Leider ließ die Eissituation eine flächendeckende Vermessung dieses Gebietes und eine Fortsetzung der Vermessung in größere Tiefen nicht zu. Die bruchstückhafte Erfassung erschwert die Interpretation der Morphologie (Abb. 13). Der Kartenausschnitt (Abb. 14) zeigt, zur besseren Vorstellung als quasi räumliches Modell dargestellt, exemplarisch den - unvollständigen - Verlauf eines der Gräben.



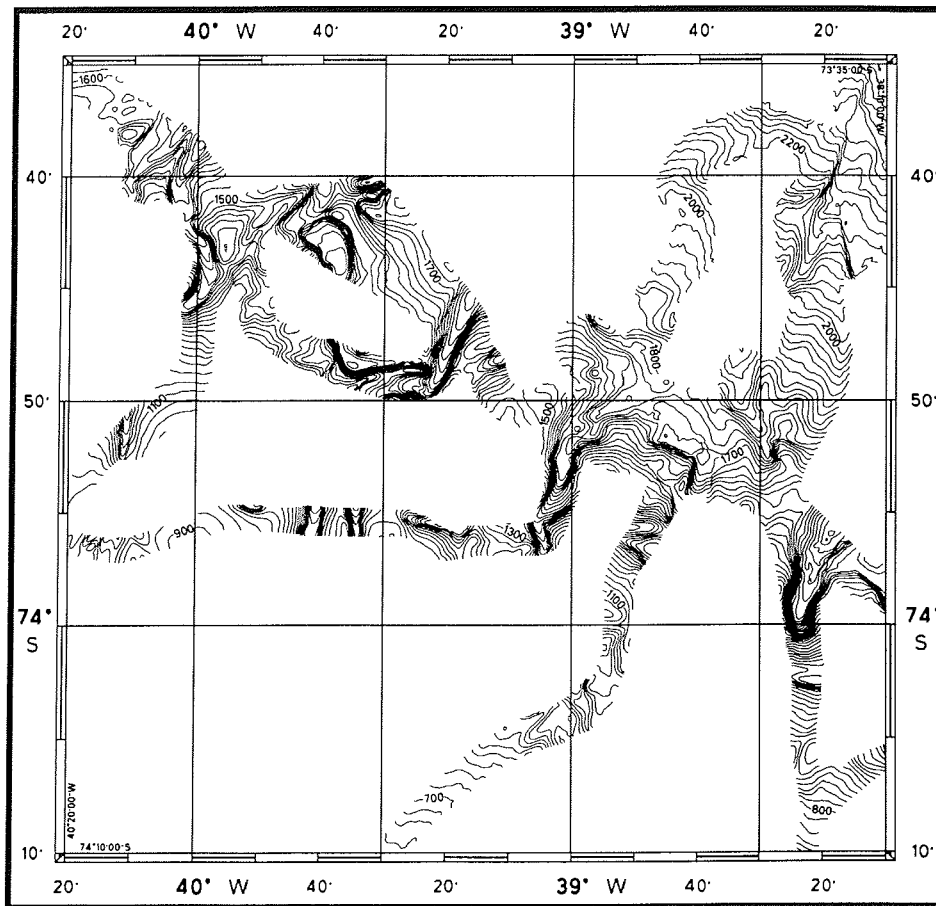


Abb. 13: Isolinienkarte vom Kontinentallhang des zentralen Filchner Schelfs

Fig. 13: Bathymetric chart with part of the continental slope of the central Filchner shelf.

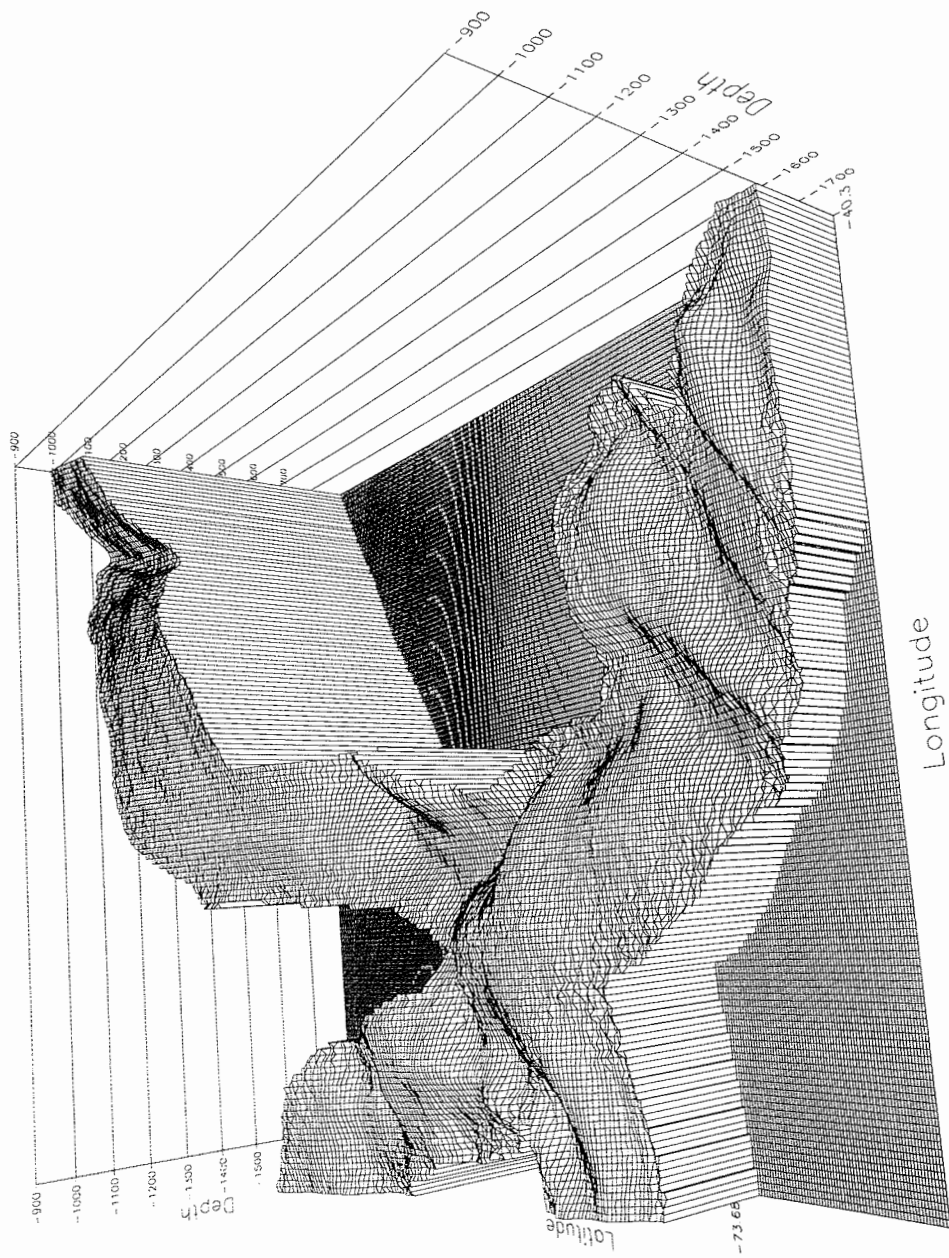


Abb. 14: Graben im Bereich des Kontinentalhanges  
 Fig. 14: Channels across the continental slope

Im Rahmen der Rückladung der Drescher Station wurde das Drescher Inlet befahren und mit zwei Hydrosweep-Profilen detailliert vermessen (Abb. 15). Die Tiefenlinienkarte läßt erkennen, daß der Meeresboden von außen zur Mitte des Inlets langsam von ca. 430 m auf 385 m (bezogen auf 1500 m/s Wasserschallgeschwindigkeit) ansteigt, um dann im hinteren Teil des Inlets wieder auf 425 m Wassertiefe abzufallen. Der Meeresboden im äußeren Teil des Inlets ist wenig strukturiert. Ab der Mitte sind Rinnen zu erkennen, die gegenüber ihrer Umgebung bis zu 15 m Tiefendifferenz aufweisen.

### 3.3 Sidescan

Im Herbst 1994 wurde das Hydrosweep-System der Polarstern um die Möglichkeit erweitert, Sidescan-Daten zu generieren und darzustellen. Dazu wird aus den vorhandenen Amplitudeninformationen der 59 Preformbeams die gemeinsame Einhüllende ermittelt, von der 1024 Amplitudenwerte abgegriffen und zusammen mit den zugehörigen Laufzeiten in einem Sidescan Memory gespeichert werden. Die dann folgende Umrechnung der Amplitudenwerte von der Zeitachse auf die Entfernungsachse (geometrische Entzerrung) kann im Hydrosweep-System wesentlich genauer durchgeführt werden, als das bei konventionellen Sidescansystemen möglich ist, da beim Hydrosweep die Bathymetrie über die ganze Streifenbreite bekannt ist, während die konventionellen Systeme nur die senkrechte Tiefe unter dem Sensor kennen und damit die Entzerrung unter der Annahme eines ebenen Meeresbodens durchführen.

Werden alle Amplitudenwerte, Messung für Messung, entsprechend ihrer Stärke über einer Grauwertskala aufgetragen, ergibt sich ein Bild, das die relative Reflektionseigenschaft des Meeresbodens widerspiegelt. Da die dem einfallenden Signal zugewandten Flächen viel Energie, die dem einfallenden Signal abgewandten Flächen wenig Energie reflektieren, entsteht ein Schattenwurf, der einen plastischen Eindruck der Morphologie des Meeresboden vermittelt. Durch die wesentlich höhere Auflösung von 1024 Amplitudenwerten gegenüber 59 Tiefenwerten können auch sehr kleinräumige Strukturen am Meeresboden erkannt werden. Ein Beispiel zeigt die Abbildung 16. Es ist das Sidescan Image von Eisbergflugspuren am Meeresboden. Die Spuren wurden im Bereich des zentralen Filchner Schelfs, bei ca. 370 m Wassertiefe, gefunden. Die Breite des vermessenen Streifens beträgt 1200 m.

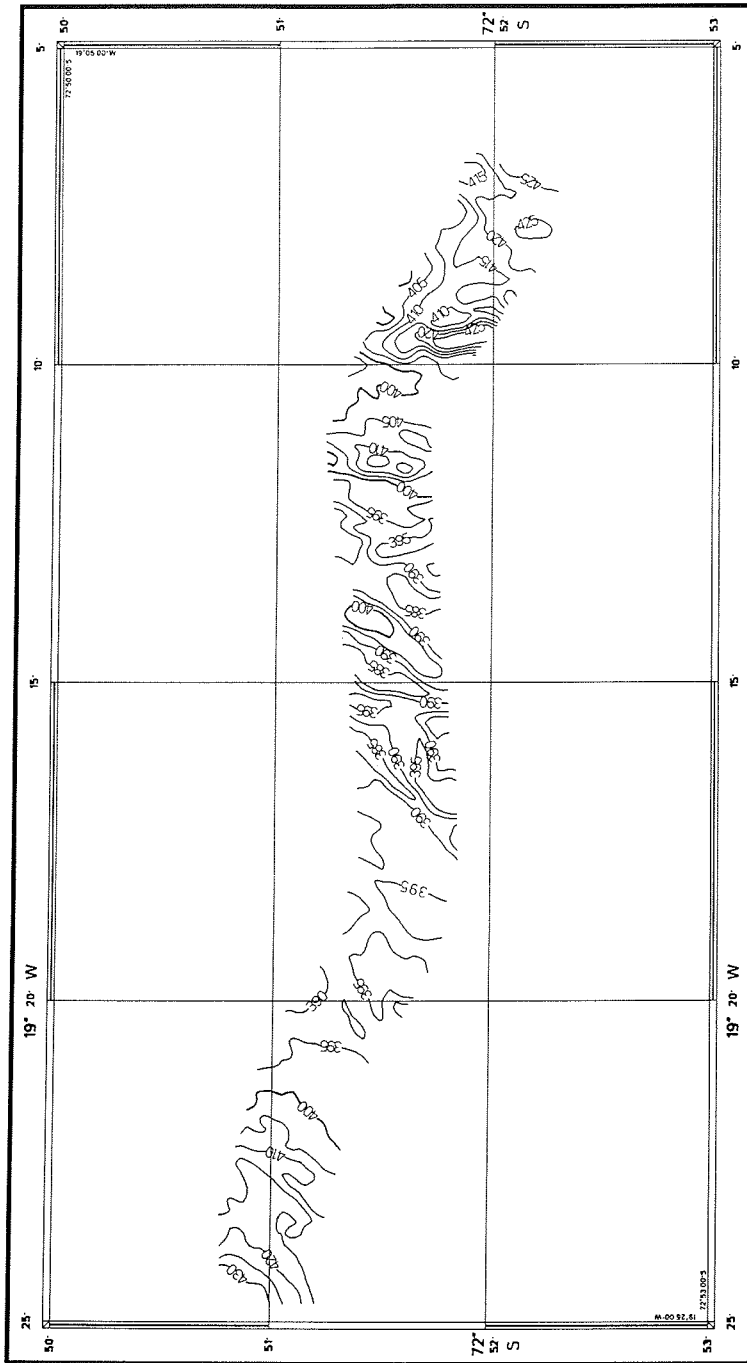


Abb. 15: Isolinienkarte der Bathymetrie des Drescher Inlets  
 Fig. 15: Bathymetric chart of Drescher Inlet

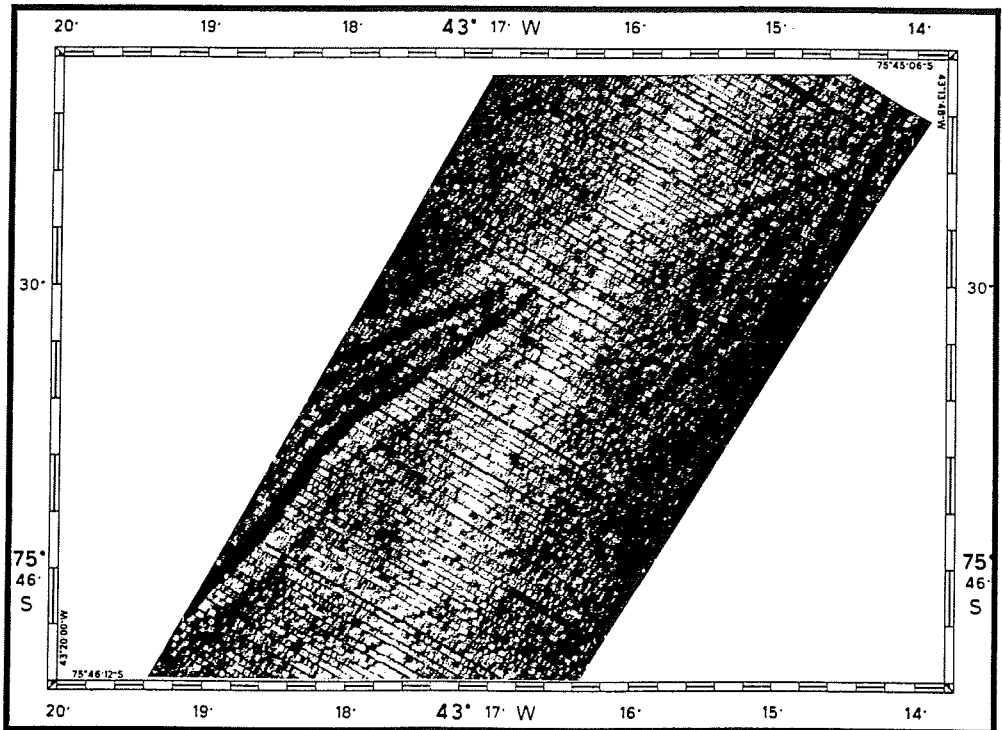


Abb. 16: Sidescan Image einer Eisbergflugspur  
 Fig. 16: Sidescan image of an iceberg plough

4                   **Marine Geophysik**  
(W. Jokat, N. Fechner, U. Kehse, H. Martens, D. Mann,  
K. Morgenstern, M. Studinger)

4.1               Einführung

Das Filchner-Ronne-Schelf gehört aufgrund der permanenten Eisbedeckung des Weddellmeeres, die insbesondere die Verwendung geschleppter Systeme wie Airgun und Streamer beeinträchtigt, zu den größten geophysikalisch unerforschten Schelfgebieten der Antarktis. Seit Beginn der marin-geophysikalischen Forschung Ende der 70er Jahre konnten nur wenige seismische Profile in dieser Region vermessen werden. Diese befinden sich hauptsächlich entlang der Filchner-Ronne-Schelfeiskante, wo sich im Südsommer durch ablandigen Wind und Gezeitenströmung eine schmale Küstenpolynia bildet. Im Frühjahr 1986 brachen drei großen Tafeleisberge vom Filchner Schelfeis ab und liefen nördlich vom Schelfeis auf Grund. Durch diese Eisinseln veränderte sich die Form der Polynia, die sich weiter nach Norden öffnete und so die Möglichkeit zu marin-geophysikalischen Untersuchungen in diesem Gebiet bot. Das Ablösen und Herausdriften einer der Eisinseln im Südsommer 1990 veränderte die Form der Polynia nur unwesentlich.

Satellitenaufnahmen zeigten, daß diese Polynia auch in diesem Südsommer vorhanden war und sich weit nach Norden in den Bereich des Filchner-Ronne-Kontinentalhangs ausdehnte (Abb. 17). Sie bildete das Untersuchungsgebiet für marin-geophysikalische Messungen, die hinsichtlich der geodynamischen bzw. glazialen Geschichte dieses Seegebietes unter folgenden Fragestellungen standen:

- Reflexionsseismische Daten des Norsk Polar Institute (NPI) aus den siebziger Jahren zeigen sedimentäre Fan-Strukturen, die in mehreren Zyklen auftreten. Diese wurden nach der Interpretation von Kuvaas & Kristoffersen (1991) durch Vorstöße des Inlandeises hervorgerufen und deuten an, daß der Kontinentalhang nördlich des Filchner Grabens stark glazial überprägt worden ist. Auf Grund der Eisbedingungen konnten die Daten des NPI aber nur mit einem relativ kurzen Streamer (1000 m) vermessen werden. Die Länge des Streamers reichte nicht aus, um die Meeresbodenmultiplen eliminieren und so eventuelle Zyklen in tieferen Schichten erkennen zu können. Es sollte daher in dieser Saison mit einem 2600 m langen Streamer versucht werden, glaziale Strukturen am Kontinentalhang auch für tieferliegende Schichten zu kartieren.
- Entlang der etwa 700 km langen Schelfeiskante existierten bisher nur zwei Nord-Süd verlaufende reflexionsseismische Profile, die aber zu weit voneinander entfernt sind, um gesicherte Aussagen über die Stratigraphie und die glaziale Überprägung machen zu können. Hier sollte eine Erweiterung des Profilgitters die Korrelation ermöglichen.
- Die geodynamische Entwicklung der Filchner-Rønne Region und damit auch der Westantarktis relativ zur Ostantarktis ist immer noch spekulativ. Ergebnisse von paläomagnetischen Untersuchungen widersprechen den Modellen, die auf der Basis von marin-geophysikalischen Messungen entwickelt

wurden. Ursächlich hierfür ist die geringe Dichte seismischer Profile in dieser Region. Reflexions- und refraktionsseismische Untersuchungen vor der Schelfeiskante sollten weitere Informationen für die geodynamische Entwicklung liefern.

- Ein refraktionsseismisches Profil wurde 1992 vom AWI entlang der Schelfeiskante vermessen. Allerdings konnten damals nur drei Registrierstationen auf dem Schelfeis ausgebracht werden. Bei der Auswertung der Messungen fiel eine Hochgeschwindigkeitsschicht in einer Tiefe von ca. 5 km auf, der eine Niedergeschwindigkeitsschicht unterlagert ist (Hübscher, 1994). In diesem Jahr sollte das Profil bei einem mittleren Stationsabstand von 20 km in östlicher und westlicher Richtung verlängert werden.
- Ein weiteres Zielgebiet für seismische Untersuchungen war die ORION Anomalie, eine West-Ost verlaufende magnetische Anomalie in der vorgelagerten Tiefsee des Filchner-Ronne-Schelfs, die in einigen Modellen als Kontinent-Ozean Grenze interpretiert wird.
- Ergänzend zu den seismischen Untersuchungen sollte kontinuierlich das Schwerefeld der Erde vermessen werden, um in der Kombination mit den seismischen Daten weitere Informationen über den tieferen Untergrund zu erlangen.

#### 4.2. Arbeitsprogramm / Verlauf der Messungen

Die marin-geophysikalischen Profile orientierten sich hinsichtlich der Meßgebiete überwiegend am ozeanographischen Programm. Daher wurden teilweise auch auf den Transferfahrten zwischen CTD-Lokationen seismische Vermessungen durchgeführt. Bereits vor Erreichen des Untersuchungsgebietes war aus Satellitenaufnahmen bekannt, daß die Polynia vor dem Filchner-Ronne-Schelf auch in diesem Jahr vorhanden war und sich weit nach Norden erstreckte. Die rapide Änderung der Eisbedingungen durch Wind und Gezeiten erschwerte allerdings die Planung und die Durchführung der Messungen. Auch durch Erkundungsflüge mit einem Helikopter konnten nur sehr kurzfristige Prognosen erstellt werden; denn häufig hatte sich eine aus der Luft gesichtete Passage im Eis bereits geschlossen, wenn Polarstern wenige Stunden später den Punkt erreichte. So mußten manche Profile vor Erreichen des angestrebten Endpunktes ab- bzw. unterbrochen werden. Andere konnten vermessen werden, obwohl wenige Stunden vorher noch eine geschlossene Eisdecke über dem Untersuchungsgebiet lag.

Das Gesamtprogramm läßt sich hinsichtlich der Meßsysteme wie folgt gliedern:

- Mehrkanal-Reflexionsseismik mit einem 2600 m langen 96-Kanal-Streamer und einem 24-l-Airgun-Array bestehend aus acht VLF-Airguns mit je 3,0 l Kammervolumen,
- Mehrkanal-Reflexionsseismik mit einem 600 m langen 96-Kanal-Streamer und zwei GI-Guns mit je ca. 0,7 l Generator-Kammervolumen bzw. dem

Airgun Array,

- Refraktionsseismik mit bis zu 10 Registrierstationen (REFTEK Apparaturen) auf dem Schelf- bzw. Meereis und zwei Bolt-Airguns mit je 32 l Kammervolumen,
- Schweremessungen mit einem KSS31-Seegravimeter

Die einzelnen seismischen Profile (Abb. 17) sind in Tabelle 5 aufgelistet und lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Reflexionsseismik insges.	2063 Profil-km	63135 Schüsse
davon 2400 m Streamer	1515 Profil-km	22176 Schüsse
und 600 m Streamer	548 Profil-km	40959 Schüsse
Refraktionsseismik	480 Profil-km	3175 Schüsse



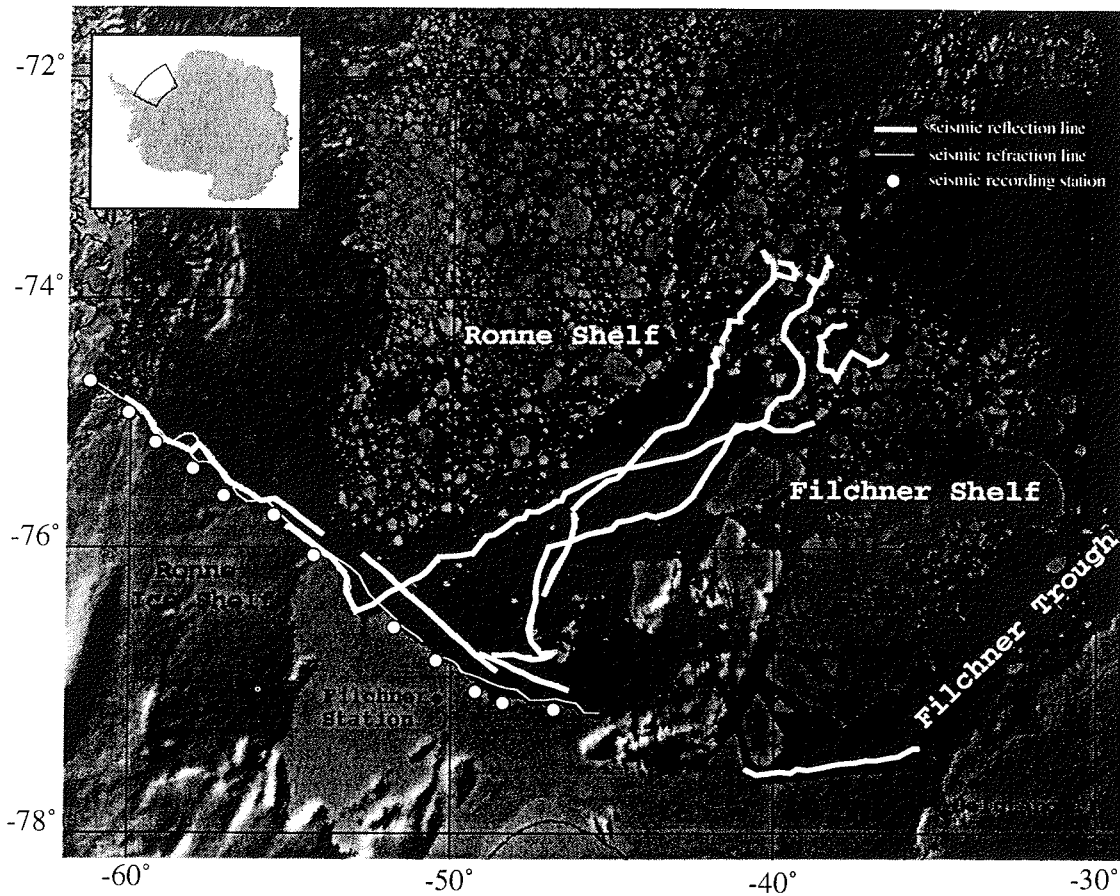


Abb. 17: Auf diesem NOAA-Satelliten-Bild sind alle die reflexions- und refraktionsseismischen Profile (weiße Linien) und Stationen eingezeichnet, die während dieses Fahrtabschnittes vermessen worden sind. Die leicht grauen Gebiete repräsentieren Wolken und die mehr eckigen Strukturen Meereis. Allerdings sind nur Objekte mit einem Durchmesser größer als 1 km auf diesem Bild zu erkennen.

Fig. 17: On the NOAA satellite image all seismic reflection and refraction profiles (white lines) as well as the location of the recording stations of this leg are included. The light-grey areas represent clouds, the more angular structures represent sea ice floes. Only feature with a diameter of more than 1 km can be resolved on the image.

Tab. 5: Seismische Profile während des Abschnittes ANT XII/3.  
 Tab. 5: Seismic profiles during leg ANT XII/3

Schußstatistik ANT XII/3

Profile Number	Start Date / Time		End Date / Time		Source	Streamer	Number of Shots	Length (km)	Start Lat Lon		End Lat Lon	
	Date	Time	Date	Time					Lat	Lon	Lat	Lon
95001	25.01.95	23:23:50	26.01.95	07:01:30	GI	Prakla	2063	72	76.7737 S	48.9783 W	77.0247 S	46.3519 W
95002	26.01.95	18:24:23	27.01.95	02:15:23	VLf	Prakla	2343	71	76.3447 S	47.0459 W	75.7370 S	46.1841 W
95003	27.01.95	03:54:59	27.01.95	12:26:59	VLf	Prakla	2547	87	75.6925 S	46.1515 W	75.1335 S	43.9987 W
95004	27.01.95	14:23:59	27.01.95	22:35:39	GI	Prakla	2927	74	75.1927 S	43.9229 W	74.7516 S	42.0203 W
95005	28.01.95	00:09:20	28.01.95	04:31:00	GI	Prakla	1563	34	74.7129 S	41.9476 W	74.4192 S	41.6668 W
95006	28.01.95	06:02:10	28.01.95	11:08:09	GI	Prakla	1827	37	74.3476 S	41.6093 W	74.0649 S	40.8446 W
95007	28.01.95	12:26:59	28.02.95	17:07:59	GI	Prakla	1530	36	74.0666 S	40.8184 W	73.8192 S	40.0514 W
95008	28.01.95	20:15:44	29.01.95	01:33:59	VLf	Prakla	1240	29	73.8511 S	40.1090 W	73.5930 S	40.3126 W
95009	29.01.95	04:25:45	29.01.95	09:00:45	VLf	Prakla	1095	9	73.7734 S	39.8391 W	73.6887 S	39.8117 W
95010	30.01.95	14:04:11	30.01.95	22:21:11	VLf	Prakla	2472	50	74.2074 S	37.7841 W	74.6513 S	38.0427 W
95011	31.01.95	00:08:49	31.01.95	07:19:39	GI	Prakla	2569	49	74.6431 S	37.9779 W	74.4652 S	36.4715 W
95012	05.02.95	11:11:30	05.02.95	15:52:00	VLf	Syntron	1116	47	76.7776 S	48.6683 W	76.7867 S	46.8252 W
95013	05.02.95	15:52:30	05.02.95	16:15:00	VLf	Syntron	90	4	76.7860 S	46.8214 W	76.7647 S	46.7097 W
95014	05.02.95	16:45:14	05.02.95	17:07:59	VLf	Syntron	91	4	76.7521 S	46.8207 W	76.7815 S	46.8733 W
95015	05.02.95	17:20:29	05.02.95	19:19:59	VLf	Syntron	475	18	76.7896 S	46.9312 W	76.6880 S	47.4729 W
95016	05.02.95	19:31:29	06.02.95	03:32:29	VLf	Syntron	1912	76	76.6723 S	47.4964 W	76.0011 S	46.9708 W
95017	06.02.95	03:32:59	07.02.95	01:31:57	VLf	Syntron	5245	194	76.0071 S	46.9692 W	75.0463 S	41.1308 W
95018	07.02.95	01:32:12	07.02.95	14:58:56	VLf	Syntron	3206	89	75.0460 S	41.1302 W	74.3484 S	39.6487 W
95019	07.02.95	14:59:26	07.02.95	23:14:56	VLf	Syntron	1970	66	74.3477 S	39.6499 W	73.7874 S	38.9586 W
95020	07.02.95	23:24:26	08.02.95	00:38:45	VLf	Syntron	296	12	73.7962 S	38.9180 W	73.8575 S	38.5933 W
95021	08.02.95	00:38:56	08.02.95	04:08:56	VLf	Syntron	836	24	73.8577 S	38.5907 W	73.6537 S	38.3088 W
95030	10.02.95	09:51:35	12.02.95	08:54:12	VLf	Syntron	11069	416	75.0224 S	38.7776 W	76.4633 S	52.8442 W
95040	12.02.95	09:02:27	12.02.95	19:21:26	VLf	Syntron	2461	88	76.4596 S	52.8846 W	75.8536 S	55.0210 W
95050	18.02.95	12:13:00	20.02.95	16:00:00	BOLT	/	2287	353	74.7700 S	60.8939 W	76.7401 S	50.7172 W
95060	20.02.95	23:17:45	21.02.95	13:40:00	VLf	Syntron	3449	131	75.8873 S	54.0348 W	75.2023 S	57.8676 W
95061	21.02.95	13:50:00	21.02.95	14:40:00	VLf	Syntron	200	8	75.2175 S	57.9013 W	75.2705 S	58.1007 W
95062	21.02.95	14:40:15	21.02.95	22:00:00	VLf	Syntron	1759	71	75.2705 S	58.1015 W	74.8496 S	59.9484 W
95070	22.02.95	14:30:45	23.02.95	06:00:00	VLf	Syntron	3717	142	76.0559 S	52.7232 W	76.8870 S	48.5599 W
95080	23.02.95	18:54:00	24.02.95	12:00:00	BOLT	/	888	127	77.2219 S	45.3124 W	76.8279 S	50.0731 W
95090	03.03.95	00:13:15	03.03.95	13:00:00	VLf	Syntron	3067	125	77.4720 S	35.3665 W	77.6328 S	40.5270 W
<b>SUMME</b>							66310	2542				
	Profillänge Refraktionsseismik (gesamt): 480 km											
	Profillänge Reflexionsseismik (gesamt): 2062 km											

Meßanordnung Luftkanonen

## • Airgun Array

Die VLF Airguns wurden in einem neu konstruierten und angefertigten Geräteträger von ca. 2x6 m Länge geschleppt. Der Abstand der Kanonen untereinander betrug ca. 100 cm. Der rahmenförmige Geräteträger wurde über ein Drahtseil vom A-Galgen und beide Beiholer gefahren (Abb. 18). Trotz des hohen Gewichts von mehr als 1,5 t erwies sich die Handhabung des Arrays als unproblematisch. Wie der Geräteträger haben sich auch neue, metallverstärkte Druckluftschläuche hervorragend bewährt. Ausfälle der Kanonen durch Durchscheuern der Druckluftschläuche, Kabelbruch oder Vereisung waren nicht zu verzeichnen. Um einer Vereisung der Kanonen vorzubeugen, wurde der Druckluft durch eine Einspritzanlage etwa alle 100 s ein Frostschutzmittel beigefügt. An Deck wurde der Geräteträger mit einer Plane überzogen und mit Abluft beheizt, um ein Einfrieren der Kanonen zu verhindern.

## • GI-Gun

Die beiden GI-Guns wurden im "True GI 150 Mode" betrieben und, in Bügeln aufgehängt, über den Slip auf der Steuerbordseite gefahren. Der Abstand zwischen den beiden Kanonen betrug 2 m. Der Versorgungsstrang wurde mit einem Netz überzogen, um ihn vor mechanischer Beanspruchung zu schützen. Sofern auch bei stärkerer Eisbedeckung Messungen mit diesem Quellsystem durchgeführt wurden, wurden sowohl die Kanonen als auch der Versorgungsstrang durch ein Drahtseil bzw. eine Kevlarleine schiffsmittig gezogen. Bei Temperaturen deutlich unter dem Gefrierpunkt mußten die Kanonen vor dem Einsatz beheizt werden, da sonst Probleme durch Einfrieren auftraten, die allerdings nach ca. 45 Minuten im Wasser wieder behoben waren.

Meßanordnung Streamer

Für die Profile zwischen den ozeanographischen Stationen, die einen Abstand von ca. 30-40 NM zueinander hatten, wurde nur der kurze Streamer (600 m aktive Länge, 96 Kanäle) verwendet, der in 20 bis 30 Minuten ausgebracht bzw. eingeholt werden kann. Für die übrigen Profile wurde, auch bei etwa 7/10 Eisbedeckung, ausschließlich der lange Streamer (2400 m aktive Länge, 96 Kanäle) verwendet. Die Zeit für das Ausbringen bzw. Einholen dieses Systems beträgt ca. 60 bis 90 Minuten. Aufgrund einer Reparatur im Sommer 1994 mußte der lange Streamer vor dem ersten Einsatz neu tariert werden, damit er in ca. 15 m Tiefe schwimmt. Dazu wurde jede Sektion mit ca. 10 l des Streameröls ISOPAR L aufgefüllt. Mit Hilfe von acht Tiefenreglern (Birds) konnte der Streamer relativ gut auf Tiefen zwischen 5 und 15 m gefahren werden. Bis auf zwei seismische Kanäle arbeitete das Gerät einwandfrei. Der Streamer wurde über eine kugelgelagerte Rolle geführt, die an Bord hergestellt und oberhalb der Winde des kleinen Streamers befestigt wurde. Dies führte zu einer großen Erleichterung beim Auf- und Abtrommeln des Meßkabels und schützt beide Streamer vor Beschädigungen.

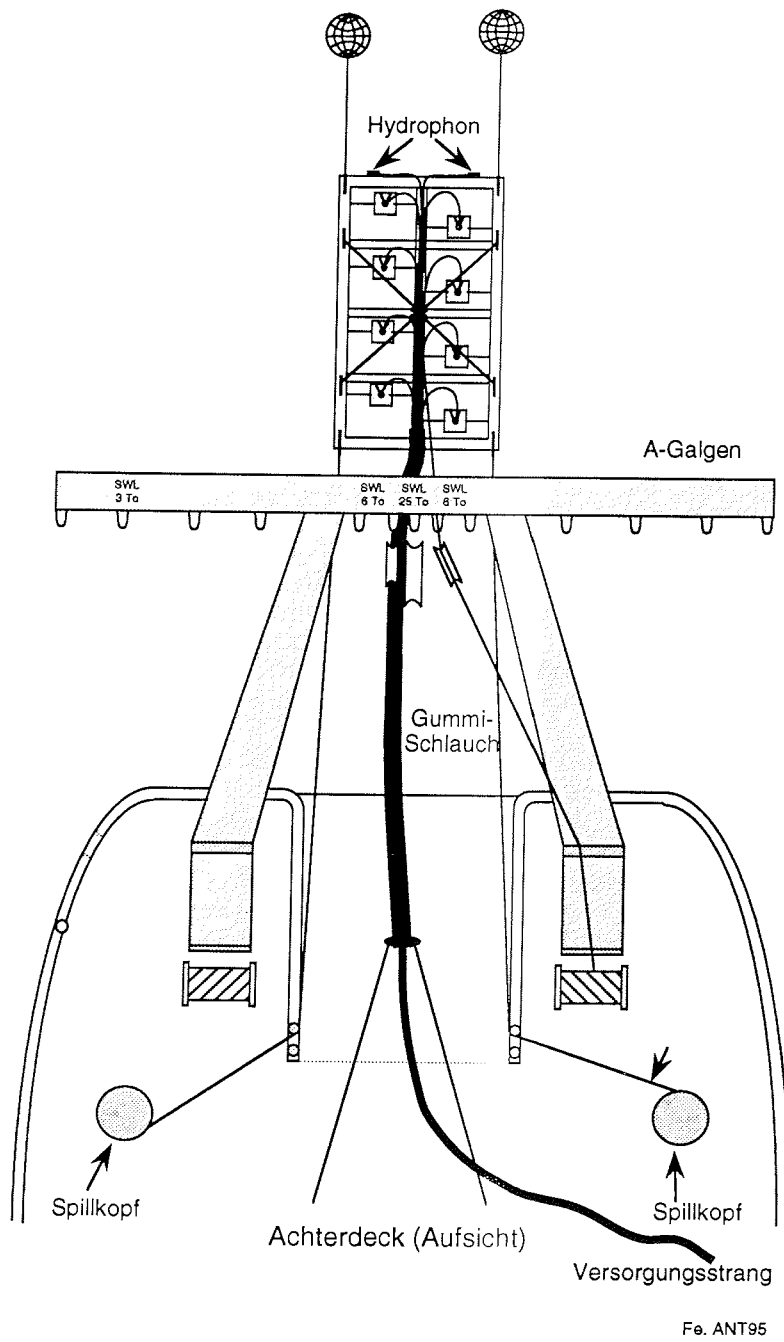


Abb. 18: Schleppanordnung des Airgun-Arrays.  
 Fig. 18: Towing arrangement for the airgun array.

### Registrierapparatur

Die seismischen Daten wurden mit einer EG&G Geometrics ES 2420 Apparatur registriert und, als weitere Verbesserung seit diesem Fahrtabschnitt, auf Cartridges vom Typ 3480 aufgezeichnet. Hierfür waren vom AWI entsprechend modifizierte 3480 Fujitsu Laufwerke beschafft worden. Weder bei der Aufzeichnung noch bei der späteren Bearbeitung der reflexionsseismischen Daten an Bord (s. u.) traten Probleme mit den Laufwerken bzw. Cartridges auf.

### Erste Ergebnisse -Reflexionsseismik-

Aufgrund der beschriebenen Eisverhältnisse ist es möglich gewesen, seismische Profile über das gesamte Schelfgebiet in N-S-Richtung zu vermessen. Sie zeigen in den flachen Tiefenlagen kaum Hinweise für eine glaziale Erosion. Insgesamt vier Profile querten den Kontinentalhang bis zu Wassertiefen von ca. 1500 m. Die kartierte Untergrundsstruktur erlaubt die Interpretation, daß in diesem Bereich über längere geologische Zeiträume kein Schelfeis aufgelegen hat (Abb. 19). Es wurden keine "progradierenden" Schichtabfolgen gefunden, die auf glazialen Einfluß schließen lassen. Die westlichsten Profile deuten auf eine kontinuierliche Ablagerungsgeschichte in dieser Region hin. Diese These wird durch die relativ geringen Wassertiefen von 200-300 m unterstützt. Schelfgebiete entlang der Ostantarktis, die von aufliegendem Inlandeis überprägt worden sind, zeigen durchgehend Wassertiefen von mindestens 500 m. Westlich 40° W konnten leider wegen Zeitmangels und der schwieriger werdenden Eisbedingungen (Abb. 17) keine Profile vermessen werden.

Entlang der Schelfeiskante (Filchner Station bis zur Antarktischen Halbinsel; westlich von Belgrano II) konnten weitere Linien zum ersten Mal mit einem 2600-m-Streamer vermessen werden. Für die spätere Verarbeitung sind Probleme aufgrund der teilweise recht starken Seitenreflexionen von der Schelfeiskante, trotz mehrerer Kilometer Abstand, zu erwarten.

Die geplanten Profile über die ORION Anomalie konnten wegen starker Eisbedeckung und Zeitmangels nicht vermessen werden. Ferner wurde das angestrebte Netzwerk nördlich der Filchner Station zu gunsten der langen Schelfprofile nicht vermessen.

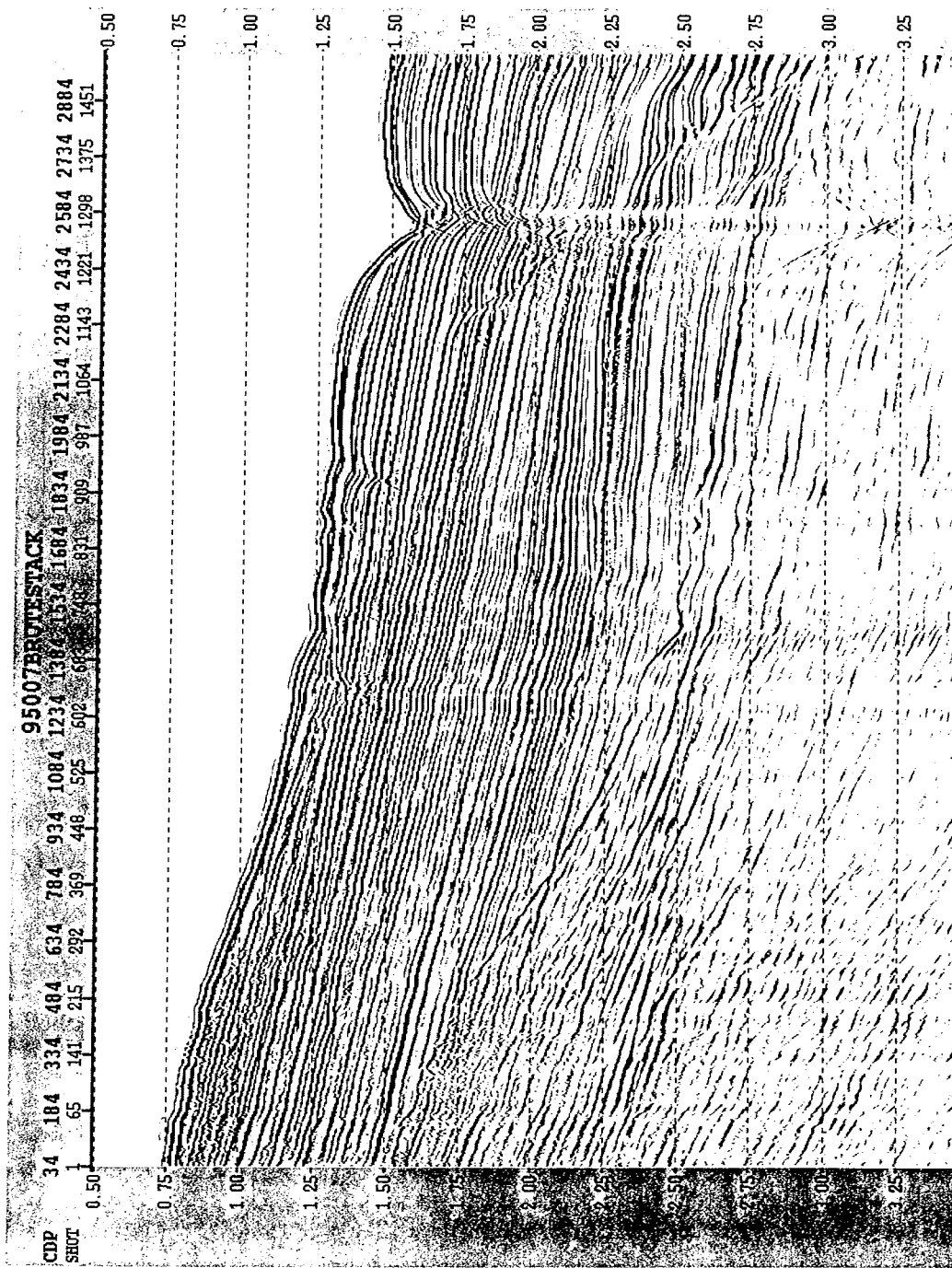


Abb. 19: Seismogramm-Montage des Profils 95007 über den Kontinentalhang.  
 Fig. 19: Seismic profile 95007 across the continental slope.

Ein zweiter Schwerpunkt des marin-geophysikalischen Programms lag in der Messung von refraktionsseismischen Daten entlang der Schelfeiskante (Abb. 17). Die Daten dienen vor allem der Charakteristik der Krustenstruktur und damit der Eingrenzung der möglichen tektonischen Modelle für diese Region. Hierfür sollten automatische Registrierstationen (Typ REFTEK) entlang der Schelfeiskante plziert werden, um die Signale, die von großvolumigen Luftpulsern (2x32 l) auf FS Polarstern erzeugt wurden, zu registrieren. Schwerpunktgebiet für das Experiment sollte das Seegebiet zwischen Berkner Island und der Antarktischen Halbinsel sein.

#### Meßanordnung Kanonen

Da die Ankopplung der Geophone auf der lockeren Firnschicht des Schelfeises im allgemeinen schlechter als auf anstehendem Gestein ist, muß eine möglichst große seismische Energie erzeugt werden, um dennoch große Reichweiten des Signals zu erreichen. Aus diesem Grunde wurden, wie bereits während der Sommerkampagne des AWI in Ostgrönland, zwei Bolt-Airguns mit je 32 l Kammervolumen als Quelle eingesetzt. Da das AWI nur über eine derartige Quelle verfügt, wurde auch für diese Expedition eine zweite vom Atlantic Geoscience Center, Halifax (Kanada) ausgeliehen. Bedingt durch ein unterschiedliches Baujahr differieren die beiden sonst baugleichen Kanonen im Design und in der Aufhängung voneinander (Abb. 20). Beide Kanonen wurden über den A-Galgen in ca. 10 m Tiefe gefahren (Abb. 21). Das Schußintervall betrug 60 s. Die Handhabung an Deck erwies sich als unproblematisch. Beide Kanonen arbeiteten zuverlässig. Es hat sich bewährt, die Kanonen erst kurz vor dem geplanten Profilbeginn auf das Arbeitsdeck zu bringen, abzudecken und zu beheizen. Andernfalls traten Probleme beim Schließen der Kanonen auf.

#### Meßanordnung Registrierstationen

Für die Aufzeichnung der Signale standen 10 automatische Registrierapparaturen der Firma RefTek zur Verfügung. Bei sechs dieser Geräte (Typ A 72-08) wurden die Daten auf eine 440 bzw. 1000 Mb große Festplatte gespeichert, die übrigen Geräte (Typ A 72-07) sind mit einem DAT-Laufwerk ausgestattet. Während der Profile wurden die Geräte an 13 Lokationen auf dem Schelf- bzw. Meereis aufgebaut. Die Lokationen und die Belegung der Kanäle geht aus Tabelle 6 hervor. Zwölf Stationen arbeiteten einwandfrei, ein Gerät fiel während der Messung aus. Trotz einer Wartung der Geräte durch den Hersteller zeigen die Registrierungen der Stationen vom Typ A 72-08 erneut ein teilweise starkes Übersprechen des Zeitzeichens.

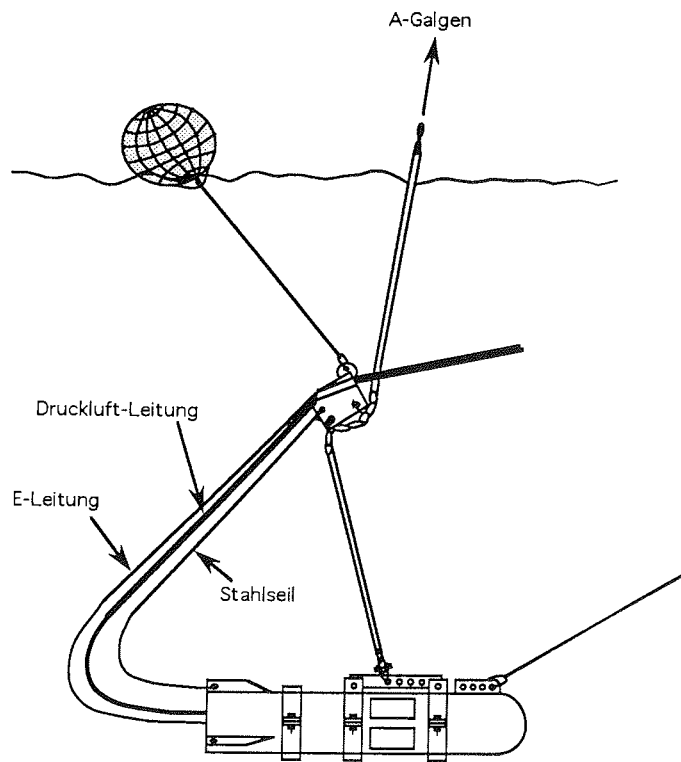


Abb. 20a: Aufhängung der BOLT (AWI) Airguns im Wasser.  
 Fig. 20a: Towing arrangement of the BOLT (AWI) airguns.



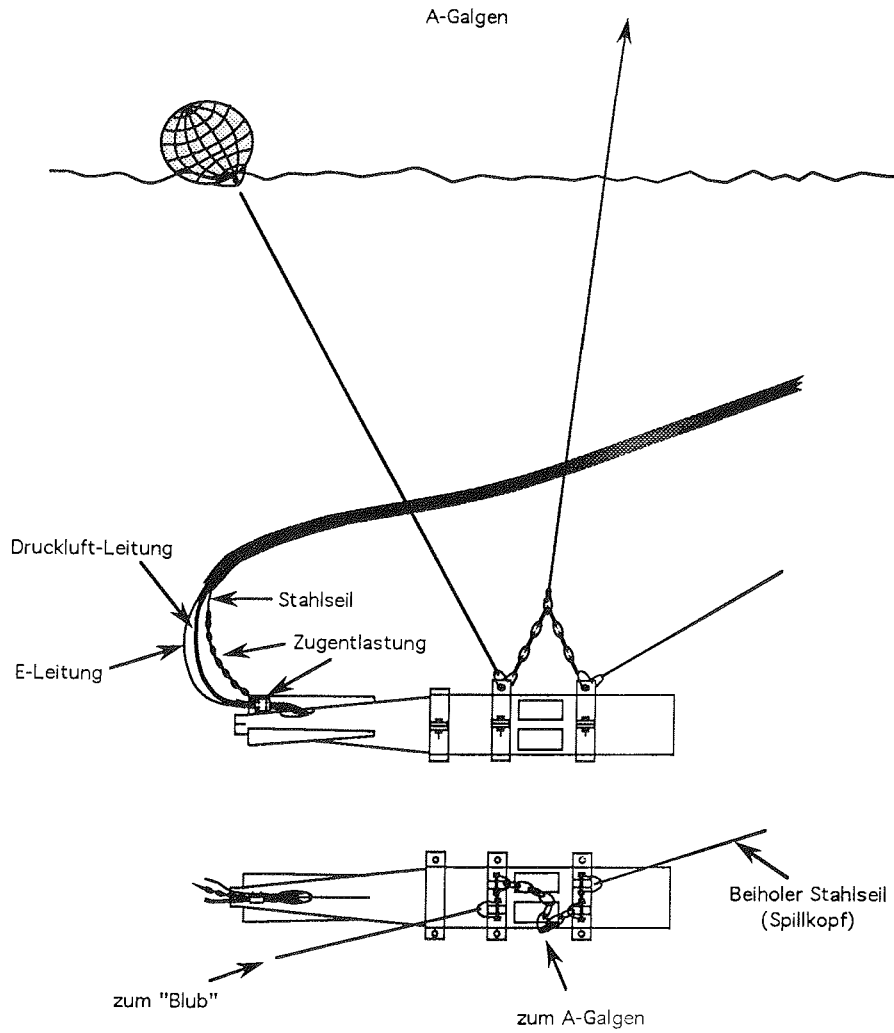


Abb. 20b: Aufhängung der BOLT Airguns im Wasser (Atlantic Geoscience Center, Dartmouth, Canada)

Fig. 20b: Towing arrangement of the BOLT airguns (Atlantic Geoscience Center, Dartmouth, Canada)

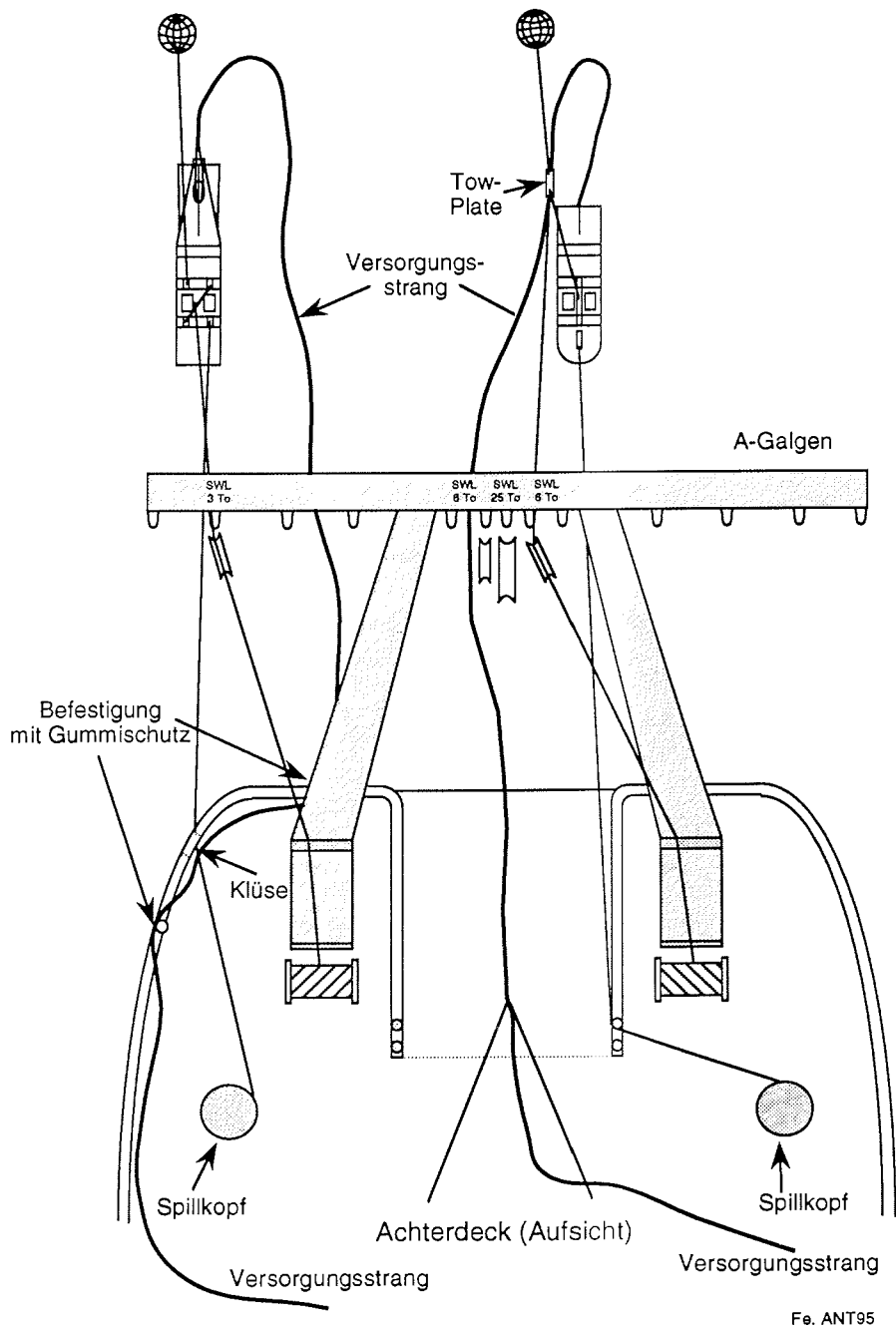


Abb. 21: Schleppanordnung der beiden BOLT-Airguns.  
 Fig. 21: Towing arrangement of both BOLT-airguns.

Tab. 6: REFTEK-Stationen und Kanalbelegung

Tab. 6: REFTEK stations and the geophone description of each channel

### Stationsliste Profil 95050

Station Station	Name Name	Breite Latitude	Länge Longitude	Höhe [ft] Altitude [ft]	Kanäle / Channels		
					1	2	3
051	AWI02	S 74° 45.59'	W 61° 02.13'	90	3x6 Z	3x6 Z	3x6 Z
052	AWI03	S 74° 58.33'	W 59° 53.04'	120	3x6 Z	3x6 Z	3x6 Z
053	AWI09	S 75° 11.40'	W 58° 55.53'	100	3x6 Z	3x6 Z	3x6 Z
054	AWI07	S 75° 24.09'	W 57° 46.83'	130	3x6 Z	3x6 Z	3x6 Z
055	AWI05	S 75° 37.51'	W 56° 48.08'	140	3x6 Z	3x6 Z	3x6 Z
056	AWI01	S 75° 47.58'	W 55° 20.04'	110	3x6 Z	3x6 Z	3x6 Z
057	AWI04	S 76° 04.16'	W 54° 01.19'	ca. 100	3x6 Z	3x6 Z	3x6 Z
058	AWI10	S 76° 37.25'	W 51° 36.76'	110	3x6 Z	3x6 Z	3x6 Z
059	AWI06	S 76° 50.69'	W 50° 14.80'	180	3x6 Z	3x6 Z	3x6 Z

### Stationsliste Profil 95080

Station Station	Name Name	Breite Latitude	Länge Longitude	Höhe [ft] Altitude [ft]	Kanäle / Channels		
					1	2	3
083	AWI09	S 77° 05.05'	W 49° 06.56'	5	3x6 Z	6x6 Z	
084	AWI08	S 77° 06.79'	W 48° 21.82'	5	3x6 Z	2x6 Z	
085	AWI06	S 77° 09.66'	W 46° 52.67'	ca. 90	3x6 Z	3x6 Z	2x6 Z

### Verlauf der Messungen

Entgegen der Planung konnten die automatischen Stationen nicht während der Durchführung des ozeanographischen Schnittes entlang der Schelfeiskante ausgebracht werden. Die Eisbedingungen waren zu diesem Zeitpunkt so schlecht, daß das Arbeiten mit einem geschleppten System (Airgun) möglich war. Erst nach Beendigung der ozeanographischen Arbeiten an der Halbinsel stellte sich schlagartig Südwind ein, der innerhalb kurzer Zeit eine Polynia erzeugte. Die vorbereiteten automatischen Stationen wurden nun doch ausgeflogen, um die Signale zu registrieren. Da nur wenig Zeit für das Vermessen des Profils verblieb, mußte ein Stationsabstand von ca. 40 km gewählt werden. Insgesamt wurden entlang des Profils 95050 neun REFTEK-Geräte ausgeflogen (Abb. 17). Die letzte wurde 20 km östlich der Filchner Station aufgebaut. Zwei ausgedehnte Eisfelder verursachten Profilunterbrechungen. Die Schuß-Empfänger-Distanzen waren groß genug (ca. 120 km), um refraktierte Signale ( $P_n$ ) von der Kruste-Mantel-Grenze zu registrieren. Drei weitere Stationen wurden östlich der Filchner Station für das Profil 95080 ausgebracht (Abb. 17). Auf Grund der Eis- und der Wetterverhältnisse sowie der zeitlichen Begrenzung durch die Beladung vor Filchner konnte nur ein relativ kurzes Profil geschossen werden. Der Schußpunktabstand betrug auf beiden Profilen ca. 150 m (Schußintervall 60 s bei 5 km Fahrt).

### Erste Ergebnisse -Refraktionsseismik-

Seitens des AWI wurden 1992 in diesem Gebiet erstmals Refraktionsdaten mit dichtem Schußpunktabstand gesammelt. Allerdings konnten damals nur insgesamt drei automatische Stationen eingesetzt werden. Eine Auswertung der Daten findet sich bei Hübscher (1994). In dieser Saison sollte die Stationsdichte erhöht werden, um ein gesichertes Krustenmodell entlang der 600 km langen Schelfeiskante zu erhalten. Geplant war ein Stationsabstand von 20 km. Auf Grund der wechselhaften Wetterbedingungen konnte aber nur ein mittlerer Stationsabstand von ca. 40 km erreicht werden (Tab. 6). Erste Analysen bestätigen das von Hübscher (1994) erstellte Modell für die Sedimente und die Ober- und Unterkruste. Insbesondere die Hochgeschwindigkeitsschicht in etwa 5 km Tiefe und die darunter folgende Niedergeschwindigkeitsschicht sind jetzt durch mehrere Stationen belegt. Die Stationen in der Nähe der Antarktischen Halbinsel zeigen deutliche laterale Variationen im Krustenaufbau. Das kristalline Basement ( $v_p = 5,0$  km/s) findet sich direkt unter einer dünnen Schicht glazialer Sedimente (Abb. 22). Detaillierte Aussagen können allerdings erst nach einer 2D-Modellierung in Kombination mit der Auswertung der ebenfalls vorhandenen Reflexionsdaten gemacht werden.

## 4.5 Gravimetrie

Ergänzend zu den seismischen Messungen wurden während des gesamten Fahrtabschnittes Schweremessungen mit einem an Bord von Polarstern fest installierten KSS31-Seegravimeter durchgeführt. Das Gerät der Firma Bodenseewerke arbeitete ohne jegliche Probleme. Die Daten wurden digital von einer MikroVax aufgezeichnet. Anschlußwerte wurden in Kapstadt und Punta Arenas (Bunkerpier) genommen. Die Daten sollen in das bereits vorhandene Profilnetz eingebunden und modelliert werden.

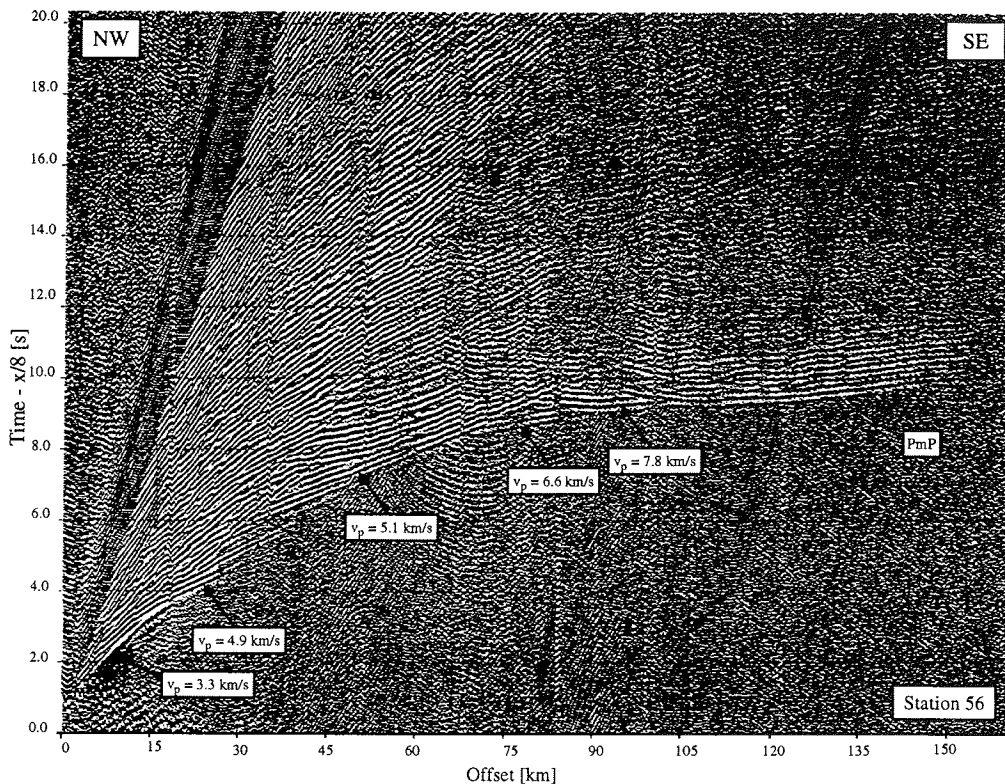


Abb. 22: Seismogramm-Montage der Station 056 (Profil 95050) mit schwachem Übersprechen des Zeitzeichens.

Fig. 22: Seismic section of station 056 (profile 95050) with cross-talking of the time signal.

#### 4.6 Datenverarbeitung

Die Bearbeitung der seismischen Daten erfolgte sofort nach deren Erfassung auf einem an Bord fest installierten CONVEX-3410-EX-Vektorrechner mit dem kommerziellen Programmpaket DISCO. Hard- und Software liefen während des gesamten Fahrtabschnittes ohne Probleme.

Das Demultiplexen und das Erstellen von Kontrollplots der reflexionsseismischen Daten wurde bereits abgeschlossen. Bis auf die letzten beiden Profile konnte auch eine CMP-Sortierung der Daten vorgenommen werden. Ferner wurden erste Probestapelungen und diverse Tests zur Multiplen- und Ghostunterdrückung sowie zur Frequenzfilterung durchgeführt (Tabelle 7).

Die refraktionsseismischen Daten wurden von den DAT-Feldkassetten auf die Platten des Rechners eingelesen und demultiplext. Die dazu benötigten Navigationsdaten wurden von der Bathymetrie-Arbeitsgruppe bereitgestellt. Die fertig bearbeiteten Seismogramm-Montagen standen bereits etwa einen Tag nach Beendigung der Aufzeichnungen für die Begutachtung und die Interpretation zur Verfügung.

Tab. 7: Datenverarbeitung an Bord von Polarstern.  
 Tab. 7. Data processing on board of Polarstern.

Seismik Processing - ANT-XII/3 -1995 -

Profile	Exp. Type	Lead-in (m)	Chan	Group (m)	RL (s)	SR (ms)	Shot Interv. (s)	Field-Cartridge No.	Demulti-plex	Cartridge No.	Geometry	Sorting	Velocity Anal.	Brutestack Plot/Mute	Final Stack	Migration	Sonobuoys
95001	Reflec.	180	96	6,25	7	1	10	F00000-F00022	25. Jan 95	C05361-C05391	31. Jan 95	01. Feb 95					
95002	Reflec.	180	96	6,25	10	2	12	0023-0036	26. Jan 95	5392-5406	31. Jan 95	01. Feb 95					
95003	Reflec.	185	96	6,25	10	2	12	0037-0051	27. Jan 95	5407-5422	02. Feb 95	02. Feb 95					
95004	Reflec.	180	96	6,25	5	1	10	0052-0068	27. Jan 95	5423-5447	02. Feb 95	03. Feb 95					
95005	Reflec.	180	96	6,25	5	1	10	0069-0077	28. Jan 95	5448-5460	03. Feb 95	03. Feb 95					
95006	Reflec.	180	96	6,25	5	1	10	0078-0088	28. Jan 95	5461-5475	03. Feb 95	03. Feb 95					
95007	Reflec.	180	96	6,25	5	1	10	0089-0097	28. Jan 95	5476-5488	03. Feb 95	04. Feb 95					
95008	Reflec.	175	96	6,25	10	2	15	0098-0106	28. Jan 95	5489-5499	04. Feb 95	04. Feb 95					
95009	Reflec.	175	96	6,25	10	2	15	0107-0113	29. Jan 95	5500-5508	04. Feb 95	04. Feb 95					
95010	Reflec.	175	96	6,25	8	2	12	0114-0125	30. Jan 95	5509-5525	05. Feb 95	05. Feb 95					
95011	Reflec.	180	96	6,25	6	1	10	0126-0144	31. Jan 95	5526-5557	05. Feb 95	05. Feb 95					
95012	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0145-0152	06. Feb 95	5736-5746	06. Feb 95	06. Feb 95					
95013	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0152-0153	06. Feb 95	5747-5749	06. Feb 95	06. Feb 95					
95014	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0153-0154	06. Feb 95	5750-5751	07. Feb 95	07. Feb 95					
95015	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0154-0158	06. Feb 95	5752-5757	07. Feb 95	07. Feb 95					
95016	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0158-0171	06. Feb 95	5758-5811	08. Feb 95	08. Feb 95					
95017	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0171-0206	08. Feb 95	5812-5861	10. Feb 95	13. Feb 95					
95018	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0206-0228	09. Feb 95	5862-5892	14. Feb 95	15. Feb 95					
95019	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0228-0241	10. Feb 95	5893-5911	16. Feb 95	17. Feb 95					
95020	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0242-0243	10. Feb 95	5912-5914	16. Feb 95	16. Feb 95					
95021	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0244-0249	11. Feb 95	5915-5922	16. Feb 95	16. Feb 95					
95030	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0250-0324	13. Feb 95	5970-6074	16. Feb 95	20. Feb 95					
95040	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0325-0341	14. Feb 95	6075-6098	16. Feb 95	20. Feb 95					
95050	Refrac.		1		1	1	60	342	04. Mär 95	6139							
95060	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0343-0366	04. Mär 95	6140-6173							
95061	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0366-0367	05. Mär 95	6174-6176							
95062	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0368-0379	05. Mär 95	6177-6193							
95070	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0380-0404	06. Mär 95	6194-6228							
95080	Refrac.		1		1	1	60	405	06. Mär 95	6229							
95090	Reflec.	219	96	25,00	12	2	15	0406-0426	07. Mär 95	6230-6258							

**Biologische Untersuchungen im Drescher Inlet -  
Meereislebensgemeinschaften und Weddellrobben**  
(J. Plötz, H. Bornemann, M. Gleitz, S. Günther)

Vom 18. Januar bis 5. März führten vier Biologen (von einem Feldcamp aus) Untersuchungen an Eisalgen und Weddellrobben im Drescher Inlet durch. Während des 47tägigen Aufenthalts wurden die Feldarbeiten durch insgesamt 17 Tage Schneedrift unterbrochen. Die Meereisbedingungen waren günstig. Bis zur dritten Februarwoche blieb das etwa 20 km lange Inlet völlig geschlossen. Durch den Ende Februar verstärkt einsetzenden Eisaufbruch waren zum Schluß der Kampagne nur noch 2 km Meereis im hinteren Bereich des Inlets vorhanden.

### 5.1 Logistik

Die Station aus 4 Fiberglas-Iglus wurde von 2 Helikoptern im hinteren Inletbereich auf dem angrenzenden Schelfeis abgesetzt. Trotz ungünstiger Witterung war die Station mit 25 Transportflügen in 5 Stunden komplett aufgebaut. Für den Abbau wurden nur 3 Stunden benötigt, da Polarstern in das eisfreie Inlet hineinfahren konnte und sich deshalb der Transportweg für die Helikopter erheblich verkürzte.

Die Hauptstromversorgung erfolgte über zwei 5-kW-Generatoren. Sie wurden im Freien aufgestellt; eine Alu-Gerüstbrücke auf Zargeskisten diente als Stelage. Die Gesamtlaufzeit beider Generatoren betrug 239 Stunden, die mittlere Laufzeit 5 Stunden pro Tag. Die zwei Schlafiglus wurden während der Abendstunden mit 2-kW-Heizlüftern durchgewärmt, der Kücheniglu und Laboriglu wechselweise mit Propangas oder einem 2-kW-Heizlüfter. Gebraten wurde mit zwei 2-kW-Friteusen außerhalb der Hütte und gekocht mit einem Propangas-Zweiflammer. Als Schneeschmelze diente ein 1,8-kW-Einkochtopf. Bei geringem Strombedarf, z.B. für den Gefrierschrank oder Funk, wurde ein 2-kW-Generator eingesetzt, bei Arbeiten auf dem Meereis ein 1-kW-Generator. Für Fahrten zum Inlet standen 3 Skidoos (1 Reserve) bereit. Während der 47 Tage Aufenthalt wurden 1300 Liter Benzin und 95 kg Propangas verbraucht.

Sämtliche Papier-, Plastik-, Glas-, Metallabfälle und Speisereste wurden auf der Station getrennt, in verschließbaren Plastikübeln aufbewahrt und später zum Schiff transportiert. Gemäß der neuen Umweltschutzaufgaben wurde dem 1. Offizier eine Auflistung der von der Drescher Station rückgeführten Abfälle, Treibstofffässer und Altöle übergeben ("Belegbogen zum Expeditions-Abfalltagebuch des AWI"). Insgesamt fielen 310 kg Müll an, davon 90 kg Papier, 80 kg Metall, 50 kg Plastik, 50 kg Glas und 40 kg Speisereste. Zwei Liter Altöl wurden im Schiff (Sloptank No. 38) entsorgt. Zur Station mitgenommene und später rückgeführte Chemikalien sind vom Ladungsoffizier auf einer gesonderten Gefahrentabelle erfaßt.

5.2 Weddellrobben  
(J. Plötz, H. Bornemann)

Fragestellung

Ergebnisse früherer Untersuchungen im Drescher Inlet haben gezeigt, daß Weddellrobben Wassertiefen um die 150 m und den Meeresboden in etwa 450 m Tiefe bevorzugt aufsuchten. Daher war zu vermuten, daß die Robben besonders in diesen beiden Tiefenbereichen Nahrung finden. Das markante Tauchverhalten führte zur Zielsetzung, die Nahrungsaufnahme der Robben im Pelagial und am Meeresboden zu messen und zu quantifizieren. Wir entwickelten ein neues Meßsystem zur gleichzeitigen Erfassung von Tauchtiefe, Magentemperatur und Kieferaktivität der Robben. Das Schlucken "kalter" Nahrung verursacht einen spontanen Abfall der Magentemperatur. Die Dauer der anschließenden Aufheizphase ist abhängig von der Menge frisch aufgenommener Nahrung und von der im Magen bereits vorhandenen Nahrungsmenge. Der gesamte Temperaturverlauf wird von einer Magensonde (Schluckkapsel) registriert und gibt Auskunft über das Nahrungsgewicht. Um den Fang einzelner, auch kleiner Beutetiere in möglichst hoher zeitlicher Auflösung zu erfassen, wurde zusätzlich die Anzahl der Kieferschläge der Robben gemessen.

Arbeitsprogramm

Die Datenlogger waren jeweils einzeln in verschraubbaren Titanröhrchen (120 x 22 mm) untergebracht. Um Wassereintritt zu verhindern, wurden die Röhrchen kurz vor dem Einsatz mit einer inerten Flüssigkeit (FC-77) gefüllt. Vor dem Anbringen der Datenlogger wurde die Robbe narkotisiert. Die Magentemperatursonde wurde der narkotisierten Robbe durch ein Schlundrohr eingegeben. Zur Messung der Kieferaktivität wurde am Haarsaum der Oberlippe ein Reedkontakt (10 x 2 mm) und an der Unterlippe ein Flachmagnet (10 x 10 mm) aufgeklebt. Für das Anbringen der externen Logger wurde das Fell im Schulterbereich getrocknet und entfettet, anschließend eine flexible Netzmatte (10 x 15 cm) mit Epoxidharz aufgeklebt und die Titanröhrchen mit Schlauchschellen an der Matte fixiert. Nicht wiedergefundene Robben verlieren die Matten spätestens beim nächsten Haarwechsel.

Auf der Suche nach ausgerüsteten Robben wurden die Liegeplätze an den Meereisspalten an drifffreien Tagen regelmäßig kontrolliert. Zur Rückgewinnung der Magentemperatursonden mußten größere Robben getötet werden. An kleineren (jüngeren) Robben konnte die Sonde unter Verwendung eines Endoskops dem Magen entnommen werden. Vorab wurde an der narkotisierten Robbe mit einem Metalldetektor überprüft, ob sich das Titanröhrchen noch im Magen befand.

Datensichtung

Insgesamt wurden 13 Robben ausgerüstet, drei wurden nicht wiedergefunden. Das neue Meßsystem bewährte sich gut. Nur einer der 36 rückgewonnenen Datenlogger war durch Wassereintritt ausgefallen; 3 Magensonden gingen durch Regurgitation des Mageninhalts verloren. Die Speicherkapazität der Logger reichte für 13 Tage. An den 10 wiedergefundenen Robben wurden Zeitreihen von zusammengefaßt 103 Tagen mit 3 - 4 Meßparametern (9500 Datenstunden) zu je 8-s-Meßintervallen registriert.



Mit den gewonnenen Daten sollen Aussagen getroffen werden über den Beutefang-erfolg in Abhängigkeit zur Tauchtiefe, Anzahl der Tauchgänge und Dauer der Aktivphase. Aufgrund der hohen Datenaufösung sind interessante Einblicke in das Beutefangverhalten der Robben zu erwarten. Es soll auch geprüft werden, ob die Robben nach dem massiven Eisaufruch im Inlet Änderungen im Tauchverhalten und bei der Nahrungssuche zeigen. Eine überdurchschnittlich lang andauernde Aktivphase von 3 Tagen zeigte ein Robbenbulle (Abb. 23). Er führte 81 Tauchgänge zum Meeresboden und 23 ins Pelagial durch und legte dabei insgesamt eine Strecke von etwa 130 km zurück. Abbildung 24 gibt ein Beispiel für Nahrungsaufnahmen im Pelagial. Der einstündige Datenausschnitt zeigt ein besonders deutliches Freßereignis mit einem Abfall der Magentemperatur um 21° C, die Anzahl der Kieferöffnungen ist durch Dreiecke dargestellt.

Zum Zeitpunkt des Stationsabbaus wurde auf FS "Polarstern" von der Bathymetrie-Arbeitsgruppe das Meeresbodenprofil des Drescher Inlets aufgenommen und von den Ozeanographen eine CTD gefahren. Eine erste Sichtung der Hydrosweep-Meßdaten (Abb. 15) ergab interessante Zusammenhänge zwischen der Meeresbodenstruktur des Inlets und den maximalen Tauchtiefen der Robben. Außerdem konnte mit der CTD eine deutlich ausgeprägte Sprungschicht in 150 m Wassertiefe gemessen werden - exakt der Bereich, den die Robben bei ihren rein pelagischen Tauchgängen aufsuchen.

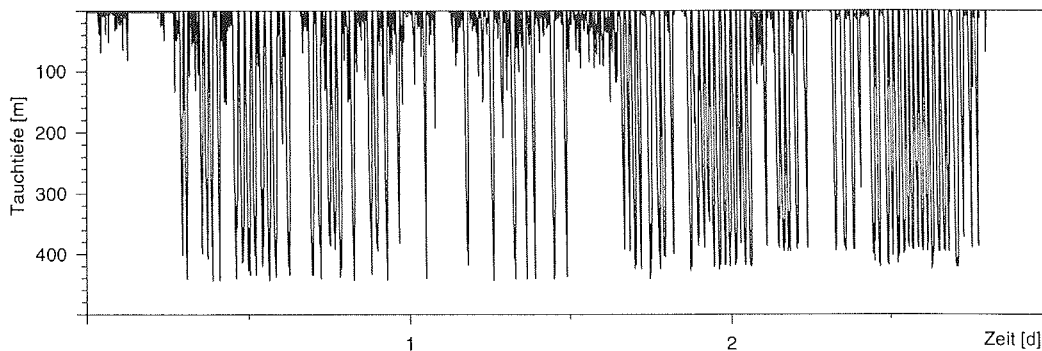


Abb. 23: Tauchprofil einer Weddellrobbe über 3 Tage. Beginn: 01.02.95, 12 Uhr  
Fig. 23: Diving diagram of the Weddell seal for a duration of three days (start: 01.02.95, 12:00)

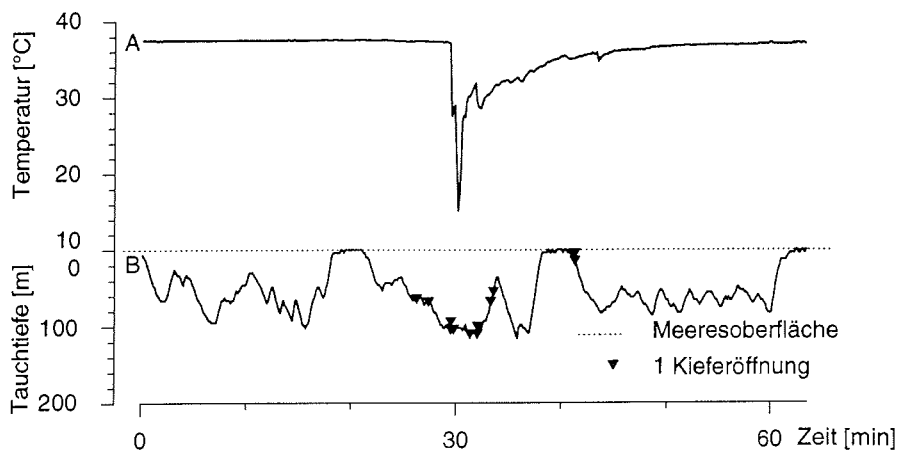


Abb. 24: Nahrungsaufnahme einer Weddellrobbe im Pelagial.

A = Magentemperatur, B = Tauchprofil

Fig. 24: Ingestion of a Weddell seal in pelagic depths.

A= Stomage temperature, B= diving profile

### 5.3 Meereislebensgemeinschaften (M. Gleitz, S. Günther)

#### Fragestellung

In den Meeresgebieten entlang der Schelfeiskante lagert sich Plättcheneis, das in tieferen Wasserschichten gebildet wird, in z.T. mehrere Meter mächtigen Schichten unter der festen Meereismatrix an. Aus anderen Gebieten, z.B. dem Rossmeer, ist bekannt, daß die Plättcheneisschicht einer diversen mikrobiellen Gemeinschaft als Lebensraum dient. Im Gegensatz dazu liegen über die Besiedlung der Plättcheneisschichten im südlichen Weddellmeer nur unzureichend Daten vor. Insbesondere das Plättcheneis unter dem Festeis ist bisher nicht systematisch bearbeitet worden. Die Untersuchungen im Drescher Inlet hatten zum Ziel, das Vorkommen und die Besiedlung von Plättcheneisschichten durch auto- und heterotrophe Organismen sowie deren saisonale Dynamik zu erfassen. Um die Bedeutung der Plättcheneisgemeinschaft für pelagische Nahrungsnetze einzuschätzen, wurden vergleichende Untersuchungen auch am festen Meereis sowie an der Untereiswassersäule durchgeführt.

#### Arbeitsprogramm

Die Untersuchungen wurden in der Zeit vom 23. Januar bis 23. Februar an insgesamt 20 Forschungstagen durchgeführt. Zu Beginn der Untersuchungsperiode wurden ein kombiniertes CTD/Strömungsmessgerät sowie eine Sedimentfalle in

12 m Wassertiefe unter dem Eis ausgebracht und bis Ende der Eisarbeiten dort belassen. An einer Station wurde ein CTD-Profil bis in 100 m Wassertiefe aufgenommen. An zwei Stationen wurden mit Hilfe einer Niskinflasche Wasserproben aus 20 m Tiefe genommen. Weiterhin wurde über mehrere Tage eine Lichtsonde direkt unter bzw. direkt über dem festen Meereis ausgebracht, um die photosynthetisch aktive Strahlung, die die Plättchenschicht erreicht, zu bestimmen. An neun Stationen entlang einer Linie von der Inletmündung bis ca. 7 km in das Inlet hinein wurden Eiskerne erbohrt und aufgearbeitet. Parallel dazu wurden Proben von im Bohrloch auftreibendem Plättcheneis und dem Interstitialwasser genommen. Zur genaueren Untersuchung der biologischen und physiko-chemischen Beschaffenheit der Plättcheneisschicht kam an acht Stationen ein Probennahmegerät zum Einsatz, welches es ermöglichte, Wasserproben aus der Plättchenschicht in 20 cm Abstand bis in eine Tiefe von 225 cm zu ziehen ("ADONIS"). An diesen Stationen wurden zusätzliche Plättcheneisproben genommen. Diese Untersuchungen wurden ergänzt durch die Erkundung der Plättcheneisschicht mit Hilfe einer Unterwasserkamera ("L'se").

Aufgrund der eingeschränkten Labormöglichkeiten konnten die Messungen nicht vor Ort durchgeführt werden, und die Proben wurden für die späteren Analysen am AWI vorbereitet. Lediglich die Sauerstoff- und pH-Messungen sowie die Salinitätsbestimmungen erfolgten unmittelbar nach der Probennahme. An allen Eis- und Wasserproben wird im Heimatlabor der Gehalt an Chlorophyll *a*, partikulärem organischen Kohlenstoff und Stickstoff (POC/PON), sowie die Algen- und Bakterienbiomasse und Artenzusammensetzung bestimmt. Die Abundanz des Zooplanktons soll anhand von Planktonnetzfangen quantifiziert werden. An ausgewählten Proben soll weiterhin das Verhältnis der Kohlenstoffisotope  $^{12}\text{C}$  zu  $^{13}\text{C}$  des POC bestimmt sowie weitergehende Pigmentanalysen durchgeführt werden. Neben den schon ermittelten Sauerstoffkonzentrationen werden an allen Wasserproben die Nährsalz-, Alkalinitäts- und Gesamtkarbonatgehalte bestimmt.

#### Ergebnisse

Das einjährige Meereis war an der Inletmündung 140 cm dick mit einer Schneeauflage von 20 bis 40 cm. In diesem Bereich wurde nur zu Beginn der Untersuchungen Ende Januar Plättcheneis vorgefunden. Die Eisdicke betrug bis zu einer Entfernung von 7 km von der Inletmündung 200 - 220 cm mit einer Schneeauflage von 40 - 50 cm. Hier wurde während des gesamten Untersuchungszeitraums Plättcheneis unter dem festen Meereis angetroffen, und zwar mit einer Mächtigkeit von >500 cm. Weiter im Inlet stieg die Eisdicke sprunghaft auf ca. 260 cm an, und die Schneehöhen lagen hier bei 80 - 100 cm. Es ist anzunehmen, daß es sich hierbei um zweijähriges Meereis handelte. Die Dicke der Plättcheneisschichten betrug in diesem Teil des Inlets bis zu 800 cm.

Die Besiedlung des einjährigen Meereises durch Eisalgen war insgesamt sehr homogen, es wurden ausschließlich Bodengesellschaften in den unteren 10-20 cm der Eiskerne beobachtet. Das zweijährige Meereis wies eine bräunlich gefärbte Schicht nur in einem Tiefenbereich von 150 - 190 cm auf.

Aufgrund der hohen Schneeauflage und der Eisdicke betrug die unter einjähri-

gem Eis gemessene Lichteinstrahlung nur noch <0,01% der an der Schneeoberfläche auftreffenden Strahlung. Eine Nettoproduktion von Algenbiomasse ist deshalb im festen Meereis sowie in der darunterliegenden Plättchenschicht für die Untersuchungsperiode nicht mehr anzunehmen.

Neben den Plättcheneisschichten unter dem festen Meereis wurde Plättcheneis in 1 - 2 m breiten Spalten, die das Meereis an mehreren Stellen des Inlets durchzogen, angetroffen. Hier hatte sich nach dem Aufbrechen des Eises, z.T. unter einer 30 - 40 cm dicken "Schneebrücke", eine nur dünne Neueisschicht (2 - 5 cm) gebildet. In diesen Plättcheneisschichten wurden ausgeprägte vertikale Gradienten hinsichtlich der Sauerstoffkonzentrationen und pH-Werte verzeichnet, die im Verlauf der Untersuchungen deutlich abnahmen (Abb. 25). Offensichtlich wurde die vormals hohe photosynthetische Sauerstoffproduktion und Kohlenstoffaufnahme, die zu der Ausbildung der Gradienten geführt hatte, zu dieser Zeit durch heterotrophe Prozesse übertroffen. Hierfür verantwortlich war vermutlich die stark abnehmende Lichtverfügbarkeit, ausgelöst durch Selbstbeschattung der Algen, zunehmende Schneeablagerung über der Spalte und abnehmende Tageslänge, in Verbindung mit einem hohen Fraßdruck. Letzteres wird gestützt durch das Vorkommen von Amphipoden und Copepoden, die in der Plättchenschicht sowie an der Eis/Wasser-Grenzschicht in hohen Abundanz in Wasserproben sowie mittels der Unterwasserkamera beobachtet wurden.

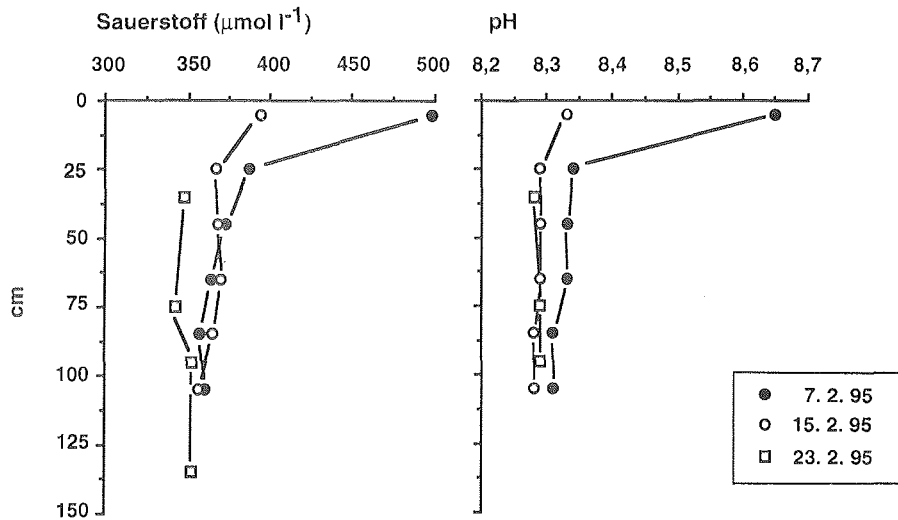


Abb. 25: Vertikalprofil Sauerstoffkonzentration und pH (bei 0°C) in einer Plättcheneisschicht unter Neueis (5 cm), das sich in einer 1 m breiten Festeisspalte gebildet hatte. Am 23.2. betrug die Eisdicke 30 cm. Die Proben wurden in einem Abstand von wenigen Metern gezogen.

Fig. 25: Vertical profile of oxygen concentration and pH (at 0°C) in a layer of platelet ice below a thin layer (5 cm) of fresh sea ice, which was frozen in a 1 m wide crack within fast ice. On February 23rd the ice thickness was 30 cm. The samples were taken a few metres apart from each other.

### Einleitung

Das Filchner-Ronne-Schelfeisprojekt ist Bestandteil einer internationalen Studie zur Erfassung und Beschreibung des Massenhaushaltes und der Dynamik dieses flächenmäßig zweitgrößten Schelfeises der Antarktis (Abb. 26). Die diesjährige Kampagne war nunmehr die fünfte Expedition, die erfolgreich durchgeführt werden konnte. Sie hatte drei wissenschaftliche Schwerpunkte:

- Wechselwirkung Schelfeis - Ozean, untersucht mit Hilfe von Meßketten im Ozean unter dem Schelfeis, eingebracht über zwei Heißwasserbohrungen durch das Schelfeis;
- Massenzufluß in das Schelfeis aus dem Inlandeis über die beiden Eisströme Foundation Ice Stream und Möllereisstrom, untersucht mit Hilfe geodätischer, geophysikalischer und glaziologischer Messungen sowie flugzeuggestützter EMR-Messungen zur Eisdickenbestimmung
- Klimageschichte dieses Jahrtausends, aufgeschlüsselt anhand einer Kernbohrung auf Berkner Island.

Von den geplanten Programmen im Zusammenhang mit dem Europäischen Remote Sensing Satelliten ERS-1/2 wurde das Altimeterertestfeld auf Berkner Island gestrichen, da sich der Satellit ERS-2 noch nicht in seiner Umlaufbahn befand. Lediglich die geplante Aufstellung von vier Cornerreflektoren zur späteren interferometrischen Bestimmung von Fließgeschwindigkeiten wurde aufrechterhalten.

Entlang der Traversenroute zur Aufsetzlinie wurde das bestehende Nivellementprofil nach Süden erweitert, zwei 1992 angelegte Deformationsfiguren nachgemessen sowie neue Figuren weiter südlich angelegt. Die bereits früher begonnenen Akkumulationsstudien wurden durch 16 Flachbohrungen entlang einer Fließlinie auf dem Foundation Ice Stream nach Süden bis auf das Inlandeis hinauf (die letzten beiden Punkte mit Flugunterstützung durch POLAR 4) ausgedehnt.

Als ortsfeste Referenzstation für alle GPS-Messungen dieser Kampagne wurde eine Meßstation an der argentinischen Station Belgrano II betrieben.

Das Projekt Berkner Island war als Kooperation zwischen AWI und British Antarctic Survey (BAS) angelegt gewesen.

Die beiden deutschen Polarflugzeuge POLAR 2 und 4 (DO 228) waren in die Filchner-V-Kampagne für Meß- und Logistikflüge eingebunden. Die Gruppe auf Berkner Island wurde zusätzlich durch Flugzeuge des British Antarctic Survey (Twin Otter) unterstützt.

Am 22.01. morgens hatte Polarstern am "F" an der Schelfeiskante angelegt. Im Gegensatz zu 1992 lag kein Meereis vor der Schelfeiskante, diese war jedoch stark unterspült. Die Entladung und Verteilung der Treibstoffvorräte für die

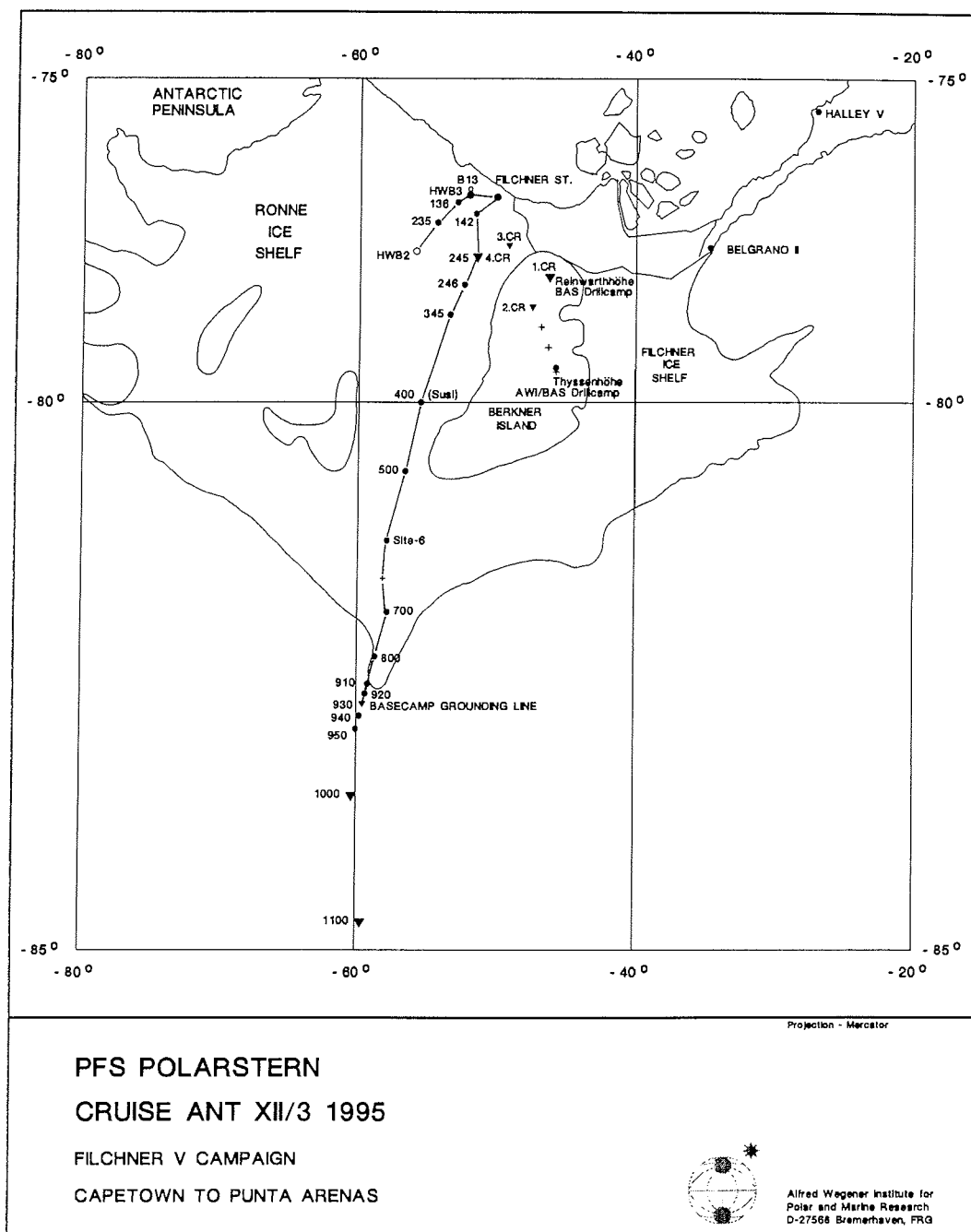


Abb. 26: Routen- und Lageplan der Filchner-V-Kampagne (22.01. - 27.02.95)  
Fig. 26: Map of the Filchner-V campaign (22.01. - 27.02.95)

Landgruppen war bis 24.01., mittags, abgeschlossen und die einzelnen Gruppen machten sich im Laufe des Nachmittags mit ihren Schlittenzügen in Richtung der 20 km entfernten Filchner-Station auf den Weg, wo die Traversengruppen noch mit Lebensmitteln versorgt und die Schlittengespanne endgültig traversenfertig gemacht wurden.

Bis zum 24.02. waren alle Traversengruppen wieder zur Filchner-Station zurückgekehrt, so daß FS Polarstern vom 25.02. bis zum 27.02. beladen werden konnte.

- 6.1 Schelfeis-Ozean-Wechselwirkung  
(U. Nixdorf, E. Dunker, A. Eckstaller, A. Frenzel, S. Hannke, A. Lambrecht, G. Rohardt, C. Spindeldreher, A. Ziffer)
- 6.1.1 Einleitung  
(U. Nixdorf, G. Rohardt)

Das Filchner-Ronne-Schelfeis-Programm (FRISP) hat seit mehreren Jahren die Wasserzirkulation unter dem Schelfeis sowie die Schelfeis-Ozean-Wechselwirkung als Studiengebiet erkannt, das für unser Verständnis der glaziologischen Evolution des Schelfeises bedeutend ist. Die Massenbilanz des Schelfeises beeinflusst den Massenausfluß und die Dynamik eines beträchtlichen Teils des antarktischen Inlandeises. Dabei hat sich in den letzten Jahren gezeigt, daß wesentliche Massenumsätze an der Unterseite der Schelfeise im Kontakt mit dem Ozean stattfinden. Darüber hinaus steht inzwischen qualitativ fest, daß das Filchner-Ronne-Schelfeis einen wesentlichen Beitrag zur Bodenwasserbildung des Weltozeans liefert. Die Bildungsrate Antarktischen Bodenwassers quantitativ zu erfassen, ist das Ziel umfangreicher Langzeituntersuchungen, beginnend mit der "Winter Weddell Gyre Study" der Polarstern Expedition ANT VIII/2 1989. Aus der Massenbilanz der vorherrschenden Wassermassen konnten die Transformationsraten der einzelnen Wasserkörper und damit auch die Bildungsrate des Antarktischen Bodenwassers abgeleitet werden (Fahrbach et al., 1994). Bei diesen Abschätzungen ist es jedoch nicht möglich, nach Beiträgen und Bedeutung von Meereisbildung und Wechselwirkungsprozessen mit dem Schelfeis zu unterscheiden. Die unter dem Schelfeis auftretenden Prozesse sind in verschiedenen Modellen erfaßt. Diese Modelle können sich allerdings bisher nur auf wenige in-situ-Beobachtungen stützen (Nicholls et al., 1991; Grosfeld et al., 1992; Nixdorf et al., 1994). Um diese Modelle zu evaluieren bzw. um weitere Grundlagen zur Verfügung zu stellen, müssen an der Schelfeisunterseite Ablation und Akkumulation gemessen, sowie der Massen-, Salz-, und Wärmetransport unter dem Schelfeis abgeschätzt werden. Ziel dieses Projektes war es daher, sowohl in der Abschmelz- als auch in der Anfrierregion unter dem Filchner-Ronne-Schelfeis jeweils eine Verankerung, bestehend aus mehreren Strömungsmessern, CTDs, Thermistoren, Echosoundern und eines Transmissiometers einzubringen. Der Zugang zum Ozean kann mittels Heißwasserbohrungen geschaffen werden. Die offenen Bohrlöcher bieten die Möglichkeit, die Wassersäule vor dem Einbringen von Meßketten ozeanographisch (CTD, Wasserproben) und geologisch (Schwerelot) zu beproben. Diese Messungen sind im Kontext mit dem ozeanographischen Programm im Weddellmeer, das gleichzeitig auf FS Polarstern ausgeführt wurde, zu sehen (s. Abschn. 2).

- 6.1.2 Durchführung und Bohrtechnik  
(U. Nixdorf, E. Dunker, A. Eckstaller, A. Frenzel, S. Hannke, G. Rohardt, C. Spindeldreher, A. Ziffer)

Tab. 8: Zeitlicher Ablauf der Expedition

Tab. 8: Schedule of the expedition

26.01.95, 13:00	ab von Filchner
28.01.95, 10:30	an bei B15
28.01.95 - 02.02.95	Aufbau
02.02.95 - 04.02.95	Heißwasserbohrung HWB2
07.02.95, 22:30	ab von B15
09.02.95, 05:30	an bei km 50
09.02.95 - 13.02.95	Aufbau
13.02.95 - 15.02.95	Heißwasserbohrung HWB3
17.02.95	Meßketten an B13 versorgen
18.02.95, 15:30	ab von km 50
18.02.95, 21:30	an bei Filchner

Die Anfahrt gestaltete sich wegen des hohen Transportaufkommens von mehr als 50 t (Abb. 27) sehr schwierig. Speziell der Tankschlitten mit seiner tiefliegenden Achse grub sich mehrfach tief in den weichen Schnee ein, so daß er nur mit zwei Zugfahrzeugen wieder vorwärtsbewegt werden konnte. Ansonsten waren die Fahrzeuge sehr zuverlässig, obwohl sie ständig an der Lastgrenze bewegt wurden.

Die Bohranlage entspricht der im Fahrtbericht ANT X/2 (Nixdorf et al., 1994) vorgestellten. Die Warmwasserbereitung erfolgt über sechs Hochdruckreiniger der Fa. WAP, mit einer Heizleistung von je 125 kW. Es gibt einen Bohr- und einen Schmelzkreislauf (Fassung des Schmelzbeckens: 5 m<sup>3</sup>), deren Durchflussmengen über einen Verteiler regulierbar sind. Zum Bohrkreislauf gehört eine Winde mit Steuerung, verschiedene Lanzen und eine Kavernenpumpe, die das in der Bohrung aufsteigende Wasser ins Schmelzbecken zurückpumpt. Dies führt wegen der hohen Schmelzwärme zu einer erheblichen Energieeinsparung.



Traverse Heißwasserbohrung

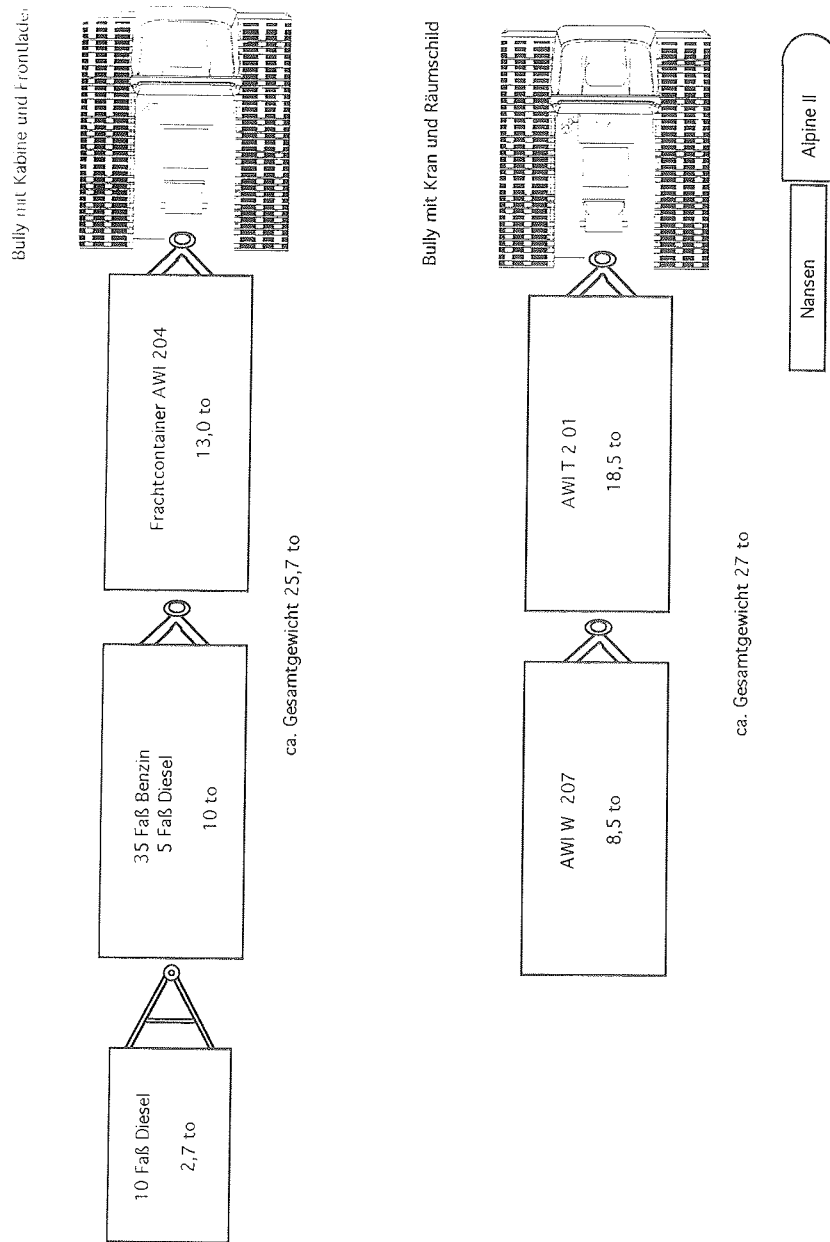


Abb. 27: Schlittenzüge, die die gesamte für die Heißwasserbohrung notwendige Ausrüstung zum Einsatzort brachten; inklusive Wohncontainer und Treibstoff für die An- und Abfahrt, sowie den Bohrbetrieb.

Fig. 27: Vehicles and sledges that carried the hotwater drilling equipment to the drill sites including a living container and fuel for drilling and transport.

Folgende wesentliche Neuerungen wurden an der Anlage vorgenommen. Neben einer Zugmessung wird an der Umlenkrolle am Mast eine Geschwindigkeits- und eine Längenmessung durchgeführt. An der Zuleitungsseite der Warmwasserbereiter sind spülbare Filter angebracht. Die Benzinmotoren werden über eine geschlossene Ringleitung betankt. Neu konstruierte Lanzen ermöglichen ein lotrechtes Vorbohren mit einer Lanze von 5 cm Durchmesser und ein effektives Weiten mit einer Lanze von 13 cm Durchmesser. Die Besonderheit der 13-cm-Lanze liegt darin, daß der Wasserstrahl nicht nach unten sprüht, sondern entlang des Lanzenkegels nach oben gerichtet ist (Abb. 28a). Dadurch wird verhindert, daß beim Weiten ein neues Loch gebohrt wird. Darüber hinaus ist am oberen Ende der 13-cm-Lanze ein Mechanismus eingebaut, der es ermöglicht, daß die gesamte Wassermenge alternativ oben austritt und man so mit der Lanze zur Oberfläche hin bohren kann (Abb. 28 b,c). Dies kann notwendig werden, wenn man in großen Tiefen weitet und sich dabei das Loch weiter oben bereits wieder schließt. Da es für das Fieren und Hieven von Meßgeräten im Bohrloch unbedingt notwendig ist, ein lotrechtes Loch zu bohren, wurden Modellrechnungen durchgeführt, um die von der jeweiligen Wärmemenge (Wassermenge und Temperatur) abhängige maximale theoretische Bohrgeschwindigkeit zu berechnen. Ein Beispiel zeigt Abb. 29, die Wassermenge entspricht dabei der Pumpleistung von drei Hochdruckanlagen. Der Bohrfortschritt wurde dann von Hand über die Bohrgeschwindigkeit so gesteuert, daß die tatsächliche Bohrgeschwindigkeit stets unter der theoretisch maximalen blieb. Der zeitliche Ablauf sowie der Treibstoffverbrauch sind in Tab. 9 aufgeführt.

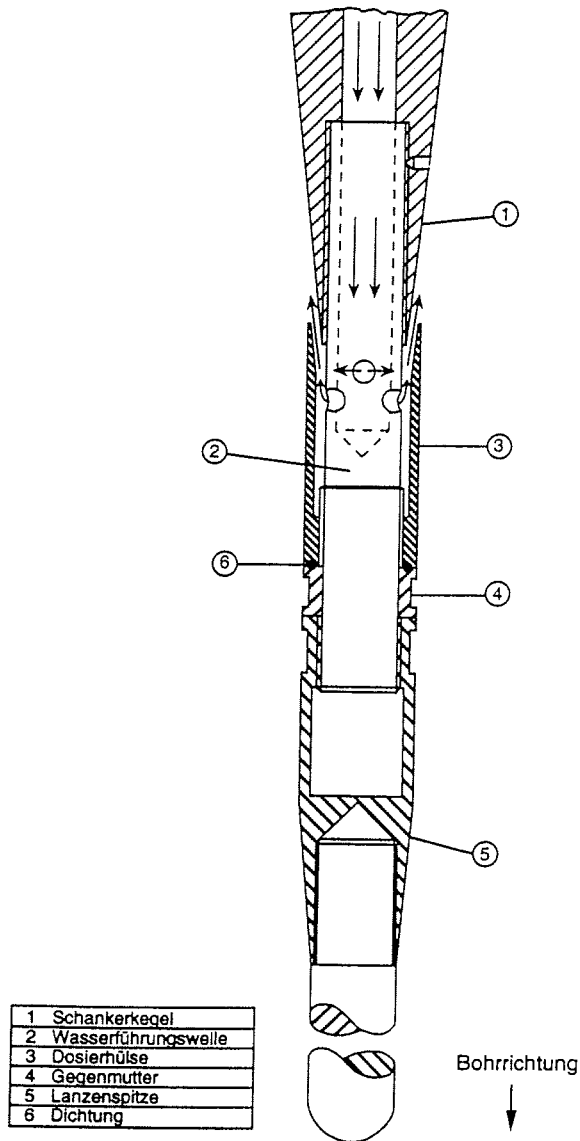


Abb. 28a) Unteres Ende der Bohrlanze mit 13 cm Durchmesser: gezeigt ist die Wasserumlenkung, die bewirkt, daß das Wasser entlang des Konus nach oben austritt.

Fig. 28a) Lower end of the nozzle with 13 cm diameter: the waterflow is redirected, so that the water flows along the cone in direction to the upper end of the nozzle.

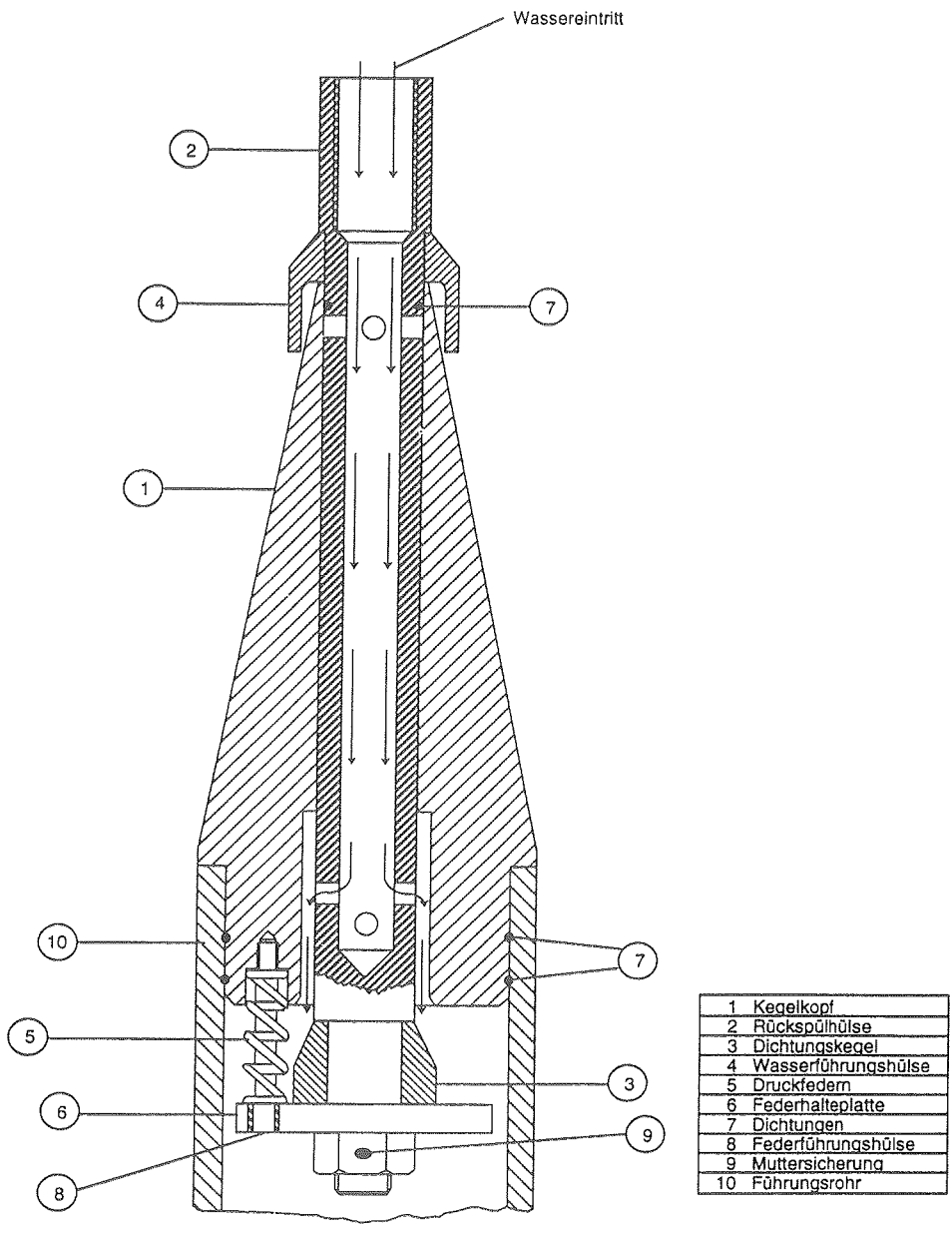


Abb. 28b) Oberes Ende der Bohrlanze mit 13 cm Durchmesser: Im normalen Bohrbetrieb strömt das Wasser innerhalb der Lanze in Richtung Lanzenspitze nach unten.

Fig. 28b) Upper end of the nozzle with 13 cm diameter: In normal drilling operation the water flows inside the nozzle downwards to the drill nose.

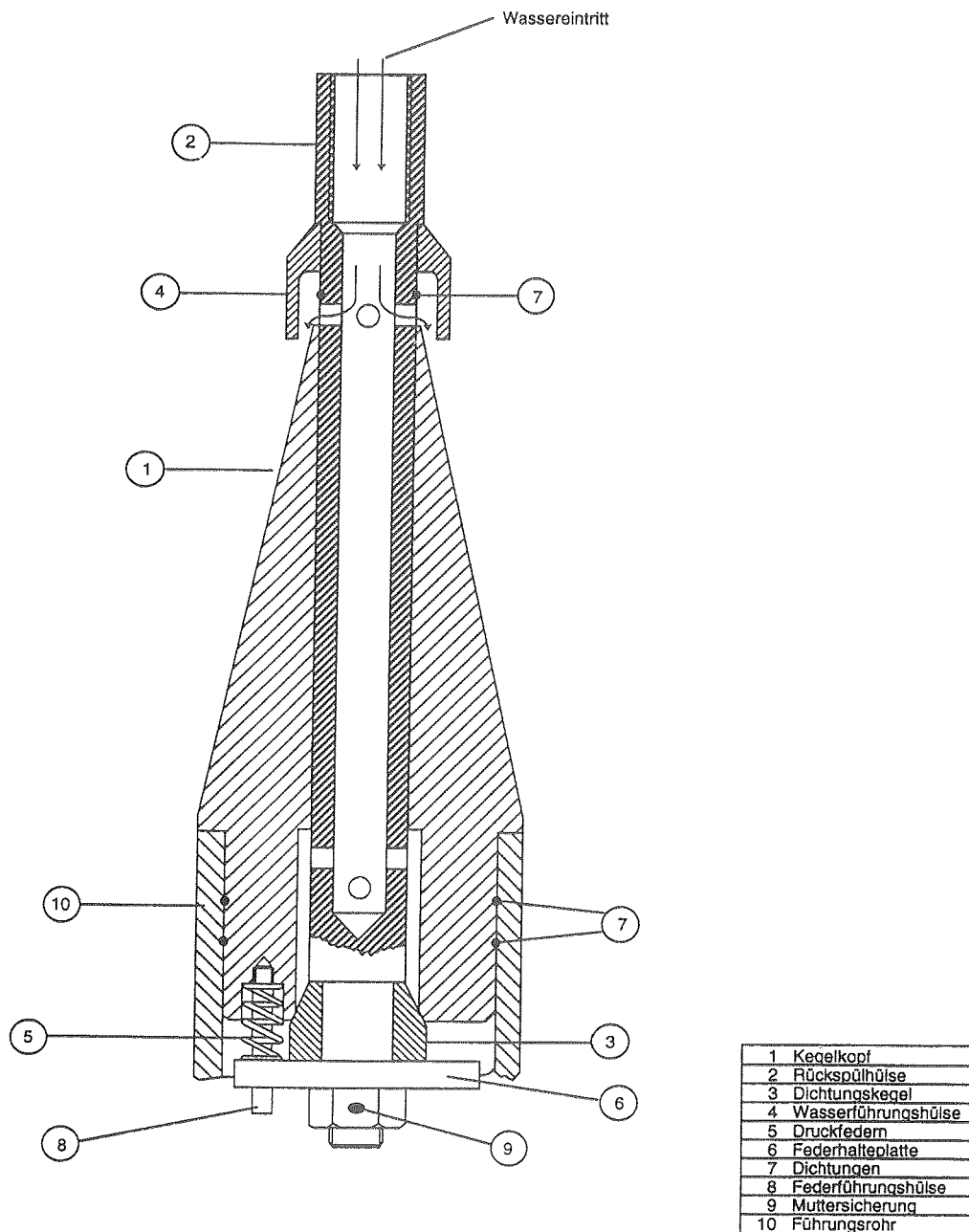


Abb. 28c) Oberes Ende der Bohrlanze mit 13 cm Durchmesser: Im Rückbohrbetrieb tritt das Wasser oben aus der Bohrlanze aus.

Fig. 28c) Upper end of the nozzle with 13 cm diameter: In the drill-back operation mode the water leaves the nozzle at the upper end.

Drilling speed depending on drilling depth

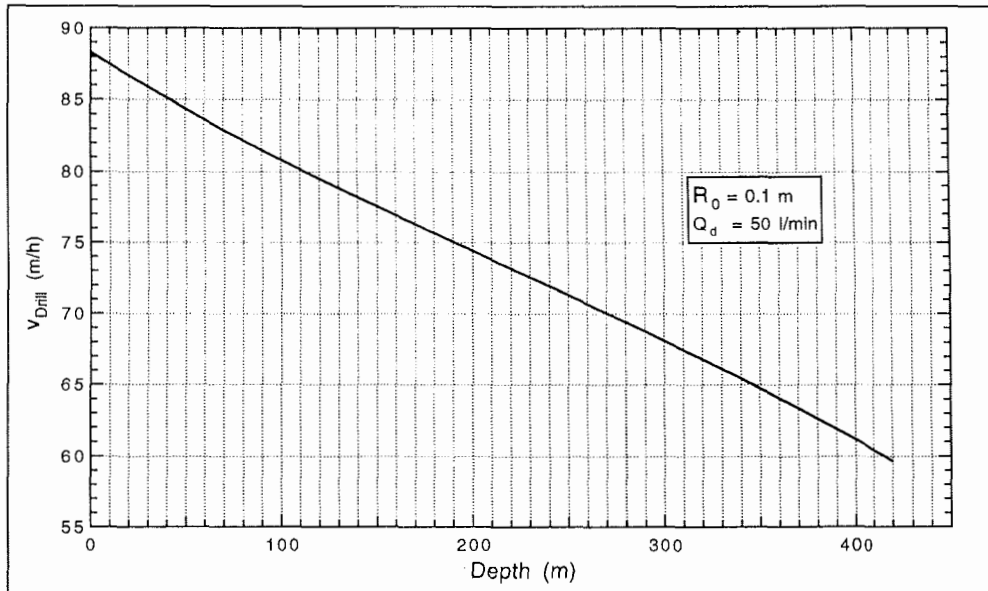


Abb. 29: Theoretische Bohrgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Bohrtiefe bei vorgegebenem Lochdurchmesser und Heizleistung von drei Warmwasserbereitern.

Fig. 29: Theoretical drilling speed in dependance of the drill depth for a given hole-diameter and a heating power of three heat exchangers.

Tab. 9: Zeitlicher Ablauf der Bohrungen und Treibstoffverbrauch  
 Tab. 9: Schedule of the drill operations and fuel consumption

	420 m Bohrloch	264 m Bohrloch
<b>Zeitaufwand</b>		
Vorbohren mit 5 cm Ø	10,0 h	5,5 h
Aufweiten mit 13 cm Ø	6,5 h	5,5 h
Meßprogramm		
Nachbohren mit 13 cm Ø	5,0 h	3,5 h
Verankerung einbringen	10,0 h	6,0 h
Dauer der ganzen Aktion inkl. Becken füllen und Kaverne anlegen:	02.02.95 12:00 UTC- 04.02.95 21:00 UTC 57 h	13.02.95 08:00 UTC- 15.02.95 03:00 UTC 43 h
<b>Treibstoffverbrauch</b>		
Diesel	2775 l	1571 l
Benzin	600 l	300 l
Diesel für Fahrzeuge beim Bohren (Frontlader, Kran)	231 l	166 l
Diesel für Fahrzeuge bei An- und Abfahrt ( ca 1.000 Bully-km)	ca. 4000 l	
<b>Gesamtverbrauch</b>		
Diesel	ca. 8735 l	
Benzin	900 l	

6.1.3 Das Meßsystem der Verankerungen unter dem Schelfeis  
 (G. Rohardt, U. Nixdorf)

Allgemeiner Aufbau des Systems

Das Meßsystem wurde speziell für diesen Einsatz von der Firma Falmouth Scientific Inc. (FSI) in einem Zeitraum von 1 1/2 Jahren entwickelt. Das Meßsystem ist in Abb. 30 schematisch dargestellt. Die Meßgeräte sind an einem isolierten Stahldraht befestigt. Mittels induktiver Ankopplung (Inductive Slave) werden die Daten auf dieses Tragseil übertragen. Ein entsprechendes Modem (Inductive Master) empfängt die Daten in der Datenerfassungseinheit. Für diese Art der Datenübertragung ist eine Leiterschleife erforderlich, die durch das Seewasser geschlossen wird. Weil das Schelfeis selbst nicht leitet, muß ein zweites Kabel (Return Cable) bis unter das Schelfeis geführt werden. Massige Zinkanoden an beiden Kabelenden stellen beide Pole (Ground Plate) im Meerwasser dar. Die Datenerfassungseinheit, die auf dem Schelfeis ca. 50 cm tief eingegraben ist, besteht neben dem erwähnten Modem aus einer Steuerungs- und Speichereinheit (CPU, 4MB) und einem Argos-Sender, dessen Antenne auf einem ca. 2,5 m hohen Mast befestigt ist. Als Steuerungseinheit findet ein PC-Chip im Kreditkartenformat Verwendung, ein handelsübliches Bauteil mit der Bezeichnung GCAT 3000, das mühelos mit den benötigten Schnittstellen erweiterbar ist (z.B. zur Übernahme der Daten vom Modem, dem Senden der

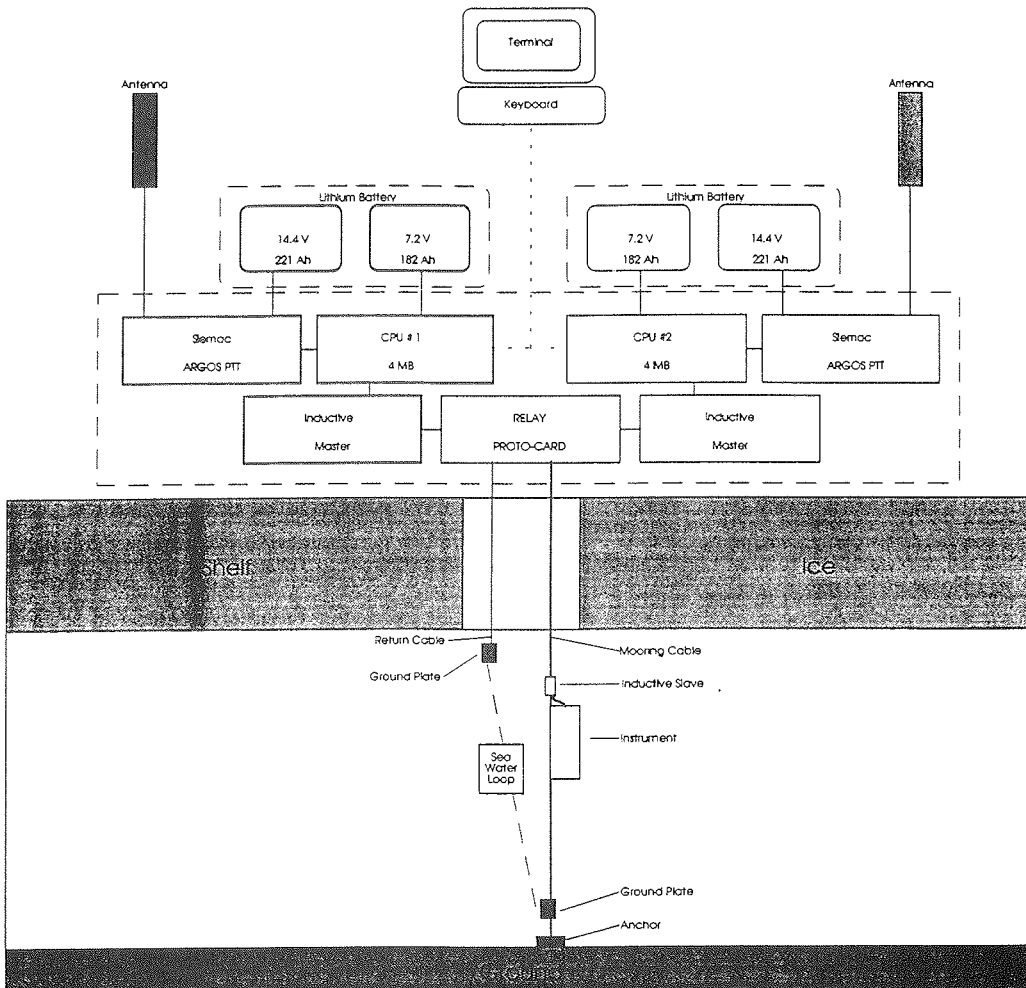


Abb. 30 Schematischer Aufbau der Verankerung unter dem Schelfeis mit den einzelnen Systemkomponenten. Terminal und Keyboard sind dabei nur für den Systemtest und die Funktionsprüfung nach dem Auslegen vorgesehen. Bei HWB 3 ist nur der linke Teil der Datenerfassungseinheit vorhanden. HWB 2 besitzt linke und rechte Komponenten.

Fig. 30 Block diagram of the mooring under the ice shelf with all system components. Terminal and keyboard are solely used for system tests after deployment of the equipment. At HWB3 only the bold written left part of the data-acquisition exists. HWB2 consists of identical right and left components.



Daten zur ARGOS PTT und dem Analogeingang zur Überprüfung der Batteriespannungen). Ebenfalls ist ein entsprechender Massenspeicher aufsteckbar. Hier wurde ein PCMCIA-Laufwerk mit einer 4MB-SRAM-CARD verwendet. Für Systemtestroutinen bietet der GCAT 3000 Video- und Tastaturanschluß. Besonders das Betriebssystem MS-DOS ermöglicht durch Aufruf von Terminalprogrammen einen problemlosen Systemtest. Das System wird mit Lithium-Batterien versorgt, deren Kapazität für zwei Jahre dimensioniert ist. Alle Komponenten der Datenerfassungseinheit sind doppelt vorhanden. Die CPU #1 ruft die Daten von den Geräten jeweils um 0:30, 02:30 usw. ab, die CPU #2 dagegen um 01:30, 03:30 usw. Bei dem Ausfall eines Bauteils, z.B. nur einer Batteriezelle, wäre damit statt der stündlichen noch mindestens eine zweistündliche Registrierung möglich. Um Konflikte zwischen beiden Erfassungssystemen zu vermeiden, sind diese elektronisch entkoppelt (RELAY PROTO CARD). Da beim Test während der Anreise ein nicht zu behebender Fehler einer CPU festgestellt wurde, ist die Datenerfassungseinheit für das zweite Bohrloch (HWB3) nur mit dem einfachen System ausgestattet (Abb. 30).

#### Meßgeräte und Datenerfassung

Die Nutzung induktiver Modems für eine Meßkette erlaubt die Anbringung beliebig vieler Instrumente. Dabei sind die Abstände der Geräte voneinander nur durch deren Baulänge begrenzt. Gleichzeitig können die Instrumente an den gewünschten Stellen am Tragseil befestigt werden, so daß sie genau in den beabsichtigten Tiefen plaziert werden können. Für die beiden Bohrungen wurden insgesamt folgende Geräte bestellt:

- 30 Temperatursensoren, Meßbereich -35 bis 0 °C, FSI
- 30 Temperatursensoren, Meßbereich -5 bis 0 °C, FSI
- 10 Akustische Strömungsmesser mit CTD-Sensoren, FSI
- 2 Ultraschall Echosounder, SIMRAD MESOTECH
- 2 Trübungsmesser, SEATECH-Transmissiometer (25 cm)

Davon konnten 13 Temperatursensoren, mit dem Temperaturbereich -35 bis 0°C, vorgesehen für den Schelfeisbereich, nicht termingerech geliefert werden. Die Temperatursensoren wurden vollständig neu für dieses Projekt entwickelt. Die akustischen Strömungsmesser sind modifizierte Geräte einer Standardversion des FSI-3D-ACM mit CTD-Sensoren, die um das induktive Modem erweitert wurden und deren Transducerabstände wegen des verfügbaren Bohrlochdurchmessers so weit verringert wurden, daß der maximale Außendurchmesser des Strömungssensors nur 11,4 cm mißt. Zum mechanischen Schutz der Sensoren während der Auslegung wurde der Strömungsmesser vollständig mit einem Schutzbehälter (max. Durchmesser 16 cm) umgeben. Dabei handelte es sich um ein Abwasserrohr, das der Länge nach geteilt ist. Beide Hälften werden gegen Federdruck mit Spannbändern um das Gerät gehalten. In den Spannbändern befindet sich ein Korrosionselement, das die Bänder nach fünf bis sieben Tagen löst, so daß die Federn die Rohrhälften abwerfen und das Gerät dann frei in der Strömung hängt. Hier werden Korrosionselemente eingesetzt, die von einem Hersteller für die Fischerei kommerziell gefertigt werden. Der Schutzbehälter ist mit Frostschutz gefüllt, um ein Gefrieren an den Strömungssensoren und an der Leitfähigkeitsmeßzelle zu verhindern, wenn das stark abgekühlte Instrument ins wassergefüllte Bohrloch eintaucht. Für die Transmissiometer und Echosounder

der Hersteller SEATECH und MESOTECH hat die Fa. FSI die Stromversorgung und die entsprechenden Modem gebaut.

Der Echosounder mißt seinen eigenen Abstand zur Schelfeisunterkante, um die Akkumulations- oder Ablationsraten durch direkte Messungen zu erfassen. Wie ähnliche Experimente unter dem Ekströmschelfeis gezeigt haben, wird die Messung durch die Meeresströmung beeinflusst, indem die Meßkette unter dem Eis unterschiedlich stark ausgelenkt wird. Wird die Neigung des Echosounders gemessen, kann eine entsprechende Korrektur vorgenommen werden. Ein akustischer Strömungsmesser ist bereits mit einem Neigungssensor ausgestattet. Um dessen Messung für den Echosounder zu benutzen, wurde der Echosounder an einer verlängerten Klemmstange dieses Strömungsmessers befestigt.

Der stündliche Meßzyklus wird von der CPU der Datenerfassungseinheit gesteuert. Dabei wird die Systemzeit des PC-Chips jeweils durch eine sehr genaue DALLAS-Real-Time-Clock gesetzt. Zum Meßbeginn wird jedem Instrument seine spezifische Adresse geschickt. Daraufhin startet dieses die Messung und gibt den Meßwert an die Datenerfassungseinheit. Die Messung der Strömungsmesser wird jedoch intern gesteuert. Die Messung erfolgt zu jeder vollen Stunde für 5 Minuten. Danach werden die entsprechenden Mittelwerte im internen Speicher des Gerätes gesichert. Der Abruf dieses letzten Datenzyklus aus dem Speicher erfolgt nachdem einem Strömungsmesser seine Adresse von der Datenerfassungseinheit geschickt wurde. Damit dieses aber nicht passiert, wenn das Gerät im Meßmodus ist, erfolgt der Datenabruf für alle Instrumente zur vollen Stunde plus 30 Minuten.

Insgesamt müssen innerhalb einer Stunde 88 Parameter per Satellit übertragen werden. Jede ARGOS-Meldung hat aber nur eine maximale Größe von 255 Zeichen bzw. 32 Byte. Der Siemac-Sender kann vier unterschiedliche 32-Byte-Meldungen aufnehmen, die der Reihe nach im Abstand von 90 s gesendet werden, so daß für die Datenübertragung insgesamt 128 Byte belegt werden können. Dabei wird jede 32-Byte-Meldung zehnmal je Stunde wiederholt. Nach dem Datenabruf erzeugt der Rechner die ARGOS-Meldung. Dabei werden die einzelnen Parameter skaliert, so daß sie zu 6, 8, 9, 11 oder 14 Bit komprimiert werden können. Diese Meldungen sind dann wieder in umgekehrter Folge in "echte" Meßwerte zurückzuwandeln. Die ARGOS-Meldung wird an den ARGOS-Sender übergeben und eine Sicherungskopie davon wird auf der SRAM-Card gespeichert.

Die Software der Datenerfassungseinheit besteht aus mehreren Unterprogrammen, die in einem Batchfile zusammengefaßt sind. Der Batchfile selbst wird im AUTOEXEC.BAT aufgerufen, womit man die Datenerfassung vollständig durch das Booten des PC startet, also beim Anschluß des Systems an die Batterien. Die erforderlichen Parameter für den Programmablauf, z.B. die Geräteadressen, werden aus Scriptfiles eingelesen. Für jedes Instrument existiert ein File.

#### Systemtest

In identischer Weise ist ein vergleichbares Meßsystem organisiert, daß vom Woods Hole Oceanographic Institute (WHOI) in einer Boje seit einem Jahr zuverlässig eingesetzt wird. FSI hat aus diesem Grund die gesamte Datenerfas-

sungssoftware vom WHOI übernommen und mußte nur geringfügige Anpassungen vornehmen. Weiterhin sind, um die Betriebszuverlässigkeit zu gewährleisten, die gleichen Baugruppen (GCAT und Siemac-Sender) wie in der WHOI-Boje verwendet worden.

Während der Entwicklung wurden die einzelnen Komponenten des Systems Kältetests unterzogen. In der Testphase wurden für ca. zwei Monate Daten von beiden Datenerfassungseinheiten via ARGOS nach Bremerhaven gesendet und konnten dort überprüft werden. Dabei wurden keine Mängel festgestellt. Während der Anreise von Kapstadt zum Filchner-Ronne-Schelfeis wurden die Strömungsmesser gestartet und alle Geräte mit Lithium-Batterien bestückt. Danach wurde die Kommunikation zwischen der Datenerfassungseinheit und dem Instrument überprüft, wobei die Kabelschleife durch ein Testkabel mit einem 50-Ohm-Widerstand simuliert wurde. Wie bereits erwähnt, gibt es auf dem Board eines GCAT 3000 zusätzlich Anschlüsse für einen Monitor und eine Tastatur. So kann man vom GCAT 3000 ein Terminal-Programm benutzen und direkt ausgewählte Adressen an Instrumente senden. Die empfangenen Daten sind dabei unmittelbar auf dem Bildschirm zu sehen. Wenn ein Monitor angeschlossen ist, kann der gesamte Programmablauf am Bildschirm verfolgt und kontrolliert werden. Diese beiden Möglichkeiten wurden vor Ort benutzt, um die Funktion der Geräte vor und nach der Auslegung noch einmal zu prüfen. Mit wenigen Ausnahmen funktionierten alle Komponenten gut. Ein Modem eines SEATECH-Transmissiometers und eine CPU mit Modem einer Erfassungseinheit waren defekt und konnten nicht repariert und eingesetzt werden.

6.1.4            Auslegung der Meßketten  
(U. Nixdorf, E. Dunker, A. Eckstaller, A. Frenzel, S. Hannke, G. Rohardt, C. Spindeldreher, A. Ziffer)

Der Aufbau der Meßketten an den Heißwasserbohrungen HWB 2 und HWB 3 (HWB 1 wurde während ANT X/7 auf dem Ekströmschelfeis gebohrt) ist schematisch an einem Schnitt durch das Schelfeis dargestellt. Dabei zeigt die Abb. 31 die wesentlichen Unterschiede beider Bohrungen auf, die in der Tab. 10 mit ergänzenden Anmerkungen aufgelistet sind. Ein wesentlicher Vorteil der induktiven Modems ist es, Geräte an beliebigen Stellen am Seil befestigen zu können, um damit die Geräte exakt in die gewünschten Tiefen zu plazieren. Die Geräteabstände am Seil kann man deshalb unmittelbar vor dem Auslegen der Meßkette festlegen, wenn man diese aus der tatsächlichen Schelfeismächtigkeit und der Tiefe des Meeresbodens bestimmt hat. Der Bohrdurchstoß durch das Schelfeis gibt einen ersten Anhalt über die Mächtigkeit des Schelfeises. CTD-Profile sind wichtige Hilfsmittel, um die Tiefe des Meeresniveaus, der Schelfeisunterkante und des Meeresbodens zu bestimmen.

Bei **HWB 2** blieb die CTD-Sonde im "slush" stecken, und der Meeresboden konnte nur mit einer relativ ungenauen Lotung bestimmt werden, nachdem mit ca. 90 kg Gewicht der "slush" durchbrochen worden war. Die Ablängung des gefierten Seils ergab ca. 730 m von der Schelfeisoberkante. Die Tiefe des Übergangs vom "slush" zum Wasser war nicht feststellbar. Die großen Unsicherheiten bei den genannten Bestimmungen führten zu relativ großen Abständen der Geräte zum Meeresboden und zur Schelfeisunterkante. Fehlende Praxis bei der

ersten Auslegung, z.B. bei der Montage der Schutzbehälter um die Strömungsmesser, erforderte relativ viel Zeit. Da deshalb zu befürchten war, daß das Bohrloch schon erheblich zugefroren sein könnte, sind statt wie geplant fünf lediglich drei 3D-ACM ausgelegt worden.

In der Abschmelzregion bei **HWB 3** bereitete es keine Probleme, eine CTD-Sonde zum Boden zu fieren. Meeresboden und Schelfeisunterkante konnten an dieser Bohrung daher genau bestimmt werden. Leider hat sich dann die CTD-Sonde beim Hieven an der Schelfeisunterkante verklemmt, so daß das Seil gekappt werden mußte, was den Verlust der Sonde bedeutete. Mit der erlernten Praxis aus der ersten Auslegung lief die Montage der Instrumente wesentlich besser. Trotzdem wurden auch hier nur drei der geplanten fünf 3D-ACM eingesetzt, da die Wassersäule mit nur 60 m Mächtigkeit hier deutlich geringer war, als zunächst an dieser Lokation erwartet worden war.

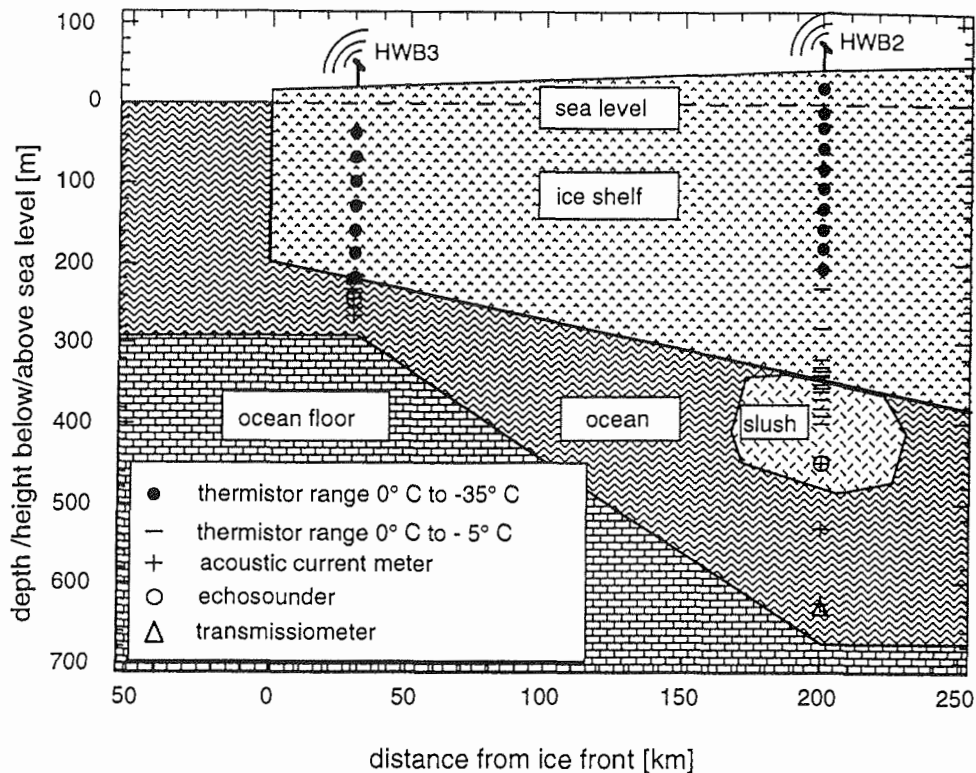


Abb. 31: Schnitt durch das Schelfeis von der Bohrung HWB 2 über die Bohrung HWB 3 zur Schelfeiskante mit der Verteilung der Temperaturmodule, der Strömungsmesser, Echosounder und Transmissiometer. An der Position HWB 2 dominiert die Akkumulation unter dem Schelfeis, an der Position HWB 3 die Ablation. Zwischen den Bohrungen ist die Meeresbodentopographie sowie der Verlauf der Schelfeisunterseite lediglich schematisch dargestellt.

Fig. 31: Cross section of the ice shelf with the moorings at HWB2 and HWB3 showing the positions of the thermistors, current meters, echosounders and the transmissiometer. Accumulation is dominant below the ice at HWB2, whereas ablation dominates at HWB3.

Tab. 10: Schelfeismeißketten

Tab. 10: Ice shelf moorings

	Meißkette #1	Meißkette #2
Bohrung	HWB 2	HWB 3
Geodätischer Punkt	236	km-50
Datenerfassungseinheit	YELLOW	BLUE
Position	77° 55.074' S 55° 54.843' W	77° 02.532' S 52° 05.985' W
Schelfeismächtigkeit	400 bis 420 m aus Lanzengewicht, zus. CTD beim Fieren bei ca. 380 dbar fest - d.h. "slush" unterhalb des Eises	264 m CTD beim Hieven des 2. Profils bei 226 dbar fest
Meeresspiegel von der Schelfeisoberkante (= Seillänge bei CTD-Druck > 0 )	50 m	38 m
Meeresboden	ca. 730 m aus Lotung mit Gewicht	324 m aus CTD-Druck(max)
Mächtigkeit der Wassersäule	<< 310 m ( wegen unbekannter Mächtigkeit des "slush")	60 m
Beschaffenheit der Schelfeisunterkante	undefinierte Grenze zwischen Schelfeis und Wasser, d.h. an diesem Punkt dominiert Gefrieren	deutliche Grenze zwischen Schelfeis und Wasser, d.h. an diesem Punkt dominiert Schmelzen
Datum der Auslegung	4.Feb.1995, 22:30 UTC	15.Feb. 1995, 03:00 UTC
CPU Nr.	#2 und #4	#3 (#1: Modem defekt)
ARGOS Id#	8065 und 8054	8063
Datenabfrage	CPU #2: jede ungerade Std. + 30 Minuten CPU #4: jede gerade Std. + 30 Minuten	bis zum 25.2.95, 19:00 UTC jede volle Std. + 30 Minuten; dann jede gerade Std. + 30 Minuten
Erste ARGOS-Meldung	5.Feb.1995, 23:30 UTC	16.Feb.1995, 18:15 UTC
Letzte ARGOS-Meldung	7.Feb.1995, 10:30 UTC	27.Feb.1995, 22:30 UTC
Anzahl der Instrumente	30	26
Transmissiometer	680 m	
Strömungsmesser/CTD	500 , 580 , 675 m	284, <b>294</b> , 304 m
Temperaturmeißkette (-35 bis 0°C)	30, 60, 80, 105, 130, <b>155</b> , 180, <b>205</b> , 230, 255 m	75, 105, 135, 165, 195, <b>225</b> , 255 m
Temperaturmeißketten (-5 bis 0°C)	280, 330, 370, 380, 384, 388, 392, 396, 400, 405, <b>410</b> , 420, 430, 440, 450 m	256, 257, 258, 259, 260, 261, 261.5, 262, 262.5, 263, 263.5, 264, 265, 270, 275 m
Echo Sounder	<b>500</b> m	284 m

Nach dem Auslegen der Meßketten wurden das Tragseil und das "Return Cable" an die Datenerfassungseinheit angeschlossen. Mit einem Monitor und einer Tastatur an einer der CPU's ist dann gezielt jedem Gerät "seine" Adresse mit einem Terminalprogramm (z.B. TERM90, KERMIT, PROCOMM) gesendet worden. Bis auf wenige Ausnahme "antworteten" die Geräte mit dem Senden der Meßdaten.

Die Werte der Strömungsmesser sind dabei aufgrund der noch vorhandenen Schutzbehälter verfälscht, Druck und Temperatur zeigten realistische Werte. Nach dieser abschließenden Kontrolle wurden die Datenerfassungssysteme an die Lithium-Batterien angeschlossen und der vollständige Programmablauf auf einem Monitor beobachtet. Nach der Übergabe der ARGOS-Meldung an den Siemac-Sender schaltete sich das System in den Energiesparmodus. An die Bohrstationen wurde von FS Polarstern jeweils einen Tag später per Funk die Meldung mitgeteilt, daß dort die entsprechenden ARGOS-Meldungen empfangen worden waren. Zu diesem Zeitpunkt konnte von einer erfolgreichen Ausbringung der Meßketten ausgegangen werden.

#### 6.1.5 Auswertung der ARGOS-Meldungen (G. Rohardt, U. Nixdorf)

Auf FS Polarstern konnten die ARGOS-Meldungen der beiden Meßketten bei einem Satellitenüberflug jeweils direkt empfangen und die Daten auf der VAX abgespeichert werden. Nach Ende der Traverse und wieder an Bord von FS Polarstern wurden die vorliegenden Files ausgewertet. Dabei mußten einige Programme zum Konvertieren der komprimierten Datenmeldung geschrieben werden. Leider ist dadurch nicht sofort festgestellt worden, daß alle Datenerfassungseinheiten bereits nach einigen Meldungen keine neueren Datensätze mehr an die Siemac-Sender weitergeleitet haben. Es war ursprünglich beabsichtigt, eine entsprechende Empfangseinheit vor Ort einzusetzen, die dann eine Fehlfunktion angezeigt hätte. Während der Anreise ist so eine Empfangsstation getestet worden, aber aufgrund eines Defekts an Bord verblieben. Am 25.02. wurde mit dem Helikopter zur HWB 3 geflogen, um die Datenerfassungseinheit neu zu starten und ggf. einen Fehler zu finden. Der Backup-File auf der SRAM-Card zeigte, daß die letzte Meldung am 17.02.95 um 00:34 h geschrieben wurde, d.h. daß die Datenerfassung stehen geblieben war. Das System wurde daraufhin am 25.02. um 19:20 UTC neu gestartet, als keine offensichtlichen Fehler festgestellt werden konnten. Die Datenerfassung lief zunächst fehlerfrei, nach dem 27.02., 22:30 h wurden wieder identische ARGOS-Meldungen empfangen. Leider erlaubten die Wetterbedingungen keinen Flug zur HWB 2, die ca. 180 km von der Filchner-Beladeposition entfernt liegt.

Die Abb. 32 und 33 zeigen Temperaturmeßwerte im Bereich der Schelfeisunterkante, die bis zum Ausfall des Systems auf FS Polarstern empfangen wurden. Die Daten lassen erkennen, daß man von einer fehlerfreien Funktion der Sensoren und deren induktiven Modems ausgehen kann. Die Batteriekapazität der Geräte ist so ausgelegt, daß die Geräte für mindestens zwei Jahre funktionsfähig sind. Daher scheint es sinnvoll, einen möglichst baldigen Austausch der Datenerfassungseinheiten zu planen. Eine Einheit, die aufgrund eines fehlerhaften

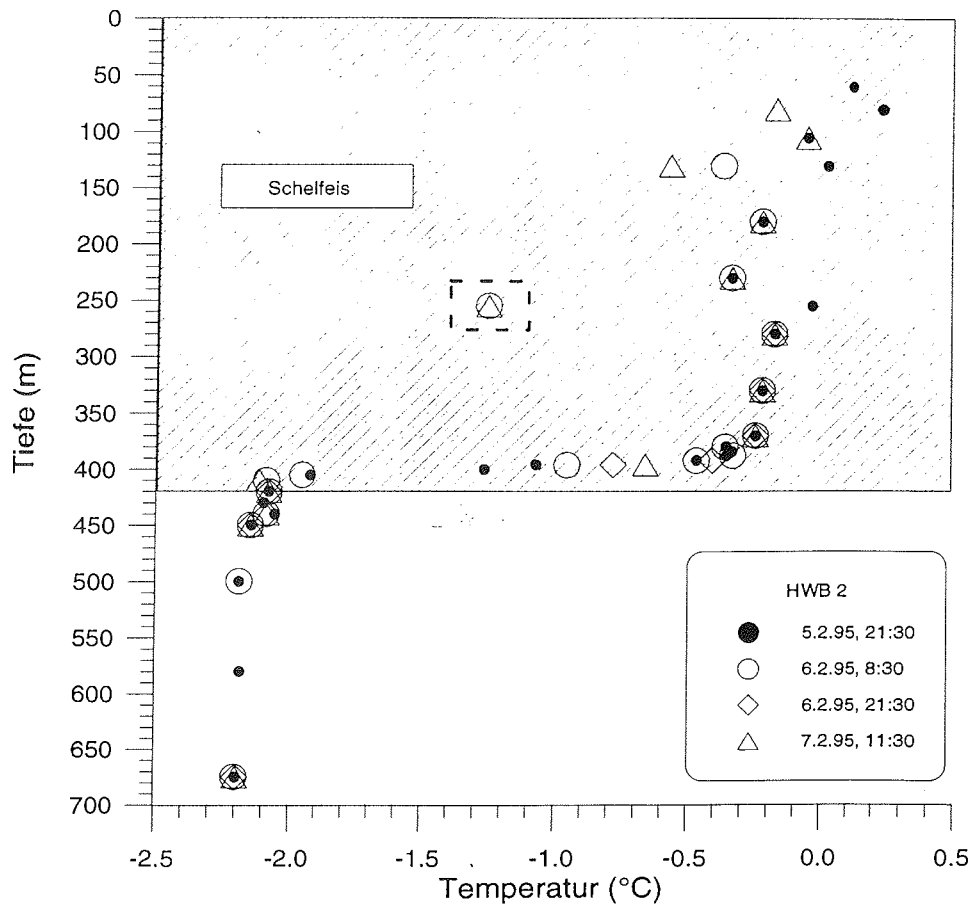


Abb. 32: Temperaturprofile von HWB2 aus den Meßwerten aller Temperaturmodule; im Ozean sind sie den Strömungsmesser benachbart.

Fig. 32: Temperature profiles at HWB2 measured with all thermistors in and under the ice; within the ocean the thermistors are in the vicinity of the current meters.



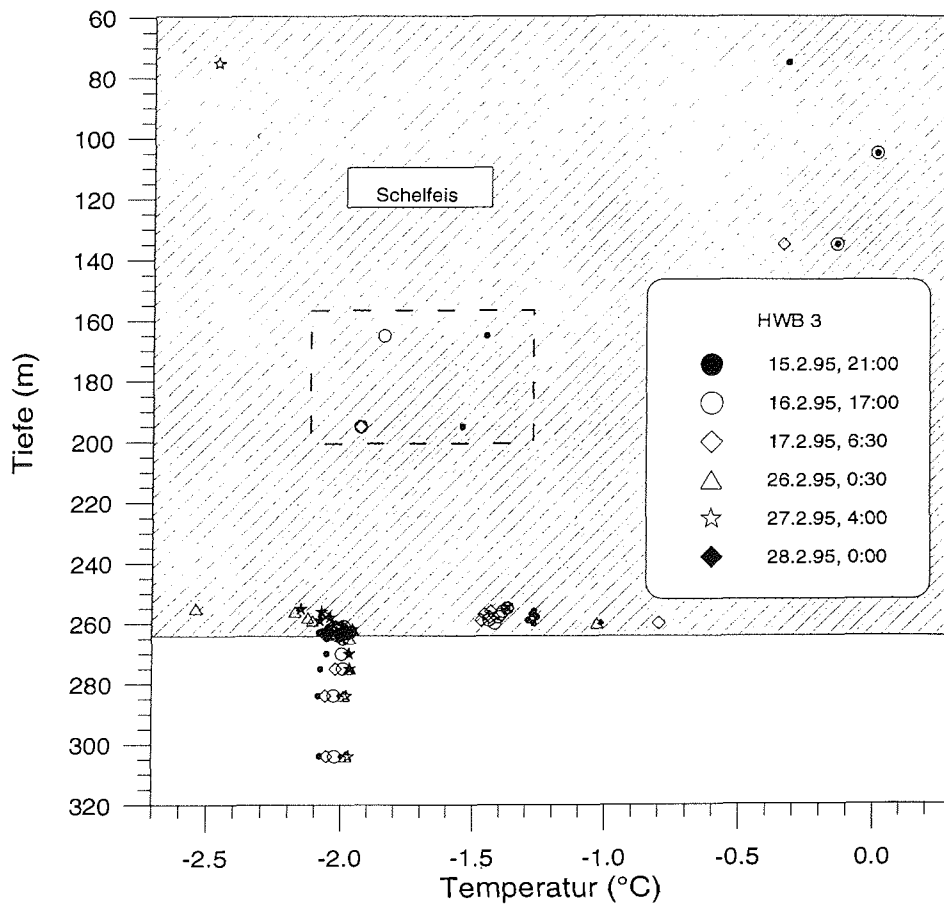


Abb. 33: Temperaturprofile von HWB3 aus den Meßwerten aller Temperaturmodule; im Ozean sind sie den Strömungsmessern benachbart. Aufgrund des erneuten Bootens liegen hier Messungen bis 270 Stunden nach der Auslegung vor. Die Temperaturen im oberen Teil des Schelfeises sind nicht dargestellt, weil diese wegen der durch die Bohrung eingebrachten Wärme zum Teil noch außerhalb des Meßbereiches liegen.

Fig. 33: Temperature profiles at HWB3 measured with all thermistors in and under the ice; within the ocean the thermistors are in the vicinity of the current meters. Due to the rebooting the recording time is about 270 hours. Temperatures are not shown in the upper part, because the temperatures were out of range due to the drilling operation.

Modems ausgebaut wurde und nach Bremerhaven zurückgeschickt wird, kann sicherlich bei einer Fehleranalyse und entsprechender Modifikation hilfreich sein. Da die Strömungsmesser unabhängig von der Datenerfassungsanlage messen und die Daten im internen Speicher sichern, kann dieser vor dem Neustart ausgelesen werden, so daß die inzwischen registrierten Daten nicht verloren gehen.

Trotz des bedauerlichen Ausfalls der Datenerfassungsanlagen muß erwähnt werden, daß das System sehr sorgfältig geplant, gefertigt und getestet wurde. Vielleicht hat sich einmal mehr gezeigt, daß Laborbedingungen, insbesondere bei Funktionsprüfung bei extremer Kälte, nicht den tatsächlichen Einsatzbedingungen Vorort entsprechen. Das erneute Booten der Datenerfassungseinheit von HWB 3 hat gezeigt, daß mit einem relativ einfachen "Systemreset" der unbekannte Fehler zu beheben ist. Die Geräte im und unter dem Eis, die nicht zu reparieren oder auszutauschen wären, funktionieren nach den ersten empfangenen Meldungen mit wenigen Einschränkungen gut. Dieses mag zunächst ein kleiner Trost für den erheblichen Aufwand und den großen personellen Einsatz bei der Auslegung von Verankerungen unter dem Schelfeis sein.

Das Projekt wird unterstützt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (OE 130/2-1).

6.2 Grounding Line Traverse  
(C. Mayer, C. Müller, J. Fickert, V. Goldberg, R. Witt, J. Wehrbach)

6.2.1 Zielsetzung

Im Rahmen der Filchner-V-Kampagne war ein umfangreiches glaziologisches und geodätisches Programm auf einer Fließlinie des Foundation Ice Streams geplant. Der Schwerpunkt lag dabei in Untersuchungen der massenhaushalts-spezifischen Parameter in der Übergangszone vom Eisstrom zum Schelfeis. Ein Flachbohrungsprogramm entlang der gesamten Fließlinie bis in den Anstieg des Eisstromes zum Inlandeis sollte Erkenntnisse über Akkumulation und Temperaturverteilung auf dem östlichen Teil des Ronne Ice Schelf liefern. Zusammen mit den Informationen aus dem Grounding-Line-Bereich ergibt sich damit ein vollständiges Bild des dynamischen Systems dieses Eiskörpers. Die seismischen Tiefensondierungen sollen zusätzlich zur Bestimmung des Gesamtmasseintrags aus dem Eisstrom auch Informationen über die Wassersäule unter dem Schelfeis liefern.

6.2.2 Zeitliche Übersicht und Logistik  
(C. Mayer)

Eine der Hauptschwierigkeiten bei den Untersuchungen an der Grounding Line des Foundation Ice Streams war die Bewältigung der Fahrtstrecke von über 700 km von der Eiskante des Filchner-Ronne-Schelfeises nahe der Filchner-Station bis in den Bereich südlich von 83° S.

Nach der Entladung von FS Polarstern konnte sich der Schlittenzug mit insgesamt über 50 Tonnen Zuladung, verteilt auf drei Zugfahrzeuge (Abb. 34), am 24.01. in Richtung Filchner-Station in Bewegung setzen. Es stellte sich allerdings bald heraus, daß unter den herrschenden Schneebedingungen die Belastung der Fahrzeuge schon überschritten war. Vor allem der Schlitten mit dem 10-Fuß-Tankcontainer, gefüllt mit 9500 l Flugzeugtreibstoff, behinderte das Vorankommen erheblich. Eine gleichmäßige Gewichtsverteilung auf dem Schlitten war nicht zu realisieren, so daß sich entweder der vordere oder der hintere Teil tief in den Schnee eingrub und damit zusätzlich eine nicht unerhebliche Schneemasse von den Pistenbullies bewegt werden mußte. Zwei Tage nach Abfahrt wurde bei Punkt 345 ein Teil des Treibstoffs in Leerfässer umgepumpt, die von POLAR 4 eingeflogen wurden. Allerdings war der Erfolg dieser Entlastungsaktion nicht zufriedenstellend und das Vorankommen nach wie vor äußerst mühsam. Einen Großteil der Zeit mußten zwei Bullies im Gespann fahren, um den Hauptteil der Last zu bewegen. Südlich von 79° wurde der Schnee so weich, daß teilweise Strecken doppelt gefahren werden mußten, da der Tankcontainer nur von zwei vorgespannten Fahrzeugen gezogen werden konnte.

Am 28.01. wurde die Position 80° S (Punkt 400) erreicht und dort in den folgenden anderthalb Tagen das Camp der SUSI Gruppe aufgebaut. Gleichzeitig erfolgte am 29.01. ein Erkundungsflug mit POLAR 2 in das Untersuchungsgebiet, um die geplante Fahrtroute aus der Luft auf eine mögliche Gefährdung durch

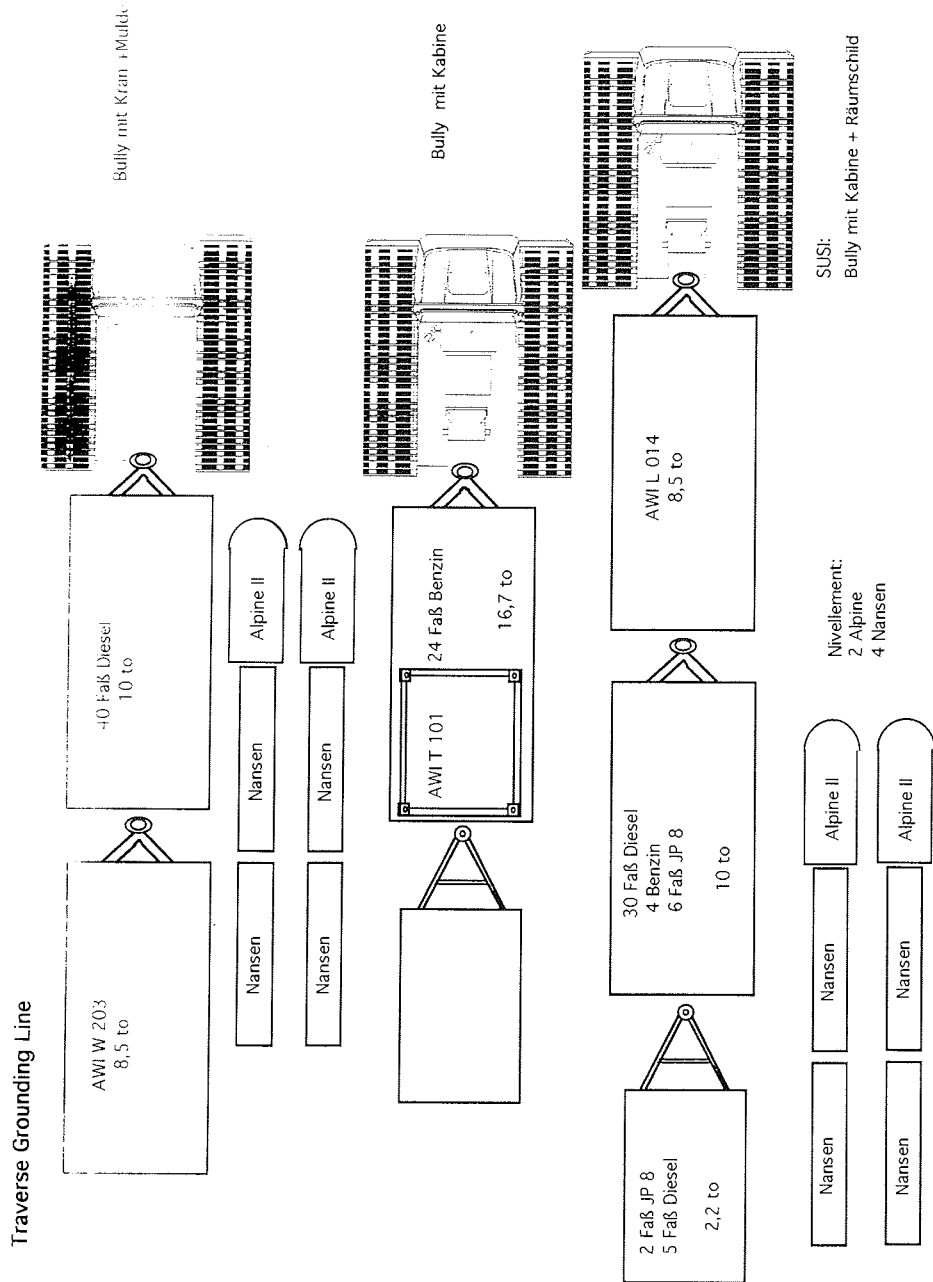


Abb. 34: Skizze der Schlittenzüge und des Treibstoffvorrates der Grounding-Line-Traverse

Fig. 34: Sketch of the load on the heavy sleds of the grounding-line traverse party

Spalten zu untersuchen. Der Flug bestätigte die bereits aus der sorgfältigen Analyse von Spot-Satellitenbildern, die eigens für diesen Zweck beschafft worden waren, gewonnene Erkenntnis, daß im südlichsten Bereich die spaltenfreie Zone nicht übermäßig breit, aber durchaus befahrbar war. Der Flug wurde gleichzeitig als erster Meßflug des Flugzeugradars in den Übergangsbereich genutzt. Am Punkt 400 wurde ein Treibstoffdepot zurückgelassen. Die Gewichtsreduzierung durch das Depot sowie den bereits verbrauchten Diesel und auch zunehmend bessere Schneebedingungen erleichterten das Vorankommen, so daß Site 6 an der südlichen Verbindungslinie von Berkner Island und Henry Ice Rise schon am Abend des 30.01. erreicht wurde. Während der folgenden Etappe schloß die geodätische Arbeitsgruppe, die mit Skidoos unterwegs war, zur Hauptgruppe auf. Diese Gruppe hatte bis dahin schon ein umfangreiches Arbeitsprogramm absolviert und konnte so den Geschwindigkeitsvorteil der Motorschlitten gegenüber der schweren Traverse optimal ausnutzen. Ihre Treibstoffversorgung wurde durch regelmäßig angelegte Depots gewährleistet.

Im letzten Streckenabschnitt verschlechterten sich die Bedingungen erneut, und die vorgesehene Position für das Basislager wurde am 01.02. gegen 16:30 Uhr UTC abermals mit großem Schlittengespann erreicht. Damit wurde für die 740 km lange Strecke insgesamt eine Zeit von 191,5 Stunden benötigt, was einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 3,9 km/h entspricht. Dabei wurde auf der gesamten Strecke nur eine längere Pause von 30 Stunden zur Errichtung des SUSI-Camps eingelegt. Dieser Aufenthalt war allerdings auch zur Erholung der gesamten Mannschaft dringend nötig, so daß man für längere Traversen allgemein keine sehr viel höhere Fahrtleistung ansetzen kann. Die Position des Basislagers (Abb. 35) für die kommenden Feldarbeiten wurde aufgrund der bis dahin vorliegenden Daten aus der topographischen Karte Filchner-Ronne-Schelfeis des IfAG ausgewählt. Aus den Ergebnissen der ersten Radarbefliegung ergab sich allerdings, daß sich die Grounding Line des Eisstromes etwa 20 km weiter nördlich befindet, als in der Karte eingetragen. Eine Änderung der geplanten Profilausdehnung war daher unumgänglich. In den folgenden Tagen wurde das Camp eingerichtet, das seismologische und gravimetrische Observatorium errichtet und die automatische Wetterstation aufgebaut. Am 02. und 03.02. wurde das Flugradarprogramm mit POLAR 2 durchgeführt. Eine Restmenge Flugtreibstoff verblieb für den geplanten Flug der POLAR 4 zum Niederbringen von Flachbohrungen im Anstieg zum Inlandeis.

Die nächsten zwölf Tage wurden für die Sprengseismik verwendet. Zusätzlich wurden Flachbohrungen im Bereich des Meßprofils abgeteuft. Die geodätische Gruppe bearbeitete ihr Projekt der Geschwindigkeits- und Deformationsbestimmung auf dem Eisstrom, sowie der Ermittlung der topographischen Oberfläche des Meßgebietes. Aufgrund der schlechten Wettersituation in der zweiten Hälfte der Feldzeit konnte eine intensivere Erkundung des Geländes senkrecht zur Fließrichtung nicht erfolgen. Damit waren die Aktivitäten auf den in den ersten Tagen markierten Bereich zu beiden Seiten des Profils beschränkt.

Am 15.02. begann der Abbau des Camps. Glücklicherweise gelang es der POLAR 4 am 16.02., nach acht Tagen sehr schlechter Flugbedingungen, das Camp zu erreichen. Am nächsten Tag konnten die geplanten Flachbohrungen und auch die geodätischen Arbeiten im südlichen Teil des Eisstromes, der nur aus der Luft

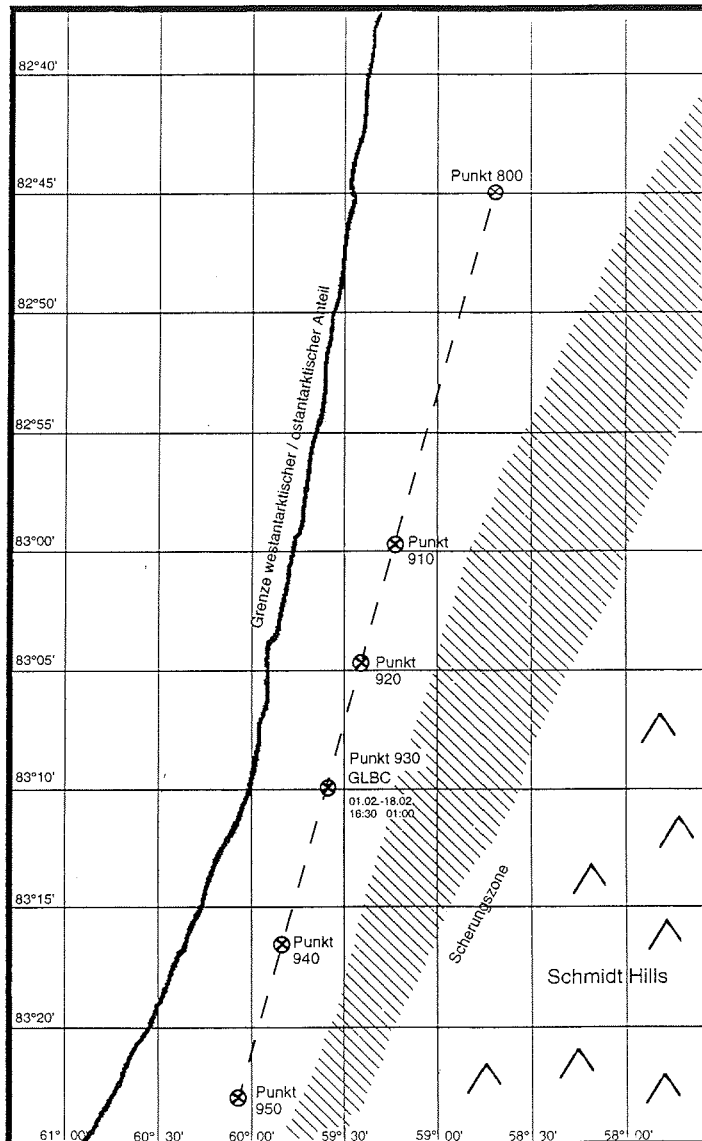


Abb. 35: Lage des Basislager "Grounding Line" (GLBC) sowie geophysikalische Meßpunkte. Die Schraffuren kennzeichnen Spaltengebiete. Die Trennlinie zwischen Eis aus dem Einzugsgebieten West- und Ostantarktis ist ebenfalls eingetragen.

Fig. 35: Location of base camp "grounding line" (GLBC) and of points of geophysical measurements. The crevassed areas are indicated. The boundary between the drainage basins of West and East Antarctica is also shown.

erreichbar ist, erledigt werden. Da die Geodäten schon am Vortag die Rückfahrt zur Filchner-Station angetreten hatten, mußte einer von ihnen bei Punkt 700 aufgenommen werden.

Die Abfahrt Richtung Filchner-Station verzögerte sich durch das verspätete Flugprogramm nur um wenige Stunden und wurde am 18.02. um 01:00 UTC angetreten. Die Rückfahrt gestaltete sich durch die stark verringerte Ladung erheblich unkomplizierter. Dadurch konnte trotz des Flachbohrprogramms in Abständen von 50 km eine ähnliche Fahrtleistung erzielt werden wie auf der Hinfahrt. Die Hauptgruppe schloß am 20.02. bei Punkt 500 zur geodätischen Gruppe auf. Danach verlief die Rückreise weitgehend parallel. Am selben Tag abends wurde das SUSI Camp erreicht, und noch während der Nacht konnte die Fahrt fortgesetzt werden. Die Filchner-Station wurde am 24. um 15:48 Uhr erreicht. Nach einem Tag Rückstauen endete die Fahrt endgültig am 25.02. gegen 17 Uhr am Anleger der FS Polarstern.

### 6.2.3 Bewegung, Deformation und Höhe des Foundation Ice Stream (B. Riedel, A. Karsten)

Der Schwerpunkt der geodätischen Arbeiten während der Filchner-V-Kampagne lag in der Erfassung der Geometrie und Geometrieänderungen des Foundation Ice Stream an der Grounding Line. Hierzu wurden an der Grounding Line ein Deformationsnetz aufgebaut und satellitengestützte und terrestrische Beobachtungen in zwei Epochen ausgemessen. Während des Hin- und Rückweges zur Grounding Line wurden im Rahmen einer Skidoo-Traversal entlang einer Fließlinie des Foundation Ice Stream weitere Deformationsfiguren abgesteckt und vermessen sowie Schwerebestimmungen und Nivellementsbeobachtungen durchgeführt (Abb. 36)

#### Höhenbestimmung und Gravimetrie

In dieser Feldkampagne wurde erstmals die Erfassung von GPS-Messungen und Gravimeterbeobachtungen zur Bestimmung von Höhen über dem Meeresniveau durchgeführt. Durch Anbindung der GPS-Beobachtungen der einzelnen Deformationsfiguren (Tab. 11) an die Permanentstation Belgrano II ist es möglich, die ellipsoidischen Höhendifferenzen mit sehr hoher Genauigkeit zu bestimmen. In Kombination mit einem lokalen Schweremodell aus Gravimeterbeobachtungen entlang des Trassenverlaufes können so punktuell Geoidhöhen bis zur Grounding Line abgeleitet werden.

Zusätzliche bzw. verdichtende Gravimeterbeobachtungen wurden im Rahmen der geophysikalischen Messungen durchgeführt. Alle Gravimeterbeobachtungen auf dem Schelfeis werden durch Anschluß an Punkte in Kapstadt und Punta Arenas in das IGSN 71 eingehängt und über Messungen an den Nunatakkern Boreas und Bertrab I kontrolliert.

Der Vergleich dieser Ergebnisse mit den Daten aus dem Trigonometrischen Nivellement dient gleichzeitig zur Geoidbestimmung bzw. -verbesserung in diesem Bereich. Aufgrund des engen Zeitrahmens konnte jedoch nicht der gesamte Trassenverlauf (Tab. 12) nivelliert werden. Für einen endgültigen

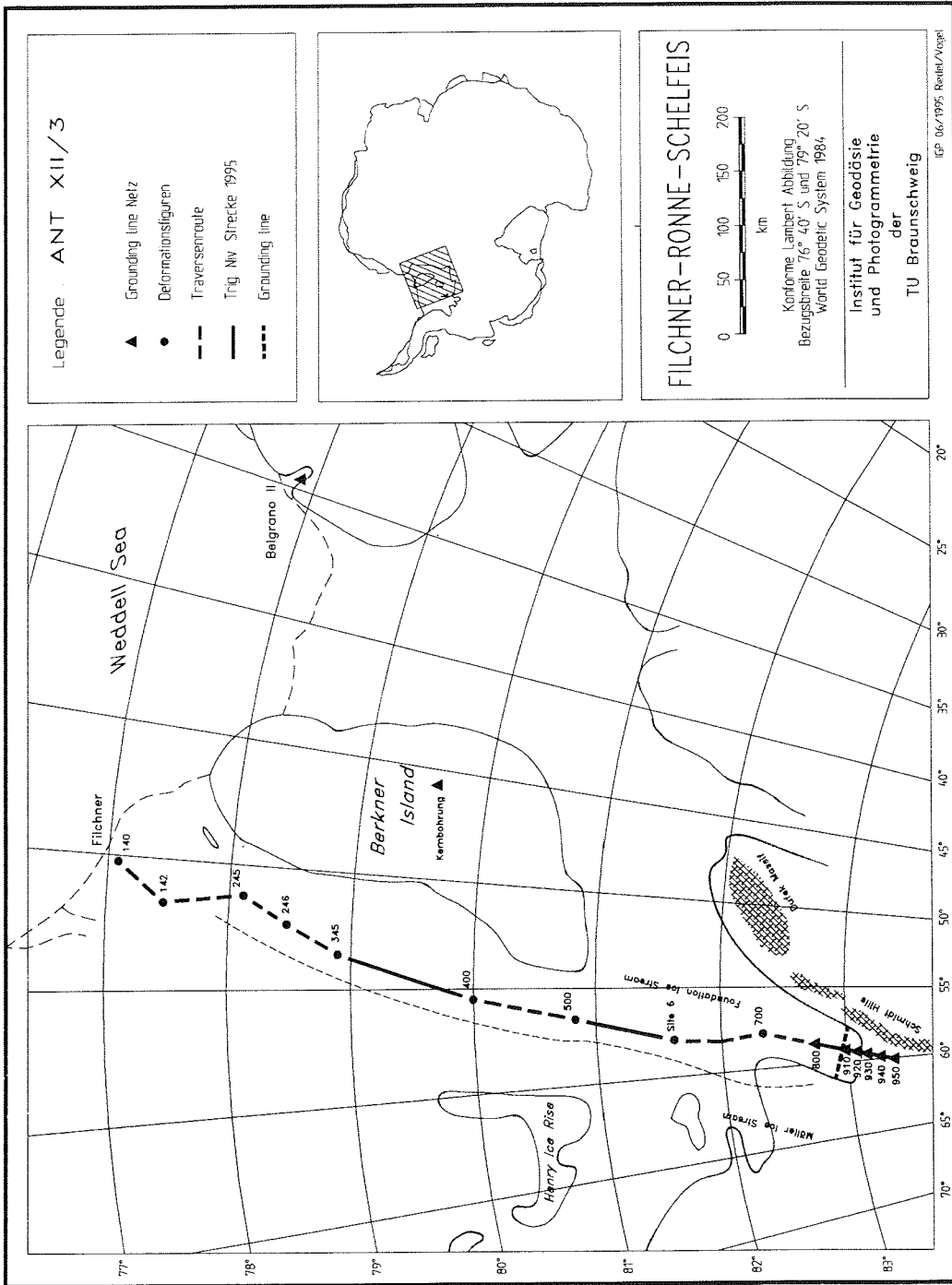


Abb. 36: Übersichtskarte zur Skidoo-Traverse  
 Fig. 36: Overview to the Skidoo traverse



Höhenanschluß der Grounding Line an das Meeresniveau durch terrestrische Beobachtungen - bis 345 wurde bereits 1992 trigonometrisch nivelliert - fehlen noch insgesamt ca. 230 Nivellementkilometer (400 - 500, Site 6 - 800).

Nach dem Postprocessing der GPS-Daten und Modellierung des Schwerefeldes werden für die Zentren der Deformationsfiguren entlang der Fließlinie und an der Grounding Line Geoidhöhen vorliegen. Eine erste Auswertung ("float solution") des Höhenanschlusses der Permanentstation an der Grounding Line in Bezug auf die Station Belgrano II ergibt sich eine ellipsoidische Höhe von 141 m für das Basislager. Berücksichtigt man das im GPS-Empfänger enthaltene Geoidmodell (eine niedrigere Kugelfunktionsentwicklung des Erdschwerefeldes), so erhält man für das Basislager (930) an der Grounding Line eine Geoidundulation von + 25 m und damit eine Höhe über der Meeresoberfläche von 166 m.

#### Fließvektor- und Deformationsmessungen

Tab. 11: Koordinatenverzeichnis der Deformationsfiguren entlang des Foundation Ice Stream aus C/A-Code Messungen.

Def.: Deformationsmessung, GPS: GPS-Beobachtung in Bezug zu Belgrano II, Gravi.: Schwerebeobachtung zur Höhenbestimmung

Tab. 11: List of coordinates for the deformation figures along Foundation Ice Stream by C/A-code measurements

Def.: Deformation measurements, GPS: GPS observation in relation to Belgrano II, Gravi.: Observation of gravity to determine elevations

Punkt	Breite	Länge	Messungen	Datum
245	77° 59' 54" S	51° 32' 07" W	Def., GPS, Gravi.	26.01.95
246	78° 24' 47" S	52° 28' 25" W	Def., GPS, Gravi.	26.01.95
345	78° 50' 24" S	53° 28' 27" W	GPS, Gravi.	26.01.95
400	79° 59' 58" S	55° 29' 56" W	Def., GPS, Gravi.	29.01.95
500	80° 49' 59" S	56° 35' 15" W	Def., GPS, Gravi.	30.01.95
Site 6	81° 36' 21" S	57° 53' 19" W	GPS, Gravi.	31.01.95
700	82° 20' 06" S	57° 49' 37" W	Def., GPS, Gravi.	31.01.95
800	82° 45' 00" S	58° 41' 31" W	Def., GPS, Gravi.	09.02.95
910	82° 59' 45" S	59° 12' 53" W	Def., GPS	04.02.95
920	83° 04' 56" S	59° 23' 40" W	Def., GPS	04.02.95
930	83° 10' 02" S	59° 34' 27" W	Def., GPS, Gravi.	03.02.95
940	83° 16' 27" S	59° 48' 40" W	Def., GPS	03.02.95
950	83° 23' 05" S	60° 03' 48" W	Def., GPS	03.02.95
1000	83° 55' 06" S	60° 21' 30" W	GPS	17.02.95
1100	84° 49' 04" S	59° 38' 07" W	GPS	17.02.95

Tab. 11 enthält sämtliche Deformationsfiguren, die während der Traverse mit verschiedenen Meßverfahren beobachtet wurden (Abb. 36).

Tab. 12: Teilstrecken des Trigonometrischen Nivellements von 1995

Tab. 12: Lines of trigonometric levelling in 1995

Punkt	Entfernung
345 - 400 (SUSI)	140 km
500 - Site 6	90 km
800 - 910	28 km
910 - 950	45 km

### Digitales Geländemodell

## Kinematisches GPS- Profil

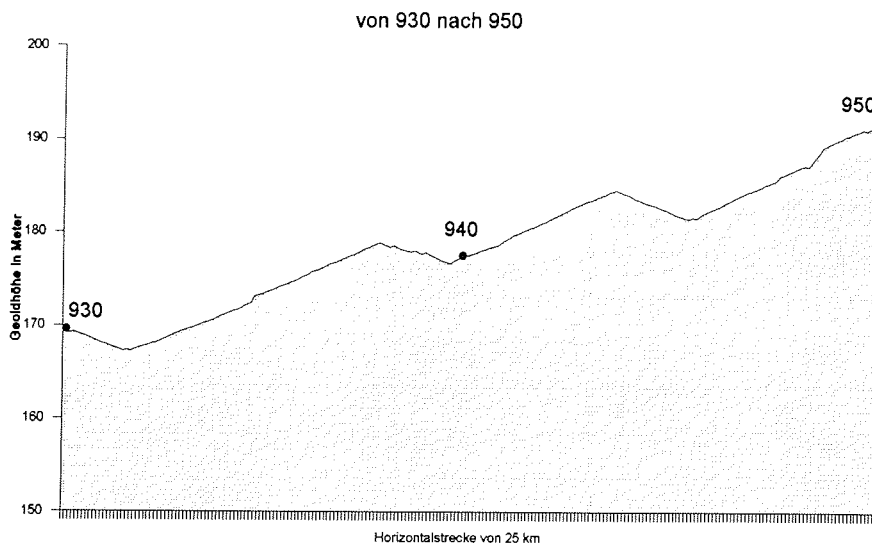


Abb. 37: Kinematisches GPS-Profil von Punkt 930 nach 950

Fig. 37: Kinematic GPS-profile from point 930 to 950

Zur Erfassung der Oberflächentopographie wurde das GPS im kinematischen Modus eingesetzt, d.h. neben der Permanentstation bei Punkt 930 wurden simultan GPS-Beobachtungen auf einem fahrenden Schlittenzug registriert. Der Schlittenzug fuhr entlang des Profils von 800 bis 910 und von 910 bis 950. Zur flächenhaften Erfassung wurden zusätzlich 6 Querprofile senkrecht zur o. a. Achse durch die Außenpunkte der Deformationsfiguren gefahren. Wegen der Spaltensituation konnten nur relativ kurze Querprofile aufgenommen werden, so daß die topographische Darstellung auch nur für einen entsprechend langen aber schmalen Streifen möglich sein wird. Insgesamt liegen 95 Profilkilometer im kinematischen Modus vor. Abb. 37 zeigt eine erste Lösung für die letzten 25 Profilkilometer am südlichen Ende der Hauptachse von Punkt 930 nach 950.

Die Punkte 245 und 246 wurden in der Filchner-IV-Kampagne 1992 erstmals beobachtet und 1995 die Zweitmessung durchgeführt. Die Punkte 400, 500, 700 und 800 sind Deformationsfiguren, die während dieser Traverse auf dem Hinweg installiert und erstmalig beobachtet wurden. Auf der Rückreise wurden an diesen Punkten die Zweitmessungen durchgeführt.

Für die Ermittlung der Deformationen wurde bei allen Punkten, mit Ausnahme von 400, ein neues Meßkonzept eingesetzt. Die erste Messung besteht aus Horizontalwinkel- und Zenitwinkelbeobachtungen und den dazugehörigen Streckenmessungen, sowie der Erfassung der atmosphärischen Parameter. In der Figur wird auf den zweiten Zentralpunkt verzichtet, und dafür durch GPS-Messungen im "fast static mode" eine zweite unabhängige Messung aller Netzpunkte durchgeführt. Durch Nutzung des P-Codes auf der L2-Frequenz bzw. der Kreuz-Korrelationstechnik für den Y-Code ist es bei Zweifrequenz-GPS-Empfängern möglich, daß die Meßzeiten für die Koordinatenbestimmung stark reduziert werden können ohne daß es dadurch zu einem Genauigkeitsverlust kommt. Diese Technik wird bei den eingesetzten Trimble 4000 SSE-Empfängern als "fast static mode" bezeichnet. Auf dem Zentralpunkt wurde für diese Messungen die GPS-Permanentstation errichtet. Damit können alle Deformationsfiguren an die argentinische Station Belgrano II lage- und höhenmäßig angehängt werden.

Tab. 13: Strainelemente (e1, e2 und t) und Fließvektorkomponenten (Geschwindigkeit und Richtung)

Tab. 13: Elements of strain (e1, e2 und t) and components of the flow vector (velocity and direction)

Punkt	e1	e2	t	v	Az	Zeitraum
	[10 <sup>-3</sup> /a]	[10 <sup>-3</sup> /a]	[gon]	[m/a]	[°]	[Tage]
245	1,8	-0,6	16,4	653	30	1080
246	1,4	-0,3	34,8	575	23	1080
400	1,1	0,2	179,2	317	13	22
500	1,4	-0,1	199	208	55	
700	1,0	-0,5	111	260	22	
800	4,0	-3,9	50	398	10	7
910	2,8	-4,9	123			
920	3,2	-5,1	133			
930	2,9	-1,8	119,5	533	15	12
940	1,7	-3,0	160			
950	4,3	-2,6	159			

Die Punkte 910 bis 950 sind fünf Deformationsfiguren an der Grounding Line, die innerhalb von 12 Tagen in einer Nullmessung und einer Wiederholungsmessung beobachtet wurden. Zusätzlich wurden diese Figuren noch über statische GPS-Messungen miteinander verknüpft. Auch hier erfolgte nach 12 Tagen eine Wiederholungsmessung. Ziel dieser Verknüpfung ist es, die Änderung der Deformationen zwischen den Figuren zu erfassen. Bei dem Punkt 1000 handelt es sich um einen Einzelpunkt im Anstieg des Inlandeises, auf ca. 500 m Höhe. Somit ist es hier nur möglich, über eine spätere Nachmessung die Fließgeschwindigkeit zu bestimmen. Am Punkt 1100 wurde ein Deformationsvektor in ca. 1350 m Höhe vermarktet und beobachtet. Die beiden letztgenannten Punkte wurden mit dem Flugzeug POLAR 4 angeflogen und können bedingt durch die großen Eisabbrüche südlich von 83°45' S nur durch Flugunterstützung wiederholt werden. Eine erste Näherungsauswertung der Messungen zeigt Tab. 13.

Die in Tab. 13 angegebenen Werte für den Strain konnten trotz des relativ kurzen Zeitabstandes zwischen Null- und Zweitmessung aus terrestrischen Messungen abgeleitet werden. Die Fließvektorkomponenten wurden aus differentiellen GPS- Beobachtungen zu Belgrano II bestimmt.

Seismische Tiefensondierungen

Ziel der seismischen Tiefensondierungen war es, zusätzlich zu den Eisdickenmessungen des Flugradars Informationen über die Verhältnisse unter dem Eis zu erhalten. Einerseits ist es von großem Interesse, die topographische Struktur des Meeresbodens und die Mächtigkeit der Wassersäule unter dem Schelfeis zu untersuchen, andererseits ist die Untergrundstruktur speziell für die Erstellung von dynamischen Modellen von großer Bedeutung. Um Aussagen über den rezenten Massenhaushalt und prognostische Analysen für wechselnde Eismächtigkeiten machen zu können, muß ein im Verhältnis zur Eismächtigkeit geeignet großer Bereich in Fließrichtung der Eismasse beiderseits der Grounding Line abgedeckt werden. Ursprünglich war eine Profillänge von 50 km vorgesehen, die auch den Geodäten genügend Raum für die Beurteilung der Deformationsverhältnisse im Übergangsbereich geboten hätte. Nach den ersten Ergebnissen aus den Flugradaraufzeichnungen ergab sich allerdings ein etwas komplizierteres Bild als vorausgesehen. Die vermutliche Position der Grounding Line befindet sich danach etwa 20 km weiter nördlich als angenommen, und weitere 50 km im Norden schien das Schelfeis nochmals aufzuliegen. Daraufhin wurde die Profillänge auf 74 km ausgedehnt, um mit Sicherheit genügend Daten beiderseits der Übergangzone zu bekommen. Allerdings konnte in dem gedrängten Zeitplan nun der vorgesehene Schußabstand von 500 m nicht mehr über das gesamte Profil eingehalten werden. Das erwartungsgemäß interessantere Untergrundrelief auf dem gegründeten Teil des Eisstromes wurde auf einer Länge von 26 km von Punkt 950 bis über das Basislager hinaus in Abständen von 500 m untersucht. Auf einer Länge von 7 km um die vermutete Position der Grounding Line wurde gleichfalls der engere Schußabstand gewählt. Auf dem restlichen Profil mußte der Abstand zwischen den einzelnen Tiefensondierungen auf 1 km erweitert werden.

Während der ersten Tage im Basislager konnten wegen des Flugradarbetriebes keine weiter entfernten Aktivitäten aufgenommen werden. Diese Zeit wurde für erste seismische Tests genutzt. Ein wichtiges Kriterium für die Durchführung der Messungen war die minimal benötigte Ladungsmenge und Bohrlochtiefe. Ersteres beeinflusst den Frequenzgehalt des erzeugten Signals, während die Bohrlochtiefe wesentlich den Meßfortschritt bestimmt. Für die Verhältnisse auf dem Foundation Ice Stream mit Eismächtigkeiten in der Größenordnung von 1200 m ergab sich eine optimale Kombination von 2 kg Sprengstoff je Schuß bei einer Bohrlochtiefe von 6 m. Die Bohrlöcher wurden mit konventionellen Firnkernbohrern abgeteuft. Der tägliche Fortschritt von zwei Bohrteams entsprach damit etwa der Geschwindigkeit des Meßtrupps, der für die Aufstellung der Auslage und die Ausführung der Messung verantwortlich war.

In der Nähe des Camps wurden außerdem Versuche für einen möglichst günstigen Abstand von Schußpunkt und Geophonauslage und zur Bestimmung der Geschwindigkeitstiefenverteilung im Eiskörper gemacht. Die Messungen selbst wurden schließlich mit der Standardauslage, Geophonabstand 10 m, der 24-Kanal-Apparatur und einem Offset zwischen Schußpunkt und Geophon von 150 m durchgeführt.

In 12 Tagen konnten über 120 Tiefensondierungen ausgeführt werden. Die relativ hohen Temperaturen zwischen -10 und -20 °C, infolge des nun dauernd bedeckten Himmels, wirkten sich dabei günstig auf die Arbeit aus, da man bei tieferen Temperaturen an die Funktionsgrenze der Seismikapparatur stößt. Deutlich wurde dies auch bei zwei weiteren Messungen bei Punkt 700, an dem laut Flugradar wieder gegründetes Eis zu finden sein sollte. Die Sondierungen fanden bei klarem Wetter und Temperaturen unter -25 °C statt. Nach zwei Schüssen war das LCD-Display fast nicht mehr zu erkennen, so daß die Arbeit abgebrochen werden mußte.

Aus den Rohdaten (Beispiel s. Abb. 38) kann bisher nur ein sehr grobes Bild der Verhältnisse an der Grounding Line entworfen werden. Die Qualität der Daten ist sehr unterschiedlich und hängt wahrscheinlich stark von der mechanischen Vorgeschichte des Eises ab. Teilweise zeigt sich der Untergrund sehr gestört und Reflexionen der Eisunterseite sind in den Analogaufzeichnungen überhaupt nicht feststellbar. Dies könnte durch stark zerklüftetes Eis hervorgerufen werden, in dem interne Reflexionen die Signale aus tieferen Schichten verdecken. Andererseits kann schon bei benachbarten Schüssen die Eis/Fels-Grenze eindeutig identifiziert werden. In tieferen Bereichen können Signale bisher nicht identifizierter Strukturen erkannt werden. Die genaue Lage der Grounding Line läßt sich leider aus den Rohdaten noch nicht bestimmen. Der mögliche Bereich kann allerdings auf wenige Kilometer begrenzt werden und befindet sich etwa 26 km nördlich des Basislagers. Südlich dieser Zone wurde auf den Seismogrammen keine langsame Wasserschicht mehr identifiziert. Die teilweise ausgeprägte Strukturierung unterhalb der Eis/Untergrund-Grenze bedarf noch näherer Untersuchung, bevor Aussagen darüber gemacht werden können.

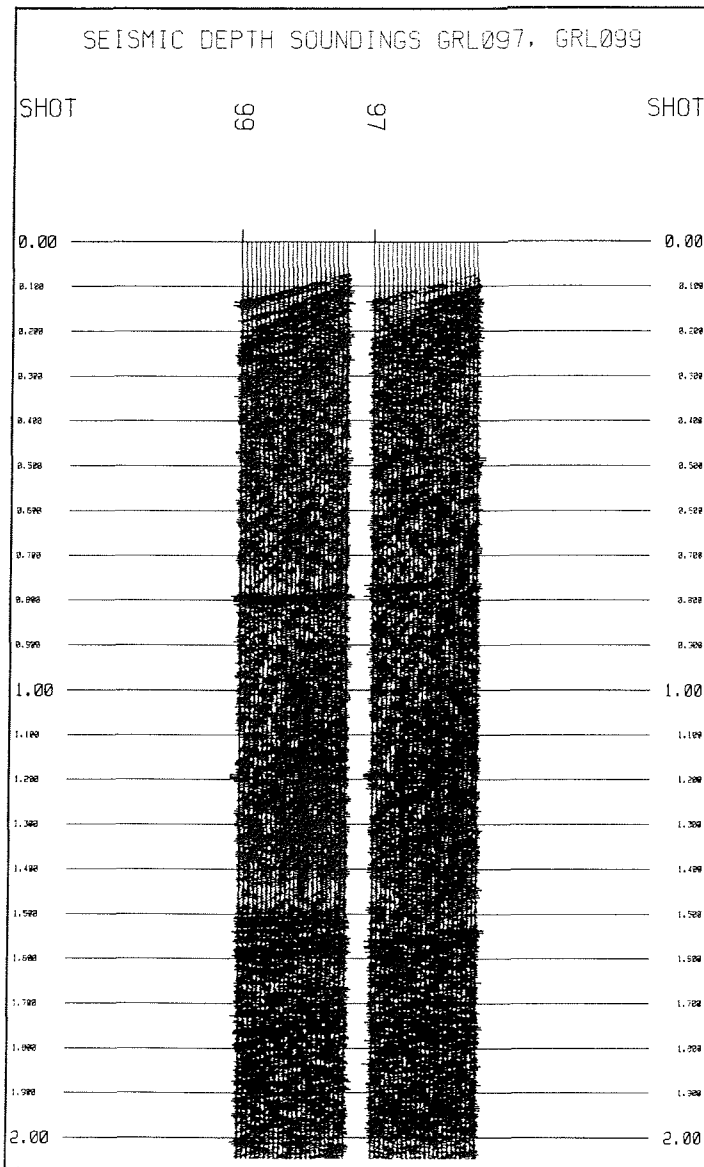


Abb. 38: Rohdatenbeispiel seismischer Tiefensondierung aus dem Bereich der Grounding Line. Man erkennt deutlich die Signale der Eisunterkante bei etwa 760 ms bzw. 790 ms. Der Profilpunkt GRL097 mit der geringeren Mächtigkeit liegt dabei stromabwärts von Punkt GRL099

Fig. 38: Example of raw data of seismic depth soundings from the vicinity of the grounding line. Clear signals can be seen from the lower ice boundary at 760 ms and 790 ms respectively. Profile GRL097 with a smaller ice thickness is situated downwards the flowline of profile GRL099

### Bodenradar

Im Bereich des Meßgebietes der Grounding Line waren zusätzlich Bodenradarmessungen geplant, um interne Strukturen innerhalb des Eiskörpers aufzulösen. Am 02.02. wurde mit dem Aufbau der Antennenschlitten und der Meßapparatur begonnen. Bei ersten Tests zeigte sich, daß die Akkus zur Versorgung des Sendesystems zerstört waren. Da kein Ersatz vorhanden war, mußte zunächst auf eine weitere Erprobung verzichtet und auf eine Ersatzlieferung durch POLAR 2 oder 4 gewartet werden. In den nächsten Tagen erfolgte das Seismikprogramm, so daß das Radarprogramm erst am 16.02. wieder aufgenommen werden konnte. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte sich Ersatz für die Akkus gefunden, aber durch erneute Versuche der Inbetriebnahme zeigten sich zusätzliche Defekte sowohl im Empfangs- als auch im Sendesystem. Diese konnten zum Teil behoben werden, leider war aber die Zeit so weit fortgeschritten, daß das eigentlich geplante Programm im Bereich der Grounding Line nicht mehr durchgeführt werden konnte. So wurde als Ersatz geplant, ein Profil entlang der Traversen-trasse bis zur Filchner-Station zu fahren. Leider zeigte sich dabei, daß es zeitweise immer noch Probleme mit der Triggereinheit des Sendesystems gab, die nicht ohne weiteres behoben werden konnten. Zusätzlich traten kältebedingte Probleme mit dem Generator auf, so daß die Spannungsversorgung nicht mehr gewährleistet war. Aus diesen Gründen und um die Traverse nicht aufhalten zu müssen, wurden die Messungen bei Punkt 700 abgebrochen. Somit liegt ein gemessenes Profil vom Grounding-Line-Basislager bis Punkt 700 mit einer Länge von 110 km vor, von dem jedoch etwa 20 km der Messungen fehlerhaft sind. Die Ursachen für die verschiedenen, unabhängig voneinander aufgetretenen Defekte, lagen wohl zum Teil in den nicht unerheblichen mechanischen Belastungen während der Anreise zum Meßgebiet.

### Gravimetrie

Zusätzlich zur Erfassung der Eisdicken- und Geschwindigkeitsverteilung und dem Deformationszustand längs des Profils sollte mit einem gekoppelten Gravimeter und Tiltmeterprojekt die tidenabhängige Bewegung und damit ein vertikales, mechanisches Bewegungsmodell des Eiskörpers im Bereich der Grounding Line erstellt werden. Bedauerlicherweise stellten sich die als Datalogger für die Tiltmeter verwendeten Epson-PX4-Rechner als unzuverlässig heraus. Daher konnten nur an der Station am Basislager auf einem freien Kanal eines Analogschreibers Tiltmeterdaten aufgezeichnet werden. Diese Station diente gleichzeitig als Basis für die Gravimetriemessungen. Über eine Feedbackmimik wurde die zeitliche Variation der Gravitation ebenfalls analog aufgezeichnet. Da das Basislager schon vergleichsweise weit auf dem gegründeten Eis lag, sind die Schwankungen relativ gering. Die Variation konnte aber trotzdem mit sehr guter Qualität aufgezeichnet und eine Meßreihe von über zwei Wochen Dauer erhalten werden (Abb. 39). Da infolge der harten Transportbedingungen der Ski-Doo-Traverse das Gravimeter der geodätischen Gruppe nach der Hälfte der Zeit ausfiel, mußte allerdings das ursprüngliche Projekt stark reduziert werden. Um zumindest einen Vergleichswert der Gravimetriemessungen zu erhalten, wurde das noch funktionierende Gravimeter in der Nähe der vermuteten Grounding Line für 34 Stunden aufgebaut. Ein Vergleich der Daten soll die unterschiedlichen Hebungsbeträge an den zwei Punkten liefern. Auf der Rückfahrt zur Filchner-Station wurden an den restlichen Vermessungspunkten der geodätischen Arbeitsgruppe Schweremessungen durchgeführt. Am 02.03. erfolgte eine



Anschlußmessung am Nunatakker Bertrab auf dem Gravimetriepunkt der argentinischen Station Belgrano II, nachdem der Anschluß vor der Traverse am 16.01. an den Nunatakkern Boreas und Passat in der Nähe des Ekströmschelfeises hergestellt worden war.

Registration of Tidal Movement at the Grounding Line Base Camp

05.02.95 14:49 UTC - 06.02.95 03:49 UTC

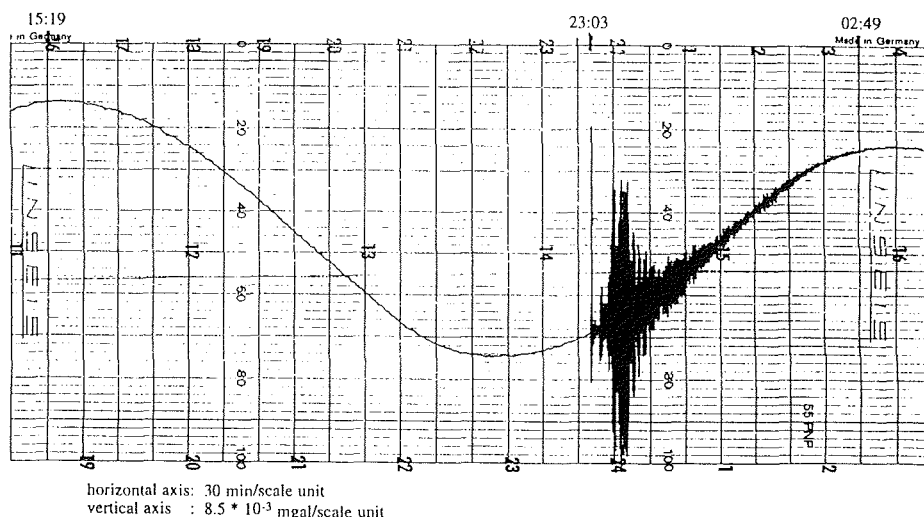


Abb. 39: Ausschnitt aus der Dauerregistrierung der Gravimetriestation am Basislager vom 05.02. 21:50 UTC bis 06.02. 09:20 UTC. Das Ereignis um 23:03 UTC ist die Aufzeichnung eines starken Erdbebens mit Epizentrum in Neuseeland.

Fig. 39: Part of the data sampled at the gravimetric station of the Base Camp from February, 5th 21:50 UTC to February, 6th 09:20 UTC. The event at 23:03 UTC shows the signal of a strong earthquake with the epicenter located in New Zealand.

### Seismologie

Während der Zeit des Aufenthaltes am Grounding-Line-Basislager vom 02. - 17.02. wurde neben dem Gravimeter und Tiltmeter auch ein Seismometer betrieben. Verwendet wurde ein 20s-Lippmann-Seismometer und eine 4-Kanal-PCM-Apparatur. Die Daten wurden eventgetriggert, digital auf Band aufgenommen. Es zeigte sich schon im Gelände, daß die Daten zeitweilig durch ein Brummen überlagert waren. Leider konnte die Ursache dieser Störung nicht gefunden werden. Die aufgezeichneten Daten konnten dann auch erst auf der Neumayer Station teilweise abgespielt werden, wobei sich herausstellte, daß die Auswirkungen dieses Brummens recht erheblich sind. Es sollte dennoch möglich sein, diese geeignet zu filtern.

6.2.5 Firnkernbohrungen auf dem Foundation Ice Stream  
(C. Mayer, C. Müller, J. Fickert, V. Goldberg, R. Witt, J. Wehrbach)

Die regelmäßige Beprobung der obersten Meter der Firnschicht auf dem Foundation Ice Stream und seiner Fortsetzung im Ronne Ice Schelf soll Aufschluß über die Niederschlagsverhältnisse entlang einer Fließlinie geben (Tab. 14). Zusammen mit dynamischen Parametern folgt ein detailliertes Bild der Akkumulationsgeschichte und der Eisbildung in den letzten Dekaden.

Um die Entwicklung möglichst vollständig beurteilen zu können, wurde versucht, schon im südlichsten Bereich des Eisstromes Eiskerne zu gewinnen. Der Foundation Ice Stream wird von verschiedenen Gebieten der Antarktis gespeist. In der Hauptsache lassen sich ein ost- und ein westantarktischer Anteil unterscheiden, wobei das Gebiet um den Südpol im Einzugsbereich des ostantarktischen Teiles liegt. Durch die Verteilung der Spaltengebiete entlang der Traversenroute war es leider nicht möglich, die gesamte Probennahme auf ein und derselben Fließlinie durchzuführen. Auf den ersten 400 km ist der östliche Teil durch die Scherungszonen entlang Berkner Island nicht befahrbar. Im südlichen Abschnitt konnte aufgrund von Informationen aus Satellitenbildern ein sicherer Weg nur auf dem östlichen Teil erwartet werden. Allerdings konnte der Übergang in einem Gebiet südwestlich von Berkner Island erfolgen, das klimatisch sehr einheitlich wirkte. Die Fortsetzung nach Süden erfolgte folgerichtig bis ins Inlandeis auf dem ostantarktischen Teil des Eisstroms.

Gebohrt wurde mit einem 4-Zoll-Firnkernbohrer mit Fiberglasgestänge und Bajonettkupplungen und einem kleinen Aufsetzmotor. Es wurde versucht, jeweils eine Bohrlochtiefe von 12 m zu erreichen, um mit Sicherheit die Temperaturverteilung bis über die Jahresmitteltemperatur in 10 m Tiefe hinaus aufnehmen zu können. Bei einer angenommenen Akkumulationsrate von 30 cm Firn pro Jahr entspricht dies einem Zeitabschnitt von 40 Jahren.

Die Qualität der Bohrkern entlang des fast 900 km langen Profils war sehr unterschiedlich. Die Schelfeiskerne nördlich von 81° S konnten ohne größere Probleme gewonnen werden. Der Kernverlust hielt sich innerhalb normaler Grenzen. Durch die tieferen Jahresmitteltemperaturen und wahrscheinlich auch die vergleichsweise ruhigen Niederschlagsverhältnisse an der Grounding Line waren die Kernverluste in diesem Gebiet teilweise erheblich. Der Schneedeckenaufbau war so labil, daß in den ersten Metern keine durchgehenden Kernproben genommen werden konnten. Bei den zwei Bohrungen im Anstieg zum Inlandeis verbesserten sich die Verhältnisse allerdings wieder. Vermutlich höherer Winddruck während der Niederschlagsereignisse führt zu einem deutlich stabileren Aufbau in den ersten Metern. Die Kernverluste reduzierten sich dort daher auch auf wenige Zentimeter.

Ein gewisses Problem stellten in den tieferen Bereichen der Bohrlöcher die Kernfänger dar. Oft wurden die Fänger an den Kernen entlang gezogen, ohne daß der Kern abriß. Ein Gewinnen der tieferen Kerne war nur mit großer Vorsicht und nach oftmals mehreren Versuchen zu erreichen. Bei den vergleichsweise warmen Temperaturen während der seismischen Messungen trat zudem das Problem der Bohrervereisung auf, sobald der Bohrer aus größerer Tiefe an die

Oberfläche kam.

Tab. 14: Zusammenstellung der Firnkernbohrungen entlang des Foundation Ice Stream.

Die angegebenen Höhen sind orthometrische Höhen berechnet aus ellipsoidischen Höhen (WGS84) unter Verwendung des OSU91A-Modells.

\*: Höhen nach Topographische Karte 1:2.000.000, Filchner-Ronne-Schelfeis, IfAG 1993

Tab. 14: Compilation of firn cores along Foundation Ice Stream.

The heights are orthometric heights calculated from ellipsoid heights (WGS84) by using the OSU 91A geopotential model.

\*: heights after Topographic Map 1:2.000.000, Filchner-Ronne-Schelfeis, IfAG 1993

Bohrung	Datum	Punkt	Breite [° 'S]	Länge [° 'W]	Höhe [m a.s.l.]	Endtiefe [m]	10-m- Temp. [°C]	Sensor
GLB01	03.02.95	930	83 10,0	59 34,5	163	11,3	≈-30,2	T65
GLB02	09.02.95	950	83 23,1	60 03,8	185	12,1	≈-30,0	T64
GLB03	11.02.95	800	82 45,0	58 41,5	145	12,0	≈-30,6	T62
GLB04	17.02.95	1100	84 49,1	59 38,1	1191	12,6	≈-32,7	T59
GLB05	17.02.95	1000	83 55,1	60 21,6	482	11,7	≈-30,0	T52
GLB06	18.02.95	700	82 20,1	57 49,6	143	12,1	≈-30,7	T58
GLB07	19.02.95	600	81 36,3	57 53,3	132	12,0	≈-30,3	T60
GLB08	19.02.95		81 13,1	57 12,2	125*	12,1	≈-29,1	T55
GLB09	20.02.95	500	80 50,0	56 35,3	107	12,1	≈-29,9	T61
GLB10	20.02.95		80 25,8	55 58,8	104*	12,3	≈-29,3	T57
GLB11	20.02.95	400	80 00,0	55 30,0	93	11,9	≈-28,2	T63
GLB12	21.02.95		79 40,2	54 53,5	85*	12,3	≈-28,1	T56
GLB13	21.02.95		79 16,1	54 12,1	75*	12,1	≈-27,5	T54
GLB14	21.02.95	345	78 50,4	53 28,4	71	12,3	≈-27,9	T51
GLB15	22.02.95	246	78 24,8	52 28,4	68*	12,3	≈-27,7	T53
GLB16	22.02.95	245	77 59,5	51 32,0	65*	12,0	≈-26,2	T66

In den Bohrlöchern wurden Thermistor-Ketten installiert und die Widerstandswerte der Thermistoren in unterschiedlichen Tiefen gemessen. Nach einer Messung am offenen Bohrloch wurde dieses mit Oberflächenschnee verfüllt und die Widerstandswerte während einer Anpassungsphase alle 20 s registriert. Aus diesen Angleichungskurven kann die Temperaturverteilung in den verschiedenen Tiefen extrapoliert werden. Zum Vergleich und für die Erhaltung einer einheitlichen Basis wurden die Messungen am offenen Bohrloch auch gleichzeitig mit einer Standard-Thermistorkette durchgeführt. Am südlichsten Bohrloch konnten wegen Ausfalls des Generators leider nur manuelle Messungen mit dem Handmultimeter erfolgen. Bei der letzten Bohrung an Punkt 245 gab es einen Ausfall des digitalen Multiscanners, so daß dort auch nur wenige Meßdaten zur Verfügung stehen.

Am 14.02. wurde im Bereich des Basislagers ein Schneeschart abgeteuft. Damit sollte der Schneedeckenaufbau in den ersten Metern protokolliert werden, da eine eindeutige Zuordnung innerhalb der Kernbohrungen nicht möglich war. In dem drei Meter tiefen Schacht wurden insgesamt 53 Schneeeproben entnommen.

Sehr lockere Tiefenreife-schichten führten zu instabilen Verhältnissen bis in etwa drei Meter Tiefe. Die Verluste an Kernmaterial betragen daher in den obersten Metern bis zu 1,5 m. Eine eindeutige zeitliche Auflösung der Stratigraphie konnte bisher noch nicht festgelegt werden. Prinzipiell wurden in regelmäßigen Abständen zwei bis drei Zentimeter dicke, sehr lockere Schichten großer Kristalle, gefolgt von verhärteten Bereichen beobachtet.

### 6.3 SUSI III

#### 6.3.1 Einsatz einer Durchschmelzsonde (SUSI) zum Transport einer kommerziellen CTD-Sonde unter das Schelfeis (M. Tibcken, W. Dimmler)

##### Hintergrund und Zielsetzung

Die Durchschmelzsonde SUSI (Shuttle Under Shelf Ice) dient als Träger für Meßgeräte, die unter dem Schelfeis eingesetzt werden sollen. Eine Vorversion durchschmolz im Dezember 1992 an der Neumayer Station 225 m dickes Eis in 75 Stunden. Bei dem jetzigen Einsatz wurde eine leicht modifizierte Sonde der Firma FSI mit Sensoren für Temperatur, Druck, Salzgehalt, Strömungsrichtung und -geschwindigkeit mitgeführt. Das Vorhaben war eine Ergänzung zu den weiter nördlich durchgeführten Heißwasserbohrungen.

Das Camp für die Schmelzbohrung lag auf dem Foundation Ice Stream zwischen Berkner Island und Henry Ice Rice bei 80°S, 55°30'W. Hieraus ergab sich eine Eismächtigkeit von 700 m, für die eine Schmelzzeit von 9 bis 10 Tagen eingeplant wurde. Die Meßdauer sollte mindestens 1 Jahr betragen.

##### Logistik

Das Projekt wurde logistisch in die Grounding Line Traverse eingegliedert und von 2 Personen durchgeführt. Der Schlittenzug umfaßte einen Pistenbully, einen Containerschlitten und einen Schlitten mit Treibstoff. Die gesamte Ausrüstung befand sich in einem Werkstattcontainer. Die Anfahrt zum Einsatzort dauerte 3 Tage. Nachdem das Camp aufgebaut und ein Treibstoffdepot angelegt war, fuhr die Grounding Line Gruppe weiter. Das Camp bestand aus dem Werkstattcontainer, einem Scottzelt, einem Pistenbully, einem Schlitten mit Generatoren und Treibstoff, sowie dem Depot mit Benzin, Diesel und Flugtreibstoff.

#### 6.3.2 Beschreibung des SUSI-Systems

Das SUSI-System besteht aus 3 Komponentengruppen:

- Schmelzsonde
- Steuerelektronik auf dem Eis
- 12V-Versorgung zum Betrieb der Steuerelektronik
- Gleichstromgenerator zum Schmelzen

Es muß unterschieden werden zwischen dem Schmelzbetrieb und dem Meßbetrieb. Beim Schmelzbetrieb wird die Sonde ständig durch einen Operator überwacht und ist im Normalfall ununterbrochen eingeschaltet. Im Meßbetrieb

arbeitet das System vollautomatisch, d. h. die FSI-Sonde wird nur in bestimmten Intervallen eingeschaltet. Geplant war eine 5-Minuten-Mittelung jede Stunde. Sobald die Eisunterkante erreicht ist und die FSI-Sonde frei im Wasser hängt, wird die Sonde durch die 12V-Versorgung gespeist. Die Gleichstromquelle zum Heizen entfällt. Auf dem Eis übernimmt eine andere Steuerelektronik den Meßbetrieb.

### 6.3.3 Schmelzsonde

#### Funktionsprinzip

Die Sonde hängt an einem Seil und wird durch eine Winde gefiert. Sie schmilzt sich ein Loch, dessen Durchmesser nur minimal größer ist als der Durchmesser des Schmelzkopfes (15 cm). Da der Schmelzkanal wieder zufriert (der Durchmesser nimmt um ca. 1 cm/h ab), muß sich die Winde mit dem Seil, sowie das gesamte Versorgungskabel in der Sonde befinden. Da Seil und Kabel einfrieren und das Seil das Gewicht der Sonde trägt (75 kg Startgewicht), kann das Kabel so dünn und leicht wie möglich ausgelegt werden. Die Winde wird durch einen Microprozessor gesteuert und reagiert auf Veränderung der Gewichtskraft am Seil (Abb. 40). Ist sie zu gering, wird uneffektiv geschmolzen, da sich der Durchmesser des Lochs unnötig erweitert, ist sie zu groß, erhöht sich durch den ungünstigen Schwerpunkt die Neigung und die Sonde kippt. Neigung und Schmelzkopf-temperatur dienen als Kontrollgrößen und sind zum Einstellen eines optimalen Schmelzvorgangs zwingend notwendig.

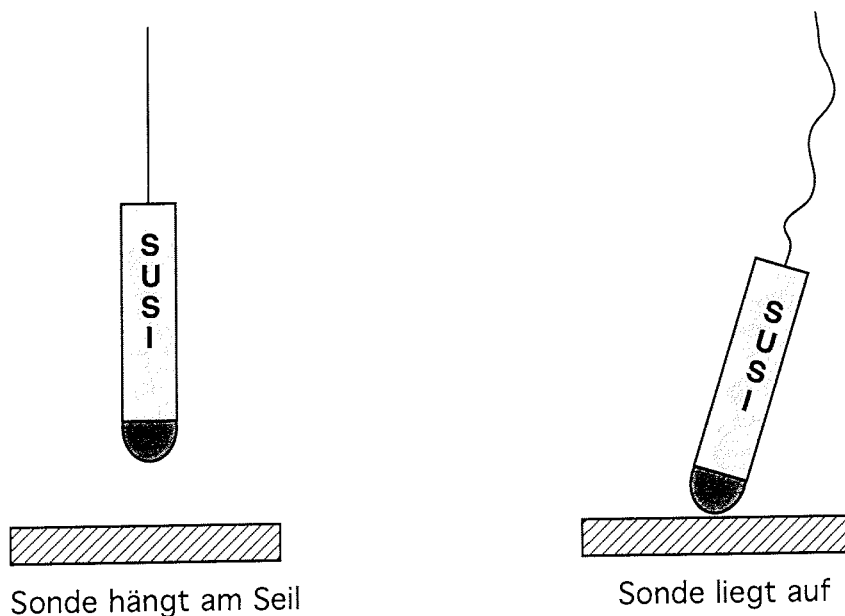


Abb. 40: Extreme Schmelzbedingungen  
Fig. 40: Extreme melting conditions

### Mechanischer Aufbau

Die Sonde besteht aus drei Baugruppen (Abb. 41):

- Heizkopf mit Schutzgehäuse für die Nutzlast
- Elektronikteil mit Steuerungselektronik, Nutzlast, Auslöser und Friktionswinde
- Kabelwickel

Der Kabelvorrat besteht aus zwei 900 m langen teflonisierten Einzeladern (Querschnitt 1 mm<sup>2</sup> Cu), die bifilar in Kreuzwicklung gewickelt sind. Das Kabel kann so von innen heraus mit leichtem Zug abgewickelt werden. Die Friktionswinde ist unterhalb des Kabelwickels angeordnet. Der Seilvorrat besteht aus einem 800 m langen Kevlar-Seil mit einer Tragfähigkeit von 135 kg bei einem Durchmesser von 1 mm. Das Seil wird durch das Innere des Kabelwickels geführt, so daß sich das Kabel durch den Drall der Kreuzwicklung stramm um das Seil wickelt. Die Winde ist im stromlosen Zustand gebremst. Mit dem Auslöser läßt sich bei Erreichen der Eisunterkante der Schmelzkopf mit dem Schutzgehäuse für die Nutzlast abwerfen, so daß sich die Sensoren im freien Wasser befinden.

### Elektronischer Aufbau

Die Schmelzsonde wird von einem Microcontroller verwaltet, der die Winde ansteuert, die Kommunikation mit der FSI-Sonde übernimmt und interne Betriebsparameter überwacht, sowie die Daten mit FSK (Frequency Shifted Keying) auf das Versorgungskabel aufmoduliert (Abb. 42). Die ebenfalls microprozessorgestützte Steuereinheit auf dem Eis bildet während des Schmelzvorganges die Schnittstelle zum Operator. Im Meßbetrieb werden hier die Daten für die Satellitenübertragung via Argos aufbereitet. Die Umschaltung zwischen Schmelz- und Meßbetrieb erfolgt durch Umpolung der Versorgungsspannung. Zum Schmelzen werden bis zu -1000 V / 12 A eingespeist, zum Messen +300 V / 0,1 A (Abb. 43).

### 12V-Versorgung

Die 12V-Versorgung dient als Spannungsversorgung der Steuerelektronik auf dem Eis in beiden Betriebsarten. Im Meßbetrieb übernimmt sie zusätzlich die Versorgung der Sonde. Als Spannungsquellen dienen Solarzellen und ein Windgenerator, jeweils mit Bleiakkus gepuffert. In der Schmelzphase kann auch auf die Starterbatterie des Gleichstromgenerators zurückgegriffen werden. Für den Meßeinsatz nach dem Schmelzen kann auf Zink-Luft-Batterien umgeschaltet werden, so daß eine Überbrückung der dunklen Jahreszeit bei Ausfall des Windgenerators für 3 Jahre gewährleistet ist.

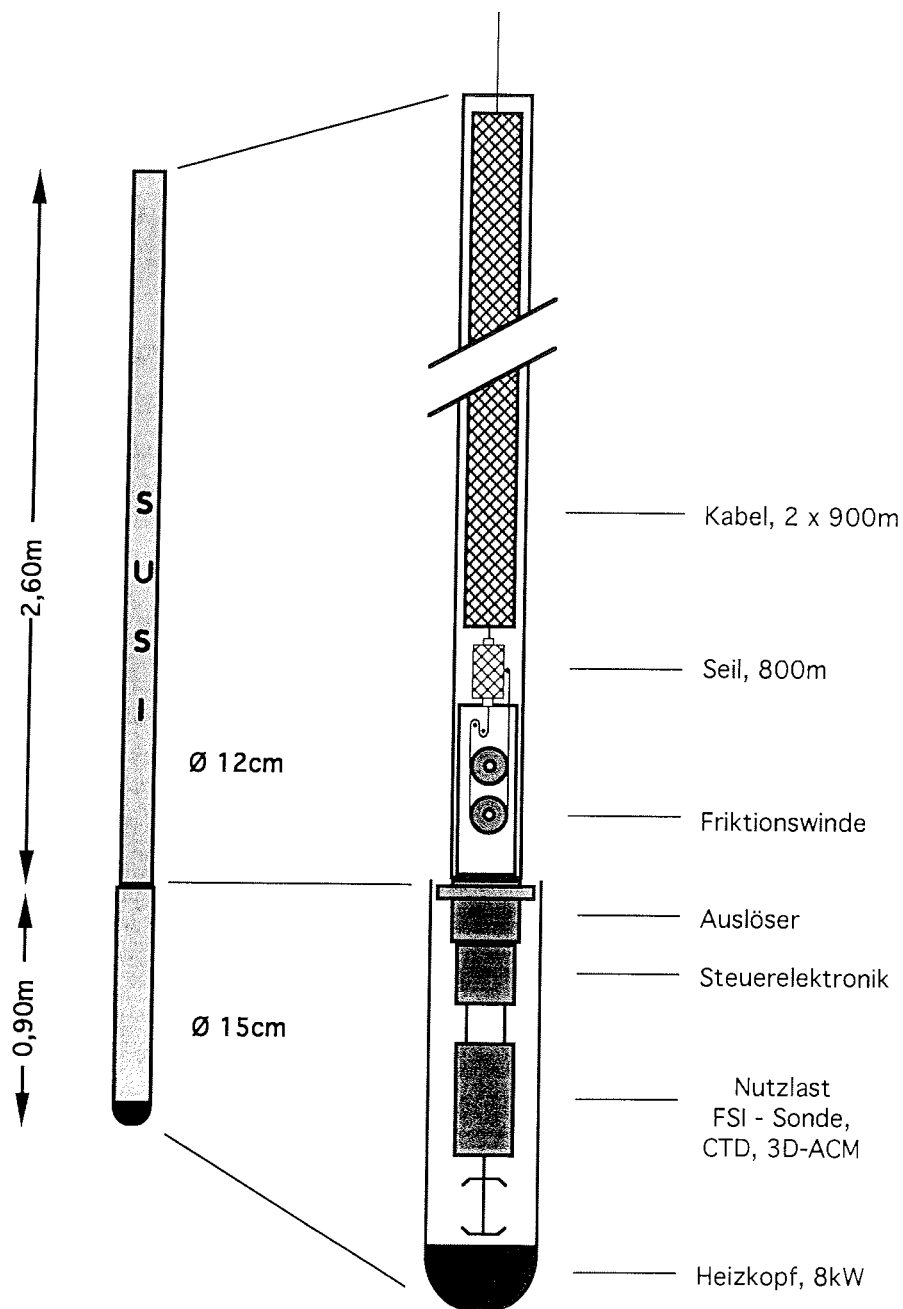


Abb. 41. Mechanischer Aufbau der Schmelzsonde SUSI  
 Fig. 41: Sketch on the mechanic configuration of the thermal probe SUSI

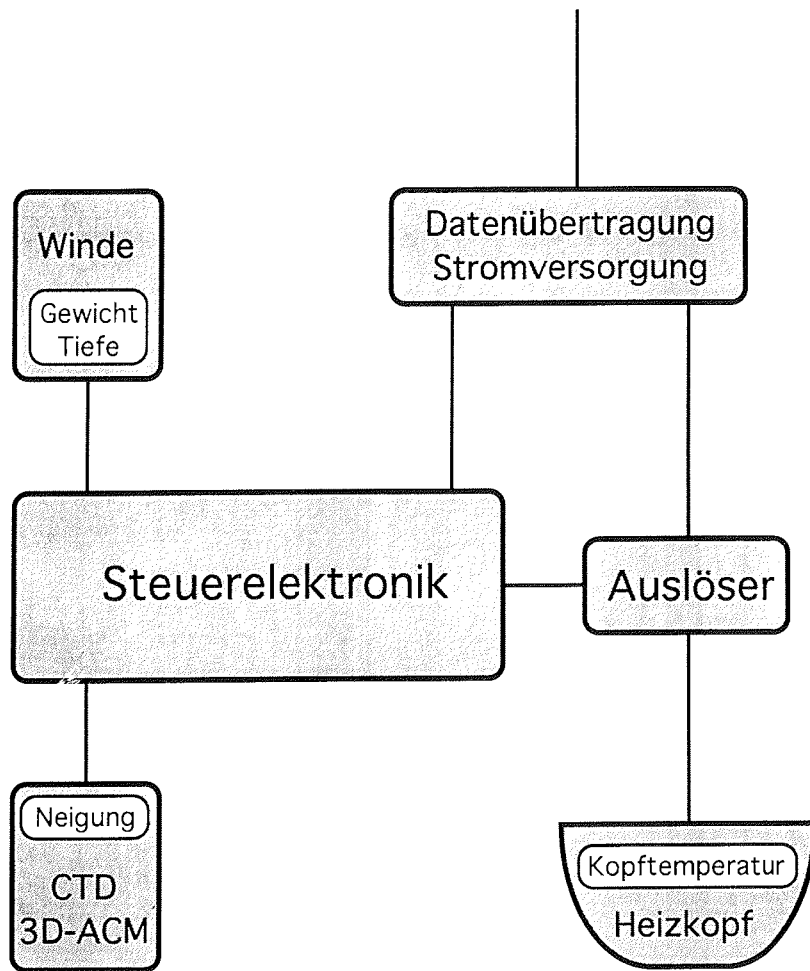


Abb. 42: Blockscha der Schmelzsonde SUSI  
 Fig. 42: General configuration of the thermal probe SUSI



### Gleichstromgenerator

Der Schmelzkopf der Sonde wird elektrisch beheizt. Die hierfür einzuspeisende Leistung hängt ab von der Einsatztiefe (Kabellänge) und wird als Gleichspannung eingespeist. Eingesetzt wurde ein speziell angefertigter Generator mit einer Leistung bis zu 12 kW, der durch ein handelsübliches Dieselaggregat angetrieben wird. Die einsatzfertige Anlage wiegt 500 kg. Es ist jedoch möglich, zum Transport Aggregat und Generator mechanisch in zwei Einheiten á 250 kg zu trennen. Die Spannung ist mit einer Fernbedienung stufenlos über die Motordrehzahl einstellbar zwischen 350 V und 1000 V.

### Durchführung

Vor und während der Montage der Sonde wurden umfangreiche Funktionstests durchgeführt. Die Sonde wurde in die Startposition gebracht und Probeläufe der Winde durchgeführt. Hierzu muß das gesamte System häufig an- und abgeschaltet werden. Während einem dieser Tests wurden von der FSI-Sonde keine Daten mehr empfangen. Normalerweise befindet sie sich nach dem Einschalten der Versorgungsspannung im Datenerfassungsmodus. Nach mehreren erfolglosen Neustartversuchen mußte die Sonde wieder demontiert werden. Die Überprüfung der FSI-Sonde mit einem Terminal ergab, daß sie sich in einem undefinierten Betriebszustand befand. Sie reagierte auch nicht auf den Softwarebefehl, der sie in den Erfassungsmodus umschaltet. Dieser Zustand ist undokumentiert und konnte deshalb durch das Steuerprogramm nicht behandelt werden. Die Fehlerursache war vor Ort nicht zu ermitteln. Eine Änderung des Steuerprogramms war im gegebenen Zeitrahmen mit der vorhandenen Ausrüstung nicht möglich.

Da zum Schmelzen der Neigungssensor der FSI-Sonde ausgewertet wird, konnte die Sonde ohne die Nutzlast nicht gestartet werden. Nach Abbruch des Schmelzversuches wurde die noch verbleibende Zeit bis zur gemeinsamen Rückfahrt mit der Grounding Line Gruppe genutzt, um Erfahrungen in der Handhabung von Sonde und Peripherie vor Ort zu sammeln.

### Ergebnisse

Der Einsatz der Sonde ist mit relativ geringem logistischen Aufwand realisierbar. Dieser kann deutlich reduziert werden, da in Zukunft auf den Einsatz des Werkstattcontainers verzichtet werden kann. Denkbar wäre der Einsatz eines Iglus, einer sogenannten "Tomate", als Werkstatt.

Die Sonde muß einen eigenen Neigungssensor erhalten, um von der Funktion der Nutzlast unabhängig zu sein.

Aussagen über das Schmelzverhalten können nicht gemacht werden, da ein Einsatz praktisch nicht stattgefunden hat.

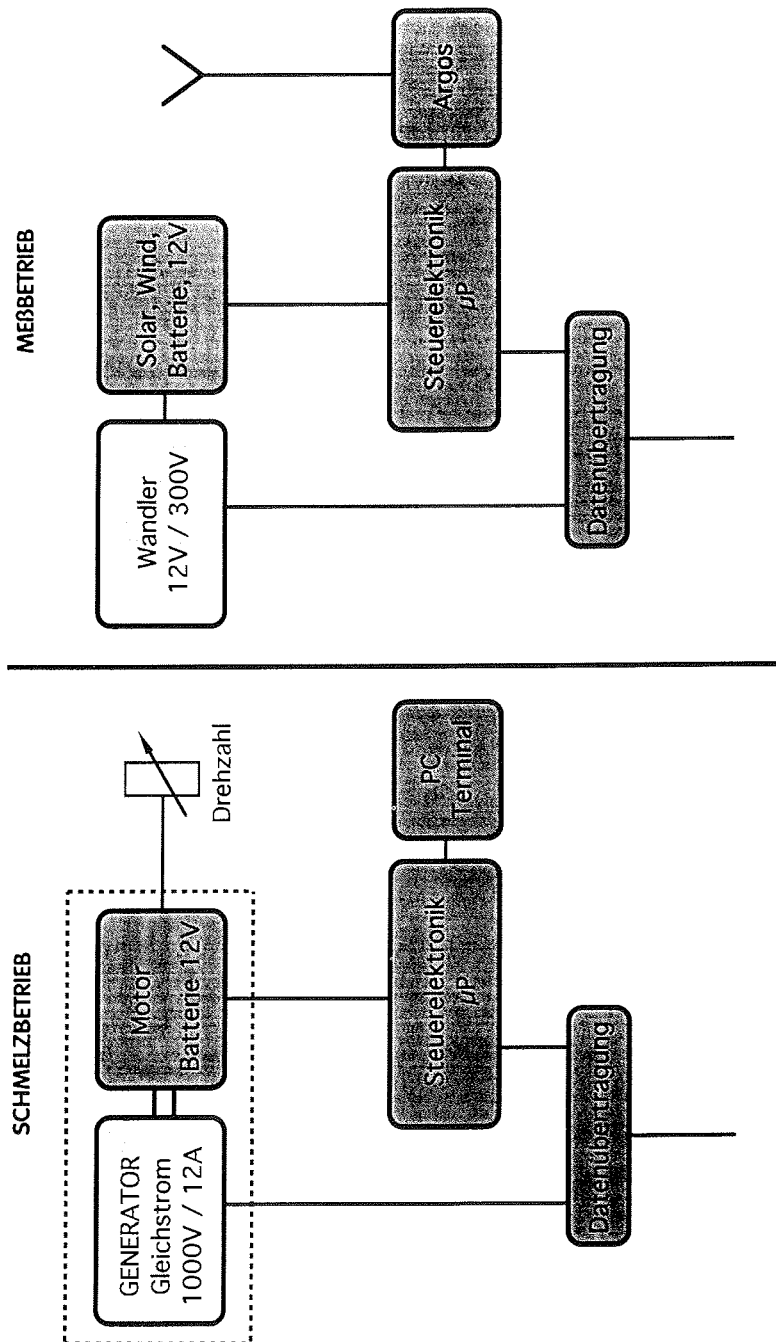


Abb. 43: Blockschema der Peripherie 12V-Versorgung  
 Fig. 43: Sketch on periphery 12 V power supply

6.4

Berkner Island

(H. Oerter, S. Gerland, C. Lukait, M. Nolting, D. Steinhage, F. Töppe, U. Weigel; D. Peel, W. S. Garrod, W. D. Miners, R. Mulvaney, E. Pasteur)

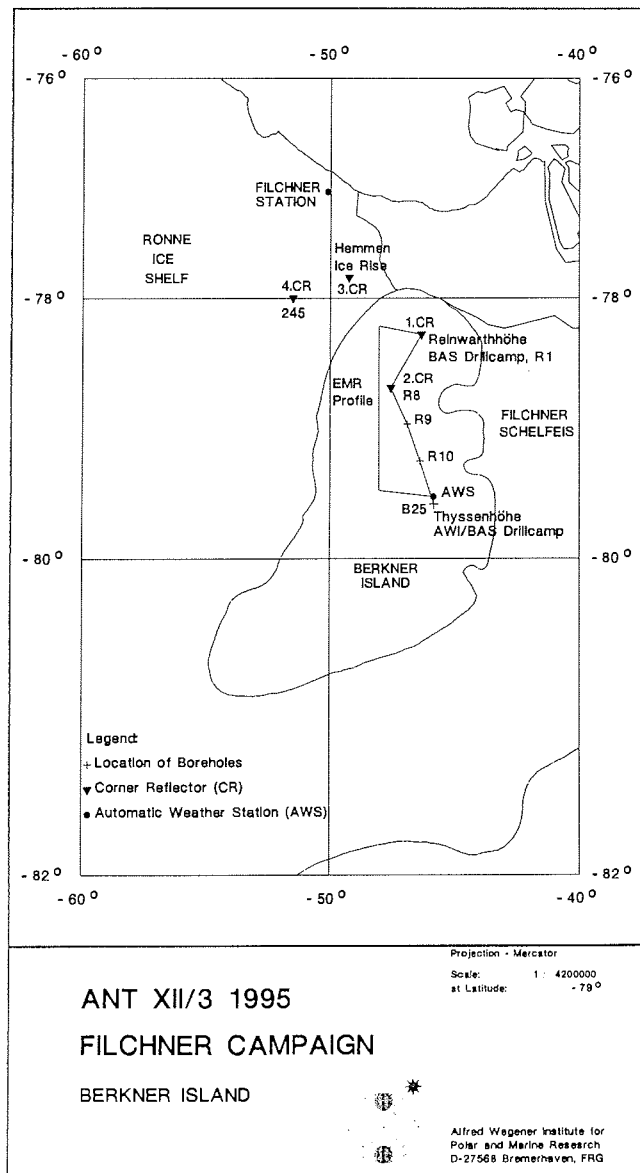


Abb. 44: Lageplan der Meßpunkte im Rahmen des Projektes "Berkner Island" 1995.

Fig. 44: Map of Berkner Island with location of points of measurements in 1995.

#### 6.4.1 Zeitlicher Ablauf und Logistik (H. Oerter)

Am 24.01. wurde die gesamte Fracht für das Bohrcamp auf Berkner Island (Abb. 44) in Ladungen zu jeweils ca. 1000 kg zusammengestellt. Die Wetterbedingungen am 25.01. (Drift) erlaubten es jedoch nicht, wie geplant mit dem Auftransport zu beginnen. Am 26.01. hatte sich das Wetter bei Filchner wieder gebessert und es bestanden sogar Flugbedingungen für Belgrano II, wo eine GPS-Referenzstation besetzt werden sollte. POLAR 4 flog deshalb als erstes nach Belgrano II und nach der Rückkehr noch zur Unterstützung der Grounding-Line-Traverse nach Punkt 345, bevor sie mit dem Transport nach Berkner Island zur Thyssenhöhe beginnen konnte. Zur Unterstützung des Transports nach Berkner Island stellte BAS zusätzlich eine Twin-Otter zur Verfügung, die am Nachmittag des 26.01. von Fossil Bluff eintraf und am 26. und 27.01. jeweils zwei Flüge zur Thyssenhöhe durchführte. POLAR 4 flog am 26.01. zweimal, am 27.01. dreimal zur Thyssenhöhe, so daß die gesamte zum Aufbau des Bohrcamps nötige Ausrüstung von ca. 10 to innerhalb von 30 Stunden eingeflogen war. Bereits am 22.01. waren zwei Mann der BAS/AWI-Gruppe, die seit dem 11.12.94 auf der Reinwarthhöhe gearbeitet hatten, zur Thyssenhöhe geflogen worden. Die beiden anderen BAS-Kollegen legten die Strecke Reinwarthhöhe - Thyssenhöhe per Skidoo zurück, um entlang der Kammlinie noch drei 20-m-Flachbohrungen zu bohren. Sie trafen am 28.01. am Bohrcamp ein. Bis zum 29.01. war das gemeinsame AWI/BAS-Camp und die Bohreinrichtung soweit aufgebaut, daß am 30.01. mit den Bohrarbeiten begonnen werden konnte. Die Bohrarbeiten für die Kerne B25 und B24 dauerten insgesamt bis 14.02. Für jedes Bohrloch standen eineinhalb bis zwei Tage für Bohrloch-Logs (Temperatur und elektrische Leitfähigkeit) zur Verfügung.

Während der Meßarbeiten im Bohrloch und teilweise überlappend mit dem Bohren von B24 wurden die übrigen glaziologischen Arbeiten im weiteren Umfeld des Bohrcamps ausgeführt. Dazu gehörten am 9./10.02. ein 3 m tiefer Schneeschacht sowie vier Firnbohrungen im Umkreis von 5 km vom Bohrcamp, die am 11.02., 14.02. und 16.02. bis auf Tiefen von rund 12 m gebohrt wurden. Eine automatische Wetterstation der Universität Utrecht wurde am 12.02. ca. 5 km nördlich des Bohrcamps aufgebaut. Die GPS-Referenzstation am Bohrcamp lief mit kurzen Unterbrechungen vom 27.01. - 19.02.1995.

Vom Bohrcamp aus starteten die Profilmfahrten der Boden-EMR-Messungen (IGMS), so u. a. die Traverse von der Thyssenhöhe zur Reinwarthhöhe vom 02.02. - 10.02.

Während der Saison besuchte POLAR 4 das Bohrcamp insgesamt viermal (02.02., 08.02., 13.02.), um noch ausstehende Ausrüstung, Lebensmittel- und Benzinnachschub zum Bohrcamp zu bringen, Depots für die Traverse zur Reinwarthhöhe auszulegen und gleichzeitig Eisbohrkerne zur Filchner-Station zurückzufliegen.

Der Abbau und Abtransport des Bohrcamps begann am 16.02., als die ersten Teile der BAS-Ausrüstung von einer BAS-Twin-Otter nach Rothera geflogen wurden. Am 17.02. folgte ein zweiter Flug nach Rothera mit Cargo und zwei britischen



Abb. 45: Bohrcamp Berkner Island: POLAR 4 und BAS-Twin-Otter beim Abtransport des Bohrcamps am 18.02.95 (Foto: H. Oerter).

Fig. 45: Drill camp Berkner Island: POLAR 4 und BAS-Twin-Otter during the output operation on February, 18th 1995 (Foto: H. Oerter)

Teilnehmern. Die Hauptrückflugtage waren der 18. und 19.02. An diesen beiden Tagen wurden mit insgesamt acht Flügen (4 von POLAR 4, 4 von BAS-Twin-Otter, Abb. 45) innerhalb von 24 Stunden die gesamte deutsche Ausrüstung wieder zur Filchner-Station zurückgebracht und zwei Positionen von Cornerreflektoren für GPS-Zweitmessungen angefliegen. Die beiden Twin-Otter flogen anschließend die noch verbliebene britische Ausrüstung und die beiden letzten britischen Teilnehmer nach Rothera zurück. POLAR 4 flog in der Nacht zwischen den Berknerflügen außerdem nach Belgrano II, um den dort für die GPS-Messungen stationierten Mann abzuholen.

Die gesamte Gruppe am Bohrcamp Thyssenhöhe bestand aus vier Teilnehmern von BAS und sieben deutschen Teilnehmern von AWI, IfAG und IGMS. Als Wohn- und Schlafmöglichkeiten standen ein Weather-Port-Zelt (ca. 4 x 6,7 m Grundfläche), als Küche und Aufenthaltsraum genutzt, sowie 8 Scott-Zelte und 1 kleines Salewa-Zelt zur Verfügung. Für den Arbeitsbereich wurde ein Bohrzelt aufgestellt, außerdem war noch ein Werkstattzelt (BAS), ein Generatorzelt (BAS) und ein kleines Salewa-Zelt für den GPS-Empfänger verfügbar.

Der Treibstoffverbrauch zum Betrieb der Generatoren und Skidoos betrug vier Faß Benzin, zum Kochen wurden sieben Propangasflaschen á 11 kg verbraucht. Außerdem stand für die Ski-Doo-Traversal zur Reinwarthöhe Benzin aus dem dortigen BAS-Depot zur Verfügung. Der Müll wurde nach Papier/Plastik, Metall, Glas und Speiseresten getrennt in Plastiksäcken gesammelt und an der Filchner-Station abgegeben, von wo aus er dann an FS Polarstern übergeben wurde.

Für die Arbeiten im Bereich des Bohrcamps sowie für die vier Firnbohrungen wurden zwei Skidoo (Typ Elan) und zwei Nansenschlitten genutzt, für die weiteren Strecken (EMR-Profile) konnte auf zwei BAS-Skidoo (Typ Alpine I) und drei weitere Nansenschlitten zurückgegriffen werden.

Das gesamte AWI-Eiskernmaterial wurde an der Filchner-Station in einem Gefriergutkontainer bei -18 °C zwischengelagert und für den Rücktransport auf FS Polarstern nach Bremerhaven auf zwei Tiefkühlcontainer (AWI R217 und R219) verteilt, die ebenfalls bei -18 °C gefahren werden.

6.4.2 Kernbohrung Berkner Island (Thyssenhöhe)  
(H. Oerter, S. Gerland, M. Nolting, C. Lukait, U. Weigel,  
D. Peel, W. D. Miners, R. Mulvaney, S. Garrod)

Das Ziel einer Kernbohrung auf Berkner Island, einem Ice Rise, der vom Filchnerschelfeis und dem Ronne Ice Shelf umflossen wird, ist der Aufschluß der Klimageschichte des inneren Weddellmeerbereichs. Die früher bereits auf dem Schelfeis gebohrten Bohrkerne (B8 bei 340, 100 m, 1984; B13, 150 m meteorisches Eis, 1990, und B15 bei 236, 150 m meteorisches Eis, 1992) waren durch die starke Schelfeisdynamik und die dadurch bedingte große räumliche Ausdehnung des ursprünglichen Depositionsgebietes nur schwer klimatisch interpretierbar. Der Schwerpunkt der Auswertung der Bohrungen B13 und B15 war das marine Eis gewesen (Oerter et al., 1992).

Das gesamte Projekt "Kernbohrung Berkner Island" war als Kooperation

zwischen AWI und BAS angelegt und sah zwei Bohrungen auf den beiden Gipfelpunkten Reinwarthhöhe (Nordgipfel) und Thyssenhöhe (Südgipfel) (Abb. 44, Tab. 15) vor. Dabei sollte als erstes die Bohrung auf der Reinwarthhöhe mit dem BAS-Bohrsystem unter britischer Regie abgeteuft werden und nach Eintreffen von FS Polarstern die zweite Bohrung auf der Thyssenhöhe. Die beiden Gipfel-punkte stellen die beste Lokalität für derartige Bohrungen da, da das erbohrte Eis an der gleichen Stelle deponiert wurde, an der es erbohrt wird. Im Umfeld der nördlichen Bohrung und auf der Kammlinie wurden weitere Flachbohrungen (bis 20 m tief) von der BAS-Gruppe abgeteuft, im Umfeld der südlichen Bohrung vier 12-m-Bohrungen von der AWI-Gruppe. Die räumliche Ausdehnung signifikanter Firn- und Eisschichten sollte längs einer Traverse zwischen beiden Bohrpunkten sowie im Umfeld beider Bohrungen mit Hilfe von Boden-EMR-Messungen untersucht werden.

Zur Vorerkundung dieser Bohrungen waren während der Expedition ANT VIII/4 im Jahr 1990 bereits zwei Flachbohrungen niedergebracht und zwei Schneeschächte beprobt worden (Wagenbach et al., 1994). Informationen über Eismächtigkeiten liegen aufgrund von ausgedehnten Flug-EMR-Messungen (Hoppe und Thyssen, 1988) vor und sind mittlerweile in der "Topographischen Karte des Meeresbodens und Eisuntergrunds, 1:2.000.000" (IfAG 1994) kartographisch dargestellt.

Tab. 15: Charakterisierung der beiden Bohrstellen auf dem nördlichen und südlichen Gipfel von Berkner Island. Die Werte wurden aus der Analyse von zwei 10-m-Firnkernen aus dem Jahr 1990 abgeleitet (nach Wagenbach et al., 1994)

Tab. 15: Glaciological characteristics of the two summits on Berkner Island. The values were determined by the analysis of two 10-m-firn cores, drilled in 1990 (after Wagenbach et al., 1994)

<b>Berkner Island</b>	<b>Reinwarthhöhe</b> (North dome)	<b>Thyssenhöhe</b> (South dome)
<b>Geographie</b>		
Position	78° 18'S, 46°17'W	79° 36'S, 45°37'W
Abstand zur Küste	ca. 50 km	ca. 150 km
max. Meereshöhe	730 m	940 m
Eisdicke	ca. 900 m	ca. 1000 m
<b>Schneeparameter</b>		
10-m-Firntemperatur (obere Grenze)	-22,5 °C	-24,6 °C
mittl. Schneeeakkumulation	226±53 kgm <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	174±38 kgm <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>
<b>mittl. chemische und isotopische Zusammensetzung</b>		
Chlorid	1050±540 ppb	570±390 ppb
Nitrat	32±11 ppb	34±9 ppb
nss-Sulfat	112±38 ppb	84±19 ppb
MSA	19±10 ppb	16±7 ppb
δ <sup>2</sup> H	-184,2±13,8 ‰	-216,5±15,0 ‰
Deuteriumexzeß	7,0 ‰	6,3 ‰

Die glaziologischen Arbeiten im Bereich Reinwarthhöhe wurden vom 11.12.94 -21.01.95 von vier BAS- und einem AWI-Mitarbeiter durchgeführt. In dieser Zeit

wurden u.a. die Bohrung R01 auf 151 m Tiefe abgeteuft (Tab. 16). Außerdem wurden sechs Firnkerne (R02-R07) mit Tiefen bis 10 m gezogen, die obersten Firnschichten in Schneeschächten beprobt sowie Dichte- und Temperaturprofile aufgenommen (Tab. 17). Auf der Kammlinie zwischen den beiden Gipfeln wurden drei weitere Firnbohrungen (R08-R10) bis 20 m Tiefe abgeteuft. Die Arbeiten auf der Reinwarthöhe, die unter BAS-Regie liefen, sollen hier nicht im Detail beschrieben werden. Das für das AWI bestimmte Probenmaterial aus den oberflächennahen Schichten ist in Tab. 17 aufgeführt. Die Bearbeitung und Auswertung der tieferen Kerne wird in Zusammenarbeit zwischen AWI, BAS und anderen Instituten erfolgen.

#### Bohrtechnik

Im Zuge der Vorbereitung dieser Expedition war ein neuer Bohrer konzipiert worden, bei dem bei gleichbleibendem Kerndurchmesser der Bohrlochdurchmesser von 135 auf 125 mm verringert worden war, um die Menge an Bohrmehl zu reduzieren. Die Gesamtlänge von Kern- und Hüllrohr war ebenfalls vergrößert worden, um auch so pro Hieve mehr Kerngewinn erzielen zu können. Das Hüllrohr des Bohrers war aus Kunststoff und die Wendel auf dem Kernrohr aus Aluminium gefertigt. Außerdem war das sehr komplizierte Antitorquesystem durch eine einfachere Lösung mit Blattfedern, die sich gegen die Bohrlochwand verspreizen, ersetzt worden. Leider war bei dieser Konstruktion dann der Bohrmehltransport so schlecht, daß bereits nach wenigen Hieven wieder auf das alte Bohrsystem, wie es bereits 1992 Verwendung gefunden hatte (Drücker et al., 1994) zurückgegriffen wurde.

#### Gewonnenes Probenmaterial

Das Probenmaterial der Bohrung B25 (Tab. 16) umfaßt eine gekernte Länge von 179,5 m, beginnend bei 1,10 m unter der Oberfläche vom 30.01.95. Der mittlere Kerndurchmesser beträgt  $98,1 \pm 0,2$  mm. Das Kernmaterial ist bis zu einer Tiefe von 172 m von sehr guter bis guter Qualität. Darunter traten viele Brüche auf, die dann auch zum Einstellen der Bohrung bei 180,6 m führten.

Die Bohrung B24, von der gleichen Oberfläche aus, ca. 1 m versetzt zu B25 gebohrt, umfaßt eine gekernte Länge von 100,4 m. Durchmesser und Kernqualität entspricht B25 im entsprechenden Tiefenbereich.

Die vollen Meter Bohrtiefe wurden jeweils auf den Kernen vermarktet. Außerdem wurde bei 10 cm ab Beginn eines Kernstückes eine Bleistiftmarkierung auf den Kern gezeichnet. Die Orientierung der einzelnen Kerne ist durch einen Pfeil, der nach oben weist, festgehalten. Ein durchgehender seitlicher Strich kennzeichnet die Zusammensetzung des Bohrkerns an Bruchstellen. Die Umgebungstemperatur lag im Bohrzelt beim Bohren zwischen  $-6$  °C und  $-14$  °C, bei den Leitfähigkeitsmessungen schwankte die Temperatur zwischen  $-16$  °C und  $-19$  °C. Die Transporttemperatur der Bohrkerne ab Filchner-Station wurde auf  $-18$  °C eingestellt.

Die Kerne wurden im Firnbereich in alukaschierte PE-Folien eingeschweißt, im Eisbereich in PE-Folie. Für B25 beträgt die mittlere Länge der 199 abgepackten Stücke  $90 \pm 13$  cm, für B24 wurden 109 Stücke mit einer mittleren Länge von  $92 \pm 9$  cm verpackt.



Zusätzlich wurde noch das Bohrmehl jeder Hieve beprobt, so daß von B25 insgesamt 211 und von B24 weitere 104 Proben für erste Messungen der elektrolytischen Leitfähigkeit und des  $^{18}\text{O}$ -Gehalts zur Verfügung stehen.

Tab. 16: Eiskernbohrungen auf Thyssenhöhe und Reinwarthhöhe, Berkner Island

\* Höhen nach Topographische Karte 1:2.000.000, Filchner-Ronne-Schelfeis, IfAG 1993

Tab. 16: Ice cores drilled on Thyssenhöhe and Reinwarthhöhe, Berkner Island

\* heights after Topographic Map 1:2.000.000, Filchner-Ronne-Schelfeis, IfAG 1993

Bezeichnung	Ort	Datum	Länge [° ' W]	Breite [° ' S]	Höhe [m]	Bohr- tiefe [m]
<b>AWI:</b>						
B24	Thyssenhöhe	12.-14.02.95	45 43,4	79 36,8	~860*	101,5
B25	Thyssenhöhe	30.01.-08.02.95	45 43,4	79 36,8	~860*	180,6
<b>BAS:</b>						
R01	Reinwarthhöhe	20.12.94- 05.01.95	46 16,4	78 18,5	~700*	151,3

An dem Kernmaterial sind am AWI vorwiegend Untersuchungen zur Struktur und zu physikalischen Eigenschaften (hochauflösende, zerstörungsfreie Dichtemessungen, Wechselstromleitfähigkeiten) des Eises vorgesehen. Die Messung von  $^{18}\text{O}$  und  $^2\text{H}$ -Gehalten soll in Zusammenarbeit mit dem GSF-Institut für Hydrologie, München-Neuherberg, erfolgen. Die chemischen Analysen sollen in Zusammenarbeit mit dem Institut für Umweltphysik, Universität Heidelberg, und BAS, Cambridge, erfolgen. Die zusammenfassende Interpretation aller Meßergebnisse ist Bestandteil der Kooperation zwischen AWI und BAS im Rahmen des Berkner Island Projektes.

#### 6.4.3 Messungen am Bohrkern

##### Dichte

(H. Oerter, S. Gerland, R. Mulvaney, D. Peel, U. Weigel)

Dichtebestimmung an den Bohrkernen B25 und B24 wurde durch Wägung und Volumenbestimmung der einzelnen erbohrten Kernstücke, soweit sie unbeschädigte zylindrische Formen aufwiesen, durchgeführt. Die mittlere Länge der Kernstücke betrug dabei 89 cm bei B25 und 92 cm bei B24. Der mittlere Durchmesser betrug für beide Bohrungen  $98,1 \pm 0,4$  mm. Die Meßergebnisse sind in Abb. 46 dargestellt. Die kritische Dichte von  $550 \text{ kg/m}^3$  (mechanisch dichteste Lagerung) wird in beiden Bohrungen in einer Tiefe von 11 m überschritten, die Dichte von  $815 \text{ kg/m}^3$ , die dem Übergang von Firn zu Eis (Abschluß des offenen Porenraums) entspricht, zwischen 51 und 53 m.

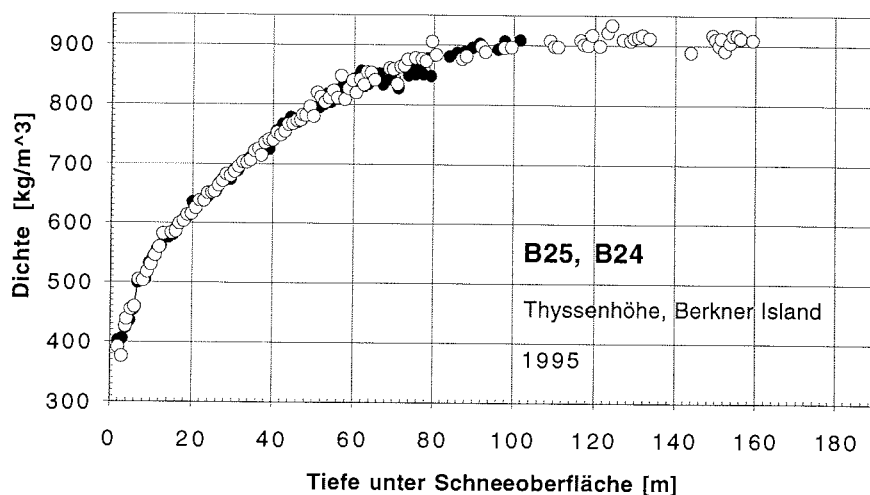


Abb. 46: Dichteprofile der Bohrungen B25 und B24, bestimmt aus Masse und Volumen, gemittelt jeweils über einzelne Kernstücke

Fig. 46: Density profiles for ice cores B25 and B24, determined from mass and volume of single core pieces.

#### Electrical Conductivity Measurement (ECM)

(W. D. Miners, S. Gerland, R. Mulvaney, D. Peel)

Die elektrischen Eigenschaften des Eises sind abhängig von der Chemie und den im Eis enthaltenen Spurenstoffen; der Säuregehalt, Anteile von z.B. Nitrat oder Ammonium können mit elektrischen Meßverfahren untersucht werden. Je nach Meßverfahren unterscheiden sich die chemischen Komponenten, die in die Messung eingehen. Fast am gesamten Kern B25 wurden sowohl ECM- als auch DEP-Messungen vorgenommen. Die ECM- und DEP-Messungen wurden mit einer kombinierten automatischen Meßbank des British Antarctic Survey durchgeführt. Um möglichst konstante Meßbedingungen zu haben, wurde für die Messungen neben dem Bohrzelt eine Eishöhle mit Kernzwischenlager gegraben, in der die Temperatur nur um wenige Grad (-16 bis -19 °C) schwankte.

Das ECM-Verfahren (Electrical Conductivity Measurement, Hammer, 1980; Minikin und Kipfstuhl, 1992) ist ein elektrisches Zweipunktmeßverfahren, mit dem ein der Gleichstromleitfähigkeit des Eiskerns proportionales Stromsignal gemessen wird. Die Meßspannung liegt bei 1500 V. Zur Messung werden zwei Elektroden mit konstanter Geschwindigkeit so über eine mit einem Mikrotommesser geglättete Kernoberfläche gezogen, daß sie die Oberfläche leicht ankratzen. Die Meßrate von ca. 20/s ergibt bei der Fahrgeschwindigkeit von 40 mm/s einen

Meßpunktabstand von ca. 2 mm. Aufgrund der jahreszeitlichen Schwankungen der chemischen Komponenten im Eis lassen sich saisonale Signale in solchen ECM-Logs erkennen, die mehr oder weniger gut ausgeprägt sein können. Allein schon zur Datierung des Eiskerns sind die ECM-Daten ein sehr wertvoller Beitrag im Sinne der Gesamtinterpretation. Abb. 47 zeigt als Beispiel ein Profil einer solchen ECM-Messung (Tiefenbereich von 77 m bis 78 m). Die Länge der erkennbaren periodischen Signale entspricht in etwa der für diese Tiefe zu erwartenden Jahresschichtdicke von ca. 17 cm (Wagenbach et al., 1994).

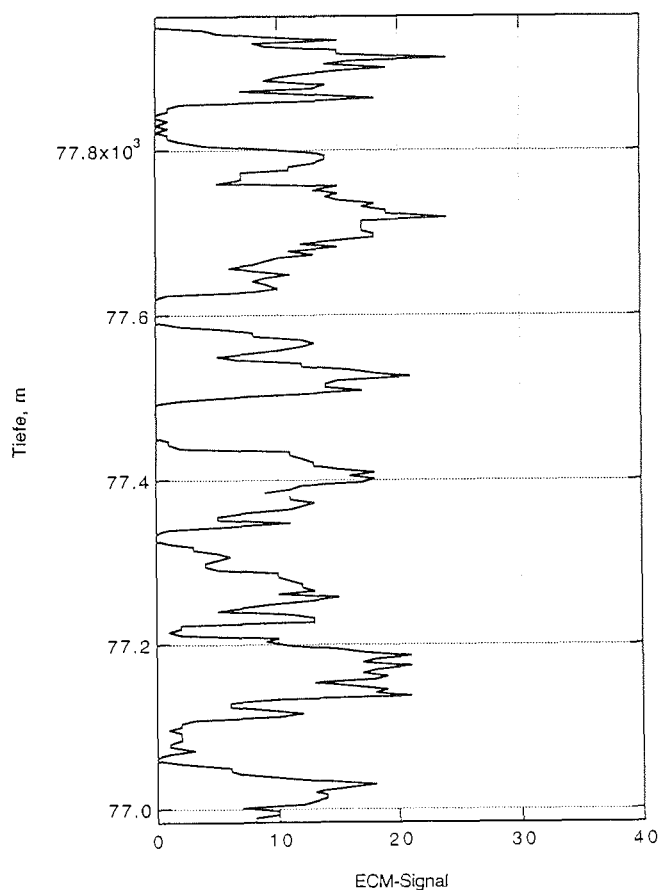


Abb. 47: ECM-Profil, gemessen im Feld an Kern B25. Gezeigt ist der Tiefenausschnitt von 77 bis 78 m.

Fig. 47: ECM profile, measured in the field on core B25. The graph shows a depth range from 77 to 78 m.

## Dielectrical Profiling (DEP)

(W. D. Miners, S. Gerland, R. Mulvaney, D. Peel)

Bei der DEP-Messung (Dielectrical Profiling, Moore und Paren, 1987) handelt es sich um ein zerstörungsfreies Meßverfahren, bei dem der Eiskern zwischen zwei gekrümmte Kondensatorplatten gebracht und die elektrische Wechselstromleitfähigkeit und Kapazität bestimmt werden. Als untere gekrümmte Kondensatorplatte dient die Halbschale, auf der der Eiskern aufliegt. Die obere Platte ist ein 15 mm breiter Metallstreifen, der in Abständen von 10 mm über dem Kern verfahren wird. Die Breite dieses oberen Metallstreifens bestimmt auch im wesentlichen die Grenzen der räumlichen Auflösung der Messung, die dementsprechend im cm-Bereich liegt.

### 6.4.4 Messungen im Bohrloch (S. Gerland, M. Nolting)

Mit einem Prototypen einer autarken Bohrlochsonde wurden in den Bohrlöchern B25 und B24 erste Messungen durchgeführt. Die Bohrlochsonde sieht sowohl die Messung der elektrischen Gleichstrom- (bzw. niederfrequenten Wechselstrom-) Leitfähigkeit des Eises als auch die Bestimmung der Eistemperatur vor. Leitfähigkeitsmessungen sind insbesondere als ein Baustein für die Rekonstruktion der Klimageschichte von Bedeutung. Variationen in der chemischen Zusammensetzung von Spurenstoffen schlagen sich in der Leitfähigkeit nieder. Mit einem durchgehenden Leitfähigkeitsprofil aus dem Bohrloch könnten etwaige Meßlücken in den Kernprofilen aufgrund von Brüchen etc. ergänzt werden.

Die in der Institutswerkstatt des AWI gebaute Bohrlochsonde besteht aus einer Reihe von Segmenten, die je nach Anwendung in einer bestimmten Reihenfolge miteinander verschraubt werden (Abb. 48). Am oberen und unteren Ende der Sonde befinden sich Zusatzgewichte und je ein Positionierungssegment, die die Sonde mit einem Federmechanismus zentrisch im Bohrloch halten. Unter dem oberen Positionierungssegment folgt dann ein Zählrad zur Wegstreckenmessung im Bohrloch. Da die Tiefenangabe auf der Seilwinde durch Seildehnung verfälscht wird, ist zur genaueren Tiefenbestimmung eine eigene Meßeinheit notwendig. Das Zählrad rollt während der Fahrt der Sonde an der Bohrlochwand entlang und ermöglicht so über ein optisches Meßsystem die Bestimmung der Tiefe. Die von dieser Einheit ausgehenden Signale werden gemeinsam mit den Meßdaten in einem programmierbaren Datenlogger vom Typ Onset-Tattletale 4a abgespeichert. Der in einem weiteren Sonderegment untergebrachte Datenlogger verfügt über ein Speichervolumen von ca. 500 kB. Die Stromversorgung des Datenloggers erfolgt über eine 9-V-Blockbatterie. Schließlich befindet sich unter dem Datenloggersegment die jeweils benutzte Sensoreinheit zur Temperatur- oder Leitfähigkeitsmessung.

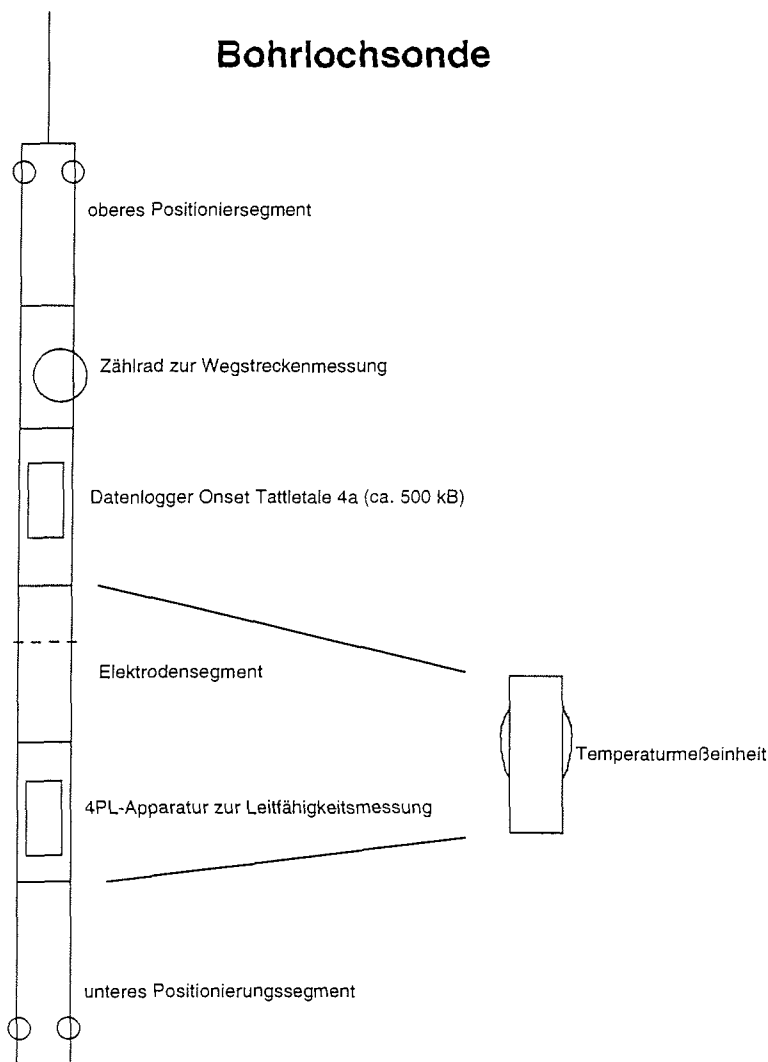


Abb. 48: Skizze der Bohrlochsonde (nähere Beschreibung im Text).

Fig. 48: Sketch of borehole probe (for further description see text).

Die Temperaturmessung geschieht mit Hilfe dreier PT-100-Elemente, die auf Metallbügeln aus Federstahl fixiert sind. Die Bügel berühren die Bohrlochwand, um einen direkten Kontakt zum Eis zu gewährleisten. Für die Messung wird die Sonde auf der jeweils gewünschten Meßtiefe einige Minuten angehalten. Die Widerstandswerte an den PT-100-Elementen werden mit Hilfe des Datenloggers und einer vorgeschalteten Elektronik ermittelt und abgespeichert.

Ein der elektrischen Gleichstromleitfähigkeit (bzw. niederfrequenten Wechselstromleitfähigkeit) proportionales Signal wird mit einer Vierpunktanordnung ähnlich einer Wenner-Anordnung bestimmt. Hierzu kratzen vier Elektroden aus Federstahl während der Sondenfahrt an der Bohrlochwand entlang. Die Elektroden sind wahlweise entweder parallel oder senkrecht zur Bohrlochachse ausgerichtet. Die Sonde wird während der Messung mit möglichst konstanter Geschwindigkeit im Bohrloch gefahren. Übliche Fahrgeschwindigkeiten sind 15 (fieren) bzw. 5 (hieven) cm/s. Bei Registrierintervallen von 200 ms ergibt sich somit ein räumliches Inkrement von ca. 3 bzw. 1 cm zwischen jedem Meßwert. Zur Leitfähigkeitsmessung befindet sich in einem Sondensegment ein Leitfähigkeitsmeßgerät 4-Punkt-Light (Lippmann). Durch eine vergleichsweise sehr genaue Spannungsmessung ist es möglich, mit Arbeitsspannungen in der Größenordnung von 10 V im äußerst hochohmigen meteorischen Eis zu messen. Das 4-Punkt-Light-Gerät wird, genauso wie der Datenlogger, mit einer 9-V-Blockbatterie versorgt.

Je nach Meßtiefe und Meßkonfiguration dauerte eine Fahrt mit der Bohrlochsonde 1 bis 3 Stunden.

#### Elektrische Leitfähigkeit

Es wurden insgesamt sieben Fahrten mit der Leitfähigkeitsmeßeinheit durchgeführt. Im Bohrloch B25 waren dies zwei Fahrten mit horizontaler und drei Fahrten mit vertikaler Elektrodenanordnung, im Bohrloch B24 zwei Fahrten mit horizontaler Elektrodenanordnung. Abb. 49 zeigt einen Ausschnitt aus einem Rohdatensatz einer Meßfahrt mit horizontaler Elektrodenanordnung im Bohrloch B24. Links ist das Leitfähigkeitssignal zu sehen, rechts sind die Signale des Zählrades zur Wegstreckenmessung aufgetragen. 1 m Fahrstrecke entspricht ca. 8 Perioden dieses Signals. Die Signale mit relativ großer Amplitude im Leitfähigkeitssignal haben einen Vertikalabstand, der den für diese Tiefe zu erwartenden Jahresschichtdicken entsprechen würde. Genauere Aussagen hierüber und über weitere Informationen, die aus diesen Messungen erlangt werden können, sind aber erst nach verschiedenen Datenbearbeitungsschritten (Tiefenzuordnung, Vergleich mit Kernmessungen etc.) möglich.

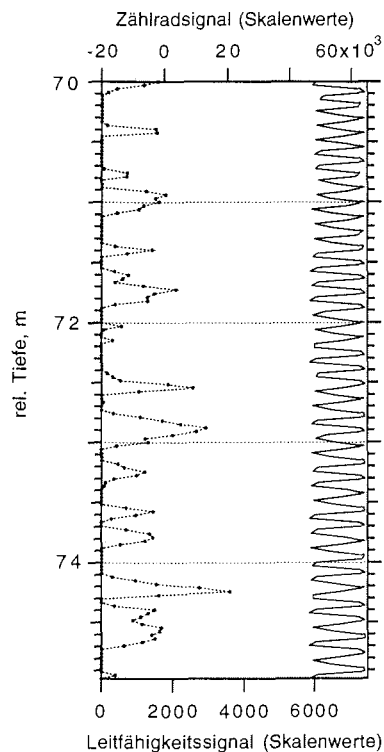


Abb. 49: Ausschnitt aus einem Leitfähigkeitsprofil, das mit der Bohrlochsonde im Bohrloch B24 gemessen wurde. Links ist das Leitfähigkeitssignal, rechts das Zählradsignal zu sehen (eine Periode entspricht etwa 12,5 cm Tiefendifferenz). Die Tiefenangaben sind vorläufige Rohdaten, die noch weiter bearbeitet werden müssen.

Fig. 49: Electrical conductivity, measured with the borehole probe in hole B24. The left curve shows the conductivity signal, the right represents the counting wheel (one period of the wave equals about 12.5 cm depth difference). The depth values are preliminary raw data and still have to be processed.

#### Eistemperatur

Es wurden insgesamt drei Fahrten mit der Temperaturmeßeinheit durchgeführt, eine im Bohrloch B25 und zwei im Bohrloch B24. Der Lauf in B25 umfaßte den gesamten Teufenbereich, die Messungen wurden im Abstand von 10 m vorgenommen. Im Bohrloch B24 wurde der Bereich tiefer als 20 m im 5-m-Abstand (1. Lauf) der Bereich von 20 bis 14 m im 2-m-Abstand und der oberflächennahe Bereich <14 m im 1-m-Abstand (2. Lauf) vermessen.

6.4.5 Schneeschächte und Flachbohrungen  
(H. Oerter, C. Lukait, S. Gerland, U. Weigel  
R. Mulvaney, S. Garrod, W. D. Miners, E. Pastuer)

Tab 17: Zusammenstellung der Firnkernbohrungen und Schneeschächte im Umfeld der Eiskernbohrungen auf Thyssen- und Reinwarthhöhe sowie auf der Kammlinie. Die unter AWI aufgelisteten Kerne sollen in Bremerhaven, die unter BAS in Cambridge analysiert werden.

Tab. 17: Compilation of firn cores and snow pits in the surroundings of the ice cores at Thyssenhöhe and Reinwarthhöhe as well as along the ridge. The material referred to AWI will be analysed at Bremerhaven, that referred to BAS at Cambridge.

Bezeichnung	Ort	Datum	Länge [° 'W]	Breite [° 'S]	Höhe [m a.s.l.]	Bohr- tiefe [m]	Meß- kette	10-m- Tem- peratur [°C]
<b>AWI:</b>								
FB9501	Bohrcamp	11.02.95	45 43,4	79 36,8		12,4	T67	-29,9
FB9502	B400	11.02.95	45 40,3	79 36,1		12,4	T68	-27,0
FB9503	AWS Utrecht	14.02.95	45 46,9	79 34,0	889	12,3	T69	-26,4
FB9504	5 km südl. BC	16.02.95	45 43,4	79 39,5		12,6	T70	(-27,2)
SS9502	Bohrcamp	09.02.95- 10.02.95	45 43,4	79 36,8		3,1		
R03	Reinwarthhöhe	17.01.95	46 16,4	78 18,5	706	12,4		
SS9501	Reinwarthhöhe	08.01.95/ 13.01.95	46 16,4	78 18,5	706	2,2		
<b>BAS:</b>								
R02	Reinwarthhöhe	14.01.95	46 16,4	78 18,5		7,6		
R04	5 km N von R01	14.01.95	46 17,7	78 15,3		10,0		
R05	5 km W von R01	15.01.95	46 30,5	78 18,1		10,2		
R06	5 km O von R01	15.01.95	46 3,7	78 17,8		10,0		
R07	5 km S von R01	16.01.95	46 16,2	78 20,7		9,9		
R08	Sattel	24.01.95	47 31,4	78 43,9		20		
R09	Kammlinie	26.01.95	46 51,5	79 00,8		20		
R10	Kammlinie	13.02.95	46 18,8	79 17,9		20		

Im Umfeld der Kernbohrungen auf Reinwarthhöhe und Thyssenhöhe sowie auf der Kammlinie wurden weitere flache Firnkerne gezogen sowie zwei Schneeschächte beprobt (Tab. 17).

In den Schneeschächten wurden Dichteprofile (Abb. 50) aufgenommen und Schneeproben für eine spätere chemische und isotopische Untersuchung entnommen. Vom Schneeschacht SS9501 stehen 73 Proben (wobei 3 Proben doppelt genommen wurden) und vom Schneeschacht SS9502 78 Doppelproben zur Verfügung. Während des Grabens wurde sukzessive die Schneetemperatur mit PT-100-Einstechfühlern (Abb. 50) gemessen.



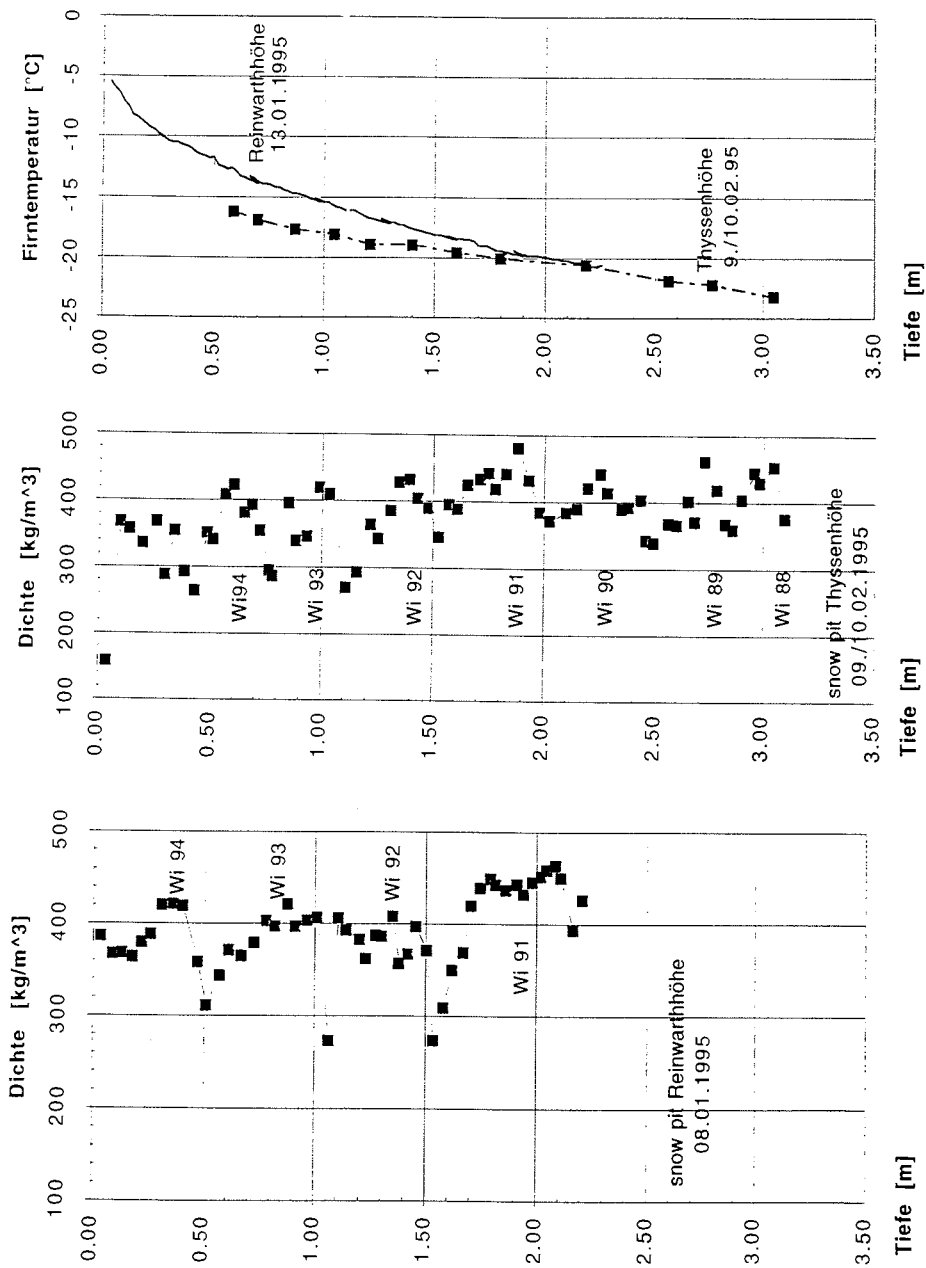


Abb. 50: Dichte- und Temperaturprofile der Schneeschächte auf Berkner Island 1995 (Tab. 10).

Fig. 50: Density and temperature profiles from snow pits on Berkner Island 1995 (Tab. 10)

Für die Dichtebestimmung wurden zylindrische Ausstechzylinder ( $\varnothing$  56 mm, Länge 195 mm) horizontal in die Schachtwand eingestochen. Der mittlere Abstand zwischen den Meßpunkten betrug in beiden Schächten 4,7 cm. Die mittlere Dichte für das Tiefenintervall von 0 - 2 m berechnet sich für SS9501 zu  $387,4 \pm 42 \text{ kg/m}^3$  und für SS9502 zu  $368,2 \pm 61 \text{ kg/m}^3$ . Aus der Stratigraphie und dem Dichteprofil des Schneesachs am Bohrcamp Thyssenhöhe läßt sich für die Jahre 1988 - 1995 eine mittlere jährliche Akkumulationsrate von  $167 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ , für die Reinwarthöhe für die Jahre 1991 - 1995 ein Wert von  $217 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  ableiten. Beide Werte stimmen sehr gut mit den früheren Untersuchungen (Tab. 15) überein.

Im Umfeld der beiden Eiskernbohrungen wurden im Abstand bis zu 5 km 10 - 12 m tiefe Firnbohrungen niedergebracht. In die vier Bohrlöcher auf der Thyssenhöhe wurden Thermistorkabel mit je 12 m Länge und 8 Meßstellen eingebracht und mehrmals innerhalb von 2 - 6 Tagen nach der Bohrung abgelesen. Die zuletzt gemessenen Temperaturprofile sind in Abb. 51 dargestellt. Die 10-m-Temperatur, die als Maß für die Jahresmitteltemperatur an der Schneeoberfläche gilt, ist mit in Tab. 17 aufgenommen. Sie liegt niedriger, als sie aufgrund der Voruntersuchungen (Tab. 15) angenommen wurde.

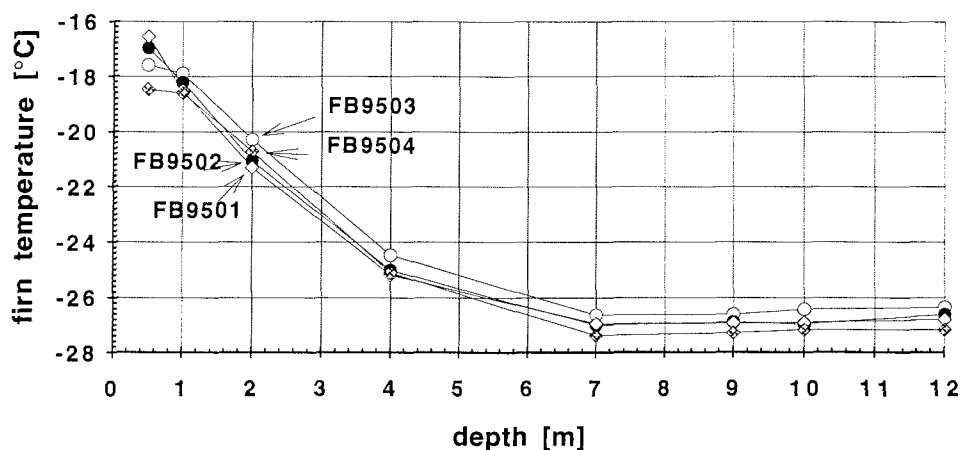


Abb. 51: Temperaturprofile gemessen in den Flachbohrungen FB9501 (18.02.), FB9502 (16.02.), FB9503 (17.02.) und FB9504 (18.02) im Umfeld des Bohrcamps Thyssenhöhe, Berkner Island 1995 (Tab. 17)

Fig. 51: Temperature profiles measured in the shallow boreholes FB9501 (18.02.), FB9502 (16.02.), FB9503 (17.02.) and FB9504 (18.02) in the vicinity of the drill camp at Thyssenhöhe, Berkner Island 1995 (Tab. 107)

6.4.6

Hochauflösende EMR-Messungen auf Berkner Island  
(D. Steinhage, R. Mulvaney (BAS), S. Garrod (BAS))

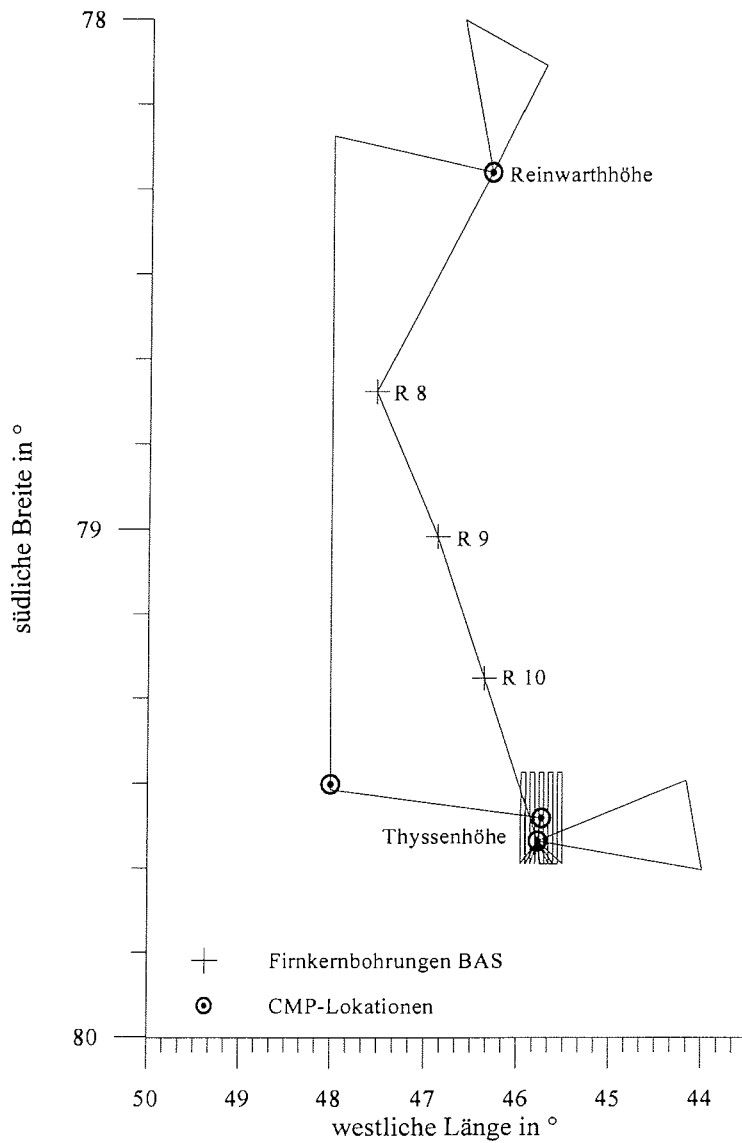


Abb. 52: Detailplan der EMR-Profile und CMP-Punkte auf Berkner Island (vgl. Abb. 26)

Fig. 52: Detailed map of the EMR routes and locations of CMP measurements on Berkner Island (cf. Fig. 26)

Im Rahmen der Filchner-V-Kampagne wurden etwa 800 Profilkilometer mit dem hochauflösenden elektromagnetischen Reflexionsverfahren (EMR) gemessen. Diese Messungen zur Stratigraphie des Eises sollen unter anderem eine Korrelation der auf Berkner Island abgeteuften Kernbohrungen des AWI auf der Thyssenhöhe und des BAS auf der Reinwarthhöhe ermöglichen. Die Lage der gemessenen Profile und die Lokationen der CMPs sind in Abb. 52 dargestellt, auf die Abbildung von Höhenlinien wurde aus Übersichtsgründen verzichtet.

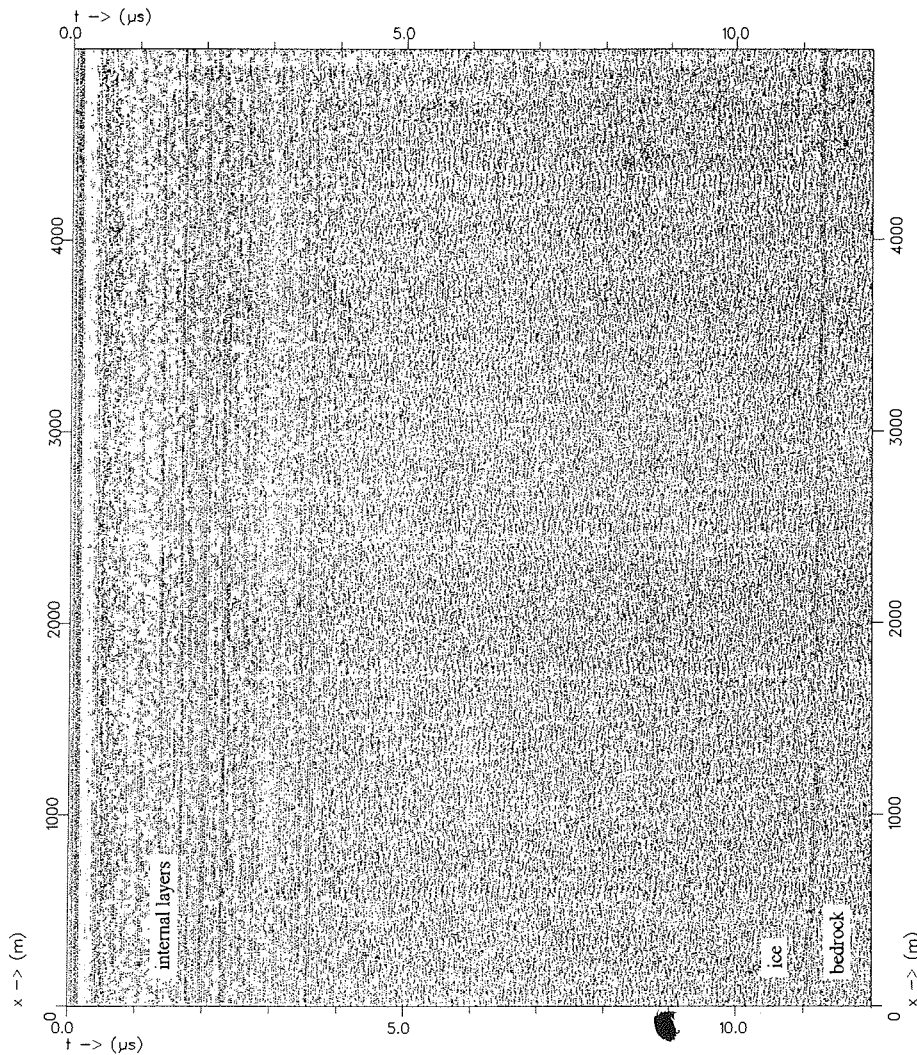


Abb. 53: EMR-Profil ca. 6,5 km nördlich der Bohrlokation B25; Reflexionen innerer Strukturen des Eiskörpers sind bis etwa 5  $\mu\text{s}$  zu erkennen, die des Eis-Fels-Übergangs bei ca. 11,0  $\mu\text{s}$  - 11,2  $\mu\text{s}$ .

Fig. 53: EMR-profile approx. 6.5 km north of the drill site B25; reflections of internal layers are visible up to 5  $\mu\text{s}$ , the reflection of the ice-bedrock transition can be seen at 11.0  $\mu\text{s}$  - 11.2  $\mu\text{s}$ .

Da ein AWI-Mitglied des Teams kurzfristig ausfiel, mußte die EMR-Gruppe neu zusammengestellt werden, ersatzweise sind R. Mulvaney und S. Garrod vom BAS eingesprungen. Jedoch mußten beide auch eigenen Arbeiten nachgehen, so daß für die Dauer einiger Tage nur ein eingeschränktes Meßprogramm möglich war. Einige Messungen wurden durch die Hilfe von F. Toeppe (IFAG) ermöglicht. Diese Umstellung führte, wie vor allem auch der verkürzte Aufenthalt auf Berkner Island und logistische Gegebenheiten, zu einer veränderten und verkürzten Streckenführung gegenüber ersten Planungen, so daß leider EMR-Messungen im Südteil Berkners nicht durchgeführt werden konnten.

Während des dreiwöchigen Aufenthaltes konnten auf einer neuntägigen Traverse in den nördlichen Teil Berkner Islands und auf sechs eintägigen Abschnitten ein Raster von 9 km x 20 km (10 Profile, 1 km Abstand), ein Kreisprofil um die Reinwarthhöhe, zwei Dreiecksprofile und ein geschlossenes Profil über die Kammlinie zwischen den Summits kartiert werden. Die COG-Messungen wurden mit 5 CMPs zur Geschwindigkeitsbestimmung ergänzt. Beispielhaft für die Kartierungen ist in Abb. 53 ein Profilabschnitt dargestellt. Parallel zu den EMR-Messungen des Rasters wurde ein moderner geodätischer GPS-Empfänger auf dem Meßschlitten betrieben. Mit der GPS-Feststation am Bohrcamp ist es nun möglich, die Lage der Thyssenhöhe und die Topographie der näheren Umgebung durch kinematische Auswertung der gesammelten GPS-Daten besser als bisher zu bestimmen.

#### 6.4.7 Interferometrische Messungen zur Bestimmung von Eisgeschwindigkeiten im Gebiet Hemmen Ice Rise/Berkner Island (Frank Töppe)

Im Rahmen des BMFT-Forschungsvorhabens "Dynamische Prozesse in antarktischen Geosystemen" (DYPAG) sollen auf dem Ronne Ice Shelf Untersuchungen zum Bewegungsverhalten und zur Massenbilanz dieses Schelfeises mit Hilfe von Radardaten der europäischen Forschungssatelliten ERS-1 und ERS-2 durchgeführt werden. Hierzu ist die interferometrische Auswertung von SAR-Daten vorgesehen.

Die SAR-Interferometrie ist eine vielversprechende Technik, insbesondere in der Polarforschung. Unter Nutzung des Verfahrens ist es möglich, dreidimensionale Geländemodelle herzustellen, Oberflächengeschwindigkeiten und Tidenbewegungen zu messen, Änderungen der Oberflächenformen festzustellen sowie den Verlauf von Aufsetzlinien zu lokalisieren.

Zu diesem Zweck sollten im Gebiet Hemmen Ice Rise/Berkner Island sowie auf dem Ekströmischen Cornerreflektoren ausgebracht werden und deren Lage mittels GPS bestimmt werden.

#### Lokale GPS-Referenzstation

Um den Abstand zwischen den Meßpunkten möglichst klein zu halten, war es zunächst notwendig, eine lokale GPS-Referenzstation zu besetzen. Für deren Lage wurde, u.a. aus logistischen Gründen, die unmittelbare Nachbarschaft der Eiskernbohrung auf der Thyssenhöhe gewählt. Diese diente gleichzeitig als Referenzstation für die geodätischen Arbeiten auf dem Schelfeis und für die

Positionierung von EMR-Meßprofilen auf Berkner Island. Zur gleichen Zeit wurde ein Antarktis-Referenznetz mittels GPS gemessen (German Antarctic Project, GAP 1995), wobei auch die Station Belgrano II besetzt wurde. Somit wird es später möglich sein, den Punkt Thyssenhöhe im Zuge einer gemeinsamen Auswertung in dieses Netz einzubinden.

Als GPS-Empfänger wurde ein Ashtech Z XII eingesetzt. Die Beobachtungen am lokalen Referenzpunkt erfolgten, abgesehen von kürzeren Unterbrechungen, kontinuierlich vom 27.01. - 19.02.1995 mit einem Aufzeichnungsintervall von 15 s.

#### Cornerreflektoren

Die Hauptaufgabe des Projekts bestand in der Installation von 5 Cornerreflektoren. Dazu wurden zunächst 3 relativ unveränderliche Geländepunkte im Bereich der SAR-Spuren der Satelliten ERS-1 und ERS-2 auf Berkner Island und Hemmen Ice Rise ausgewählt (s. Tab. 18). Diese Cornerreflektoren können als weitestgehend stationär angesehen werden und dienen zur Kalibrierung des interferometrischen Auswerteverfahrens.

Zur eindeutigen Bestimmung identischer Geländepunkte wurde ein Cornerreflektor auf dem fließenden Schelfeis am Punkt 245 aufgestellt. Ein weiterer Reflektor wurde ca. 600 m westlich der Neumayer-Station auf dem Ekströmsen errichtet (s. Tab. 18).

Tab. 18: Standorte und Datum der Aufstellung der Cornerreflektoren im Gebiet Filchner-Ronne-Schelfeis und auf dem Ekströmsen.

Tab. 18: Location and date of construction of corner reflectors in the area of Filchner-Ronne-Schelfeis and Ekströmsen

Nr	Ort	Breite	Länge	Datum	Name
1	Berkner Island	78° 18,0' S	46° 16,9' W	05.02.95	Reinwarthhöhe
2	Berkner Island	78° 43,9' S	47° 31,4' W	03.02.95	Sattel
3	Hemmen Ice Rise	77° 49,6' S	49° 14,7' W	23.01.95	Hemmen Ice Rise
4	Ronne Ice Shelf	77° 59,9' S	51° 32,1' W	26.01.95	Punkt 245
5	Ekströmsen	70° 39,0' S	08° 17,2' W	07.03.95	Neumayer-Station

Die Reflektoren wurden mit ihrer Hauptreflexionsrichtung nach Süden orientiert, so daß sie die Orbits beider Satelliten (ERS-1 und ERS-2) erfassen können. Der Zenitwinkel wurde bereits durch die Konstruktion der Reflektoren definiert. Die Standorte wurden mit GPS-Messungen bezüglich des lokalen Referenzpunktes Thyssenhöhe bestimmt und mit klassischen geodätischen Verfahren zentriert. Alle GPS-Messungen waren mit der Erfassung meteorologischer Daten gekoppelt.

Der Aufbau der Reflektoren auf Berkner Island war logistisch mit der Traverse von der Thyssenhöhe zur Reinwarthhöhe gekoppelt. Die Reflektoren selbst waren vorher von POLAR 4 an den Aufstellungsorten deponiert worden. Die Traverse wurde mit Unterstützung von Simon Garrod und Rob Mulvaney (British Antarctic Survey) durchgeführt. Der Cornerreflektor auf Hemmen Ice

Rise wurde mit Helikopterunterstützung von FS Polarstern aus ausgebracht und für eine GPS-Nachmessung am 18.02.95 noch einmal mit POLAR 4 angefliegen. Der Reflektor bei Punkt 245 wurde von Björn Riedel und Achim Karsten im Verlauf der Grounding-Line-Traversal aufgestellt.

#### Deformationsfiguren

Im Bereich Thyssenhöhe und Reinwarthhöhe wurden weiterhin Deformationsfiguren (Zentralpunkt und 3 Außenpunkte) vermarktet und sowohl mit GPS als auch mit klassischen Methoden gemessen. Da es sich hierbei um Nullmessungen handelt, können Aussagen über Deformationen erst nach erfolgten Wiederholungsmessungen gemacht werden, zumal an den ausgewählten Punkten nur mit relativ geringen Bewegungen zu rechnen ist. Für die GPS-Messungen wurden ebenfalls Ashtech Z XII und für die klassischen Messungen Theodolit Wild T2 und EDM Wild Distomat DI20 genutzt.

#### 6.5 Automatische Wetterstation (H. Oerter, D. Peel, U. Weigel)

Auf Berkner Island, Thyssenhöhe (79° 34,0' S, 45° 46,9' W), wurde eine automatische Wetterstation (AWS), die von der Universität Utrecht, Institute for Marine and Atmospheric Research (Prof. H. Oerlemans) bereitgestellt wurde, aufgebaut und am 12.2.95, 17:27 in Betrieb genommen. Die Station ist bestückt mit einem Lufttemperatursensor (Aanderaa 27775C), einem Schalenanemometer (Aanderaa 2740), einem Windrichtungsgeber (Aanderaa 2750), einem Pyranometer (Aanderaa) und einem Schneehöhensensor (Aanderaa). Die Sensoren befanden sich ca. 3 m über der Schneeoberfläche. Außerdem wird die Schneetemperatur in ca. 0,5 und 1,0 m Tiefe (bezogen auf Oberfläche 12.2.95) gemessen. Die Daten werden über ARGOS übertragen und in Utrecht ausgewertet.

In der Nachbarschaft der AWS soll in der Sommersaison 1995/96 eine automatische Luftsammelstation des BAS aufgestellt werden. Deshalb wurde die Lokalität noch zusätzlich mit einem hölzernen Signal vermarktet (Lage s. Abb. 54). Außerdem wurde dort eine Alu-Balise, als Vermarkung für den GPS-Punkt (Oberkante 1,47 m über Schneeoberfläche am 12.02.) und eine Bambusstange zur Markierung einer 12-m-Thermistorkette (T69, Tab. 17) hinterlassen.

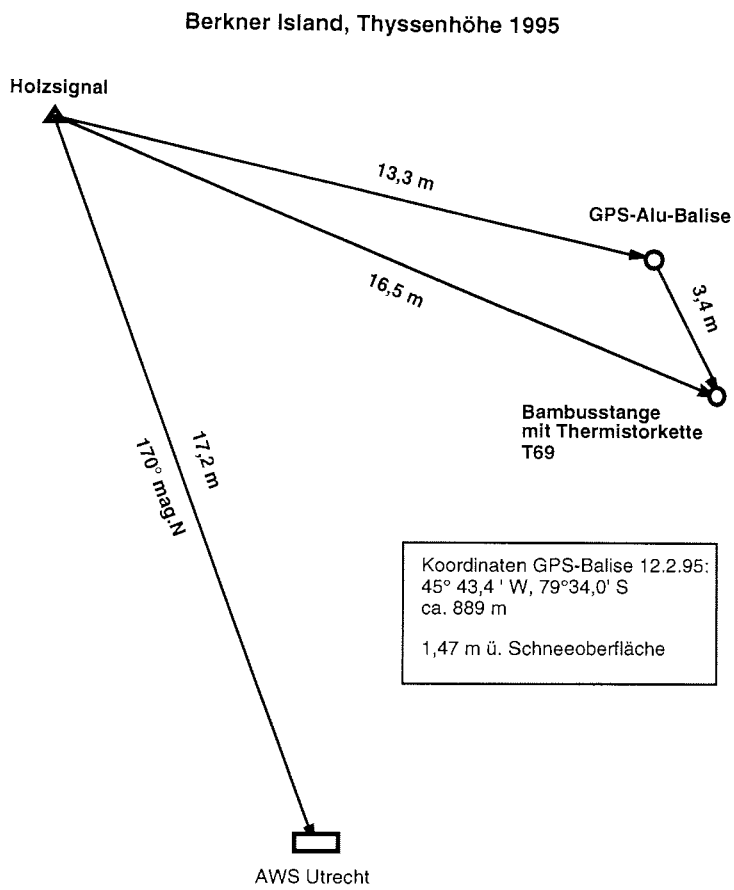


Abb. 54: Lageplan Meßpunkte auf Berkner Island, Thyssenhöhe, 1995  
 Fig. 54: Location of measurements on Berkner Island, Thyssenhöhe, 1995



Zur Aufstellung einer Bilanz der Eismassen, die aus dem antarktischen Inland aufs Filchner-Ronne-Schelfeis einfließen, werden neben Parametern wie Fließgeschwindigkeit und Deformation sehr genaue Daten über den Querschnitt der Eisströme benötigt. Diese lassen sich mit der neuen, im Jahr 1993 in Ostgrönland erfolgreich erprobten EMR-Anlage an Bord der POLAR 2 gewinnen. Mit ihr lassen sich Eisdicken und innere Struktur bis zu Tiefen von ca. 3,5 km mit einem horizontalen Schußabstand von ca. 3 m und einer vertikalen Auflösung von 10 - 20 m erfassen. So können Bereiche, die aufgrund ihrer homogenen Schichtung als eigene Eiskuppeln (ice rise) zu verstehen sind, von reinen Schelfeisbereichen unterschieden werden. Parallel dazu wird über 3 Sensoren das absolute Erdmagnetfeld gemessen.

Mit der POLAR 2 wurde im Verlauf der Filchner-V-Kampagne ein Bereich an der Grounding Line zwischen Foundation Ice Stream und Institute Ice Stream sowie entlang der Fließlinien über dem Ronne Ice Shelf und quer dazu vermessen. Insgesamt wurde 43,5 h geflogen, was einer Strecke von ca. 10.000 km entspricht. Abb. 55 zeigt eine Karte der Flugrouten. Das Raster im südlichen Teil wurde so angelegt, daß Foundation Ice Stream und Möllereisstrom im Bereich ihrer Grounding Line mit hoher Dichte und Institute Ice Stream mit verminderter Dichte abgedeckt wurden. Zusätzlich sind Meßprofile parallel zur Fließrichtung über die jeweiligen Aufsetzlinien gelegt worden. Für diesen Teil wurde ein Tankcontainer mit 9.500 l Kerosin von der Bodentraverse mitgenommen. Im nördlichen Teil des Ronne Ice Shelf wurde ein großflächiges Raster quer zu den Fließlinien, die von Möllereisstrom und Foundation Ice Stream zur Schelfeiskante führen, sowie einige Profile entlang dieser Fließlinien befliegen. Zusätzlich wurde ein Profil über Berkner Island ins Dufek Massiv gelegt. Für diesen Flug wurde ein zusätzliches Kerosindepot an der Position der SUSI-Gruppe eingerichtet.

Die Vorerkundung des Foundation Ice Stream am 29.01.95 mit der POLAR 2 sollte die Befahrbarkeit der Wegstrecke für Bodentraversen zeigen. Zum anderen sollte geklärt werden, ob sich die Grounding Line mit Hilfe der EMR-Anlage aus der Luft vorab lokalisieren läßt. Abb. 56 zeigt das Meßprofil, das von Nord nach Süd abgeflogen wurde. Im linken Teil zeigt sich die typische Unterseite eines Schelfeises, das nach Norden hin ausdünt. Auf der rechten Seite weisen die rauhe und steile Topographie des Untergrundes ebenso wie das veränderte Reflexionssignal auf eine Felsunterlage hin. Dazwischen liegt ein Bereich, der aufgrund des hohen Reflexionskoeffizienten an der teilweise sehr glatten Unterseite auf dem Meer aufgeschwommen sein wird, unterbrochen von Stellen, an denen der Eisstrom vermutlich wieder auf Fels aufliegt. Die innere Struktur gibt hier keine deutlichen Hinweise, da das Eis bereits beim Eintritt in den Eisstrom und in seinem weiteren Verlauf so stark deformiert wurde, daß keine homogene Schichtung mehr zu erkennen ist. Damit muß die Grounding Line auf den Bereich bei ca. 82°55' S gelegt werden, an dem das Eis zum erstenmal aufschwimmt und daher die Reflexionsamplitude stark ansteigt. Beim Möllereisstrom und beim Institute Ice Stream hingegen läßt sich die Grounding Line sehr viel besser festlegen, sowohl anhand der Reflexionen von der Unterseite als auch

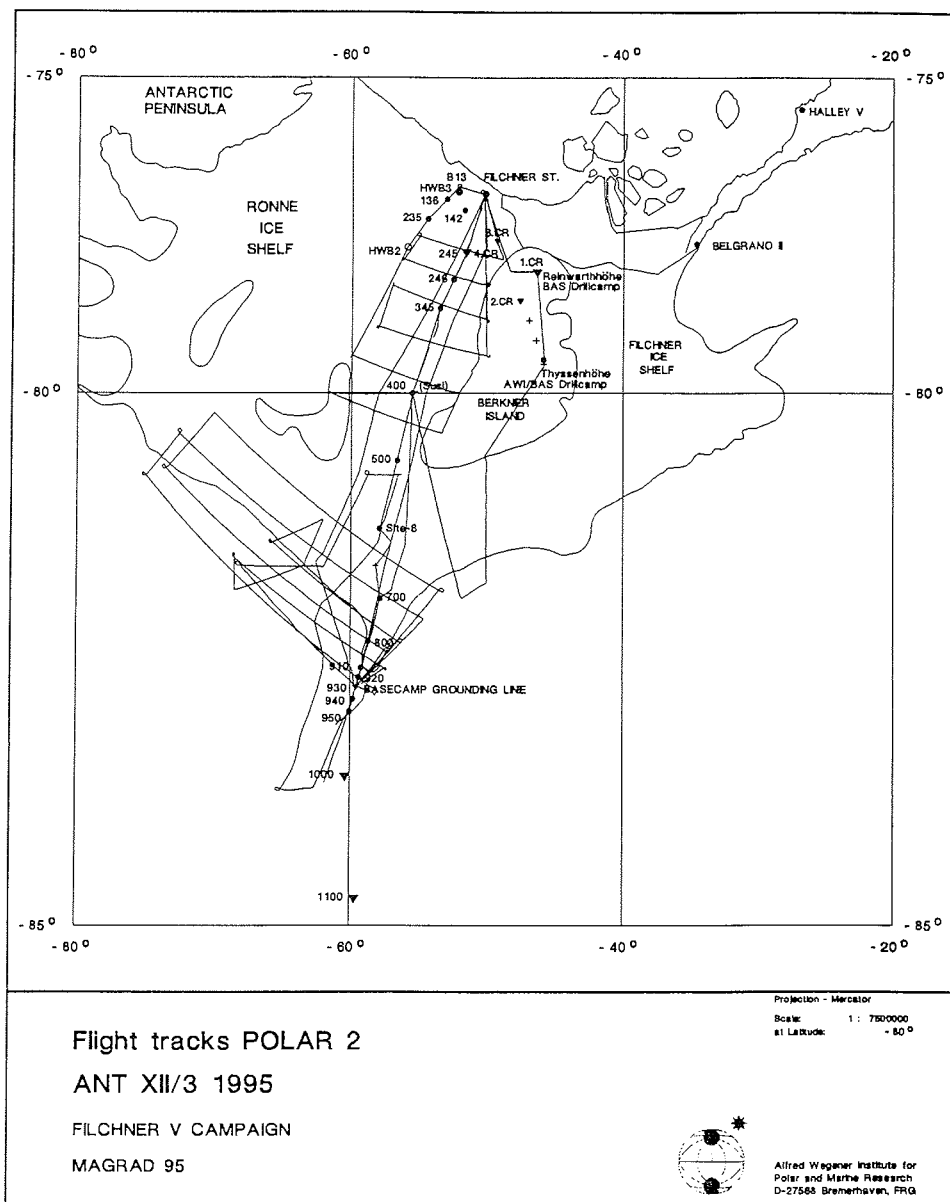


Abb. 55: Karte der von POLAR 2 geflogenen EMR-Profile über dem Filchner-Ronne-Schelfeis während ANT XII/3.

Fig. 55: Map of the flight lines with radio echo soundings done by aircraft POLAR 2 across the Filchner-Ronne-Schelfeis during ANT XII/3.

anhand der Oberflächentopographie und der inneren Struktur.

Da der Reflexionskoeffizient für elektromagnetische Wellen am Übergang von meteorischem Eis zu Meerwasser praktisch gleich 1 ist, hängen geringere Reflexionsamplituden von der Eisunterseite nur von der Struktur der Grenzfläche ab. So zeigt sich im Bereich direkt hinter der Grounding Line eine zerklüftete Unterseite, die an einer Vielzahl von Diffraktionshyperbeln zu erkennen ist. Der Reflexionskoeffizient an der Schelfeisunterseite steigt im weiteren Verlauf von der Grounding Line nach Norden soweit an, daß sich eine Reihe von Multiplen zeigt, die mehrfach sowohl zwischen der Eisunterseite und der Oberseite als auch zwischen Eisoberfläche und Flugzeug gelaufen sind. Dies weist auf eine sehr glatte bereits angeschmolzene Eisunterseite hin.

Wie Abb. 57 deutlich macht, ist der Foundation Ice Stream bei 83° S etwa 40 km breit und hat eine Mächtigkeit von 1500 - 1600 m. An den Seiten liegt er auf einer rauhen Felsunterlage auf, was sich in Diffraktionshyperbeln an der Unterseite zeigt. Der mittlere Teil ist glatter und schwimmt möglicherweise bereits auf dem Meer auf. An den Rändern verlieren sich die Reflexionen über spaltigen Gebieten fast vollständig. Der im Westen folgende Möllereisstrom liegt über seine gesamte Breite noch auf Fels auf. Er ist mit 1300 - 1400 m deutlich weniger mächtig.

Der Überflug über Berkner Island führte von der Reinwarthhöhe zur Thyssenhöhe über beide Eiskernbohrungen. Er zeigt im Bereich der Thyssenhöhe Eisdicken zwischen 950 und 1100 m (Abb. 58). Die interne Struktur verschwindet in einer Tiefe von ca. 800 m. Unter der Thyssenhöhe steigt dieser Übergang auf 700 m unter der Eisoberfläche an. Das zeigt, daß an der Thyssenhöhe, wie für einen Summit typisch, die Eisschichten stärker komprimiert werden als in den umliegenden Gebieten, wo das Eis in bestimmte Richtungen abfließen kann. Der untere reflexionsarme Bereich kann vermutlich zeitlich bereits der letzten Eiszeit zugeordnet werden, wie ein Vergleich mit Modellrechnungen von Wagenbach et. al. (1994) zeigt. Eis aus dieser Zeit weist durch den erhöhten Anteil an alkalischem Staub, der während der Eiszeiten die sauren Bestandteile in der Atmosphäre weitgehend neutralisiert, wesentlich geringere Leitfähigkeiten auf. Damit verringert sich auch das Reflexionsvermögen dieser Schicht.

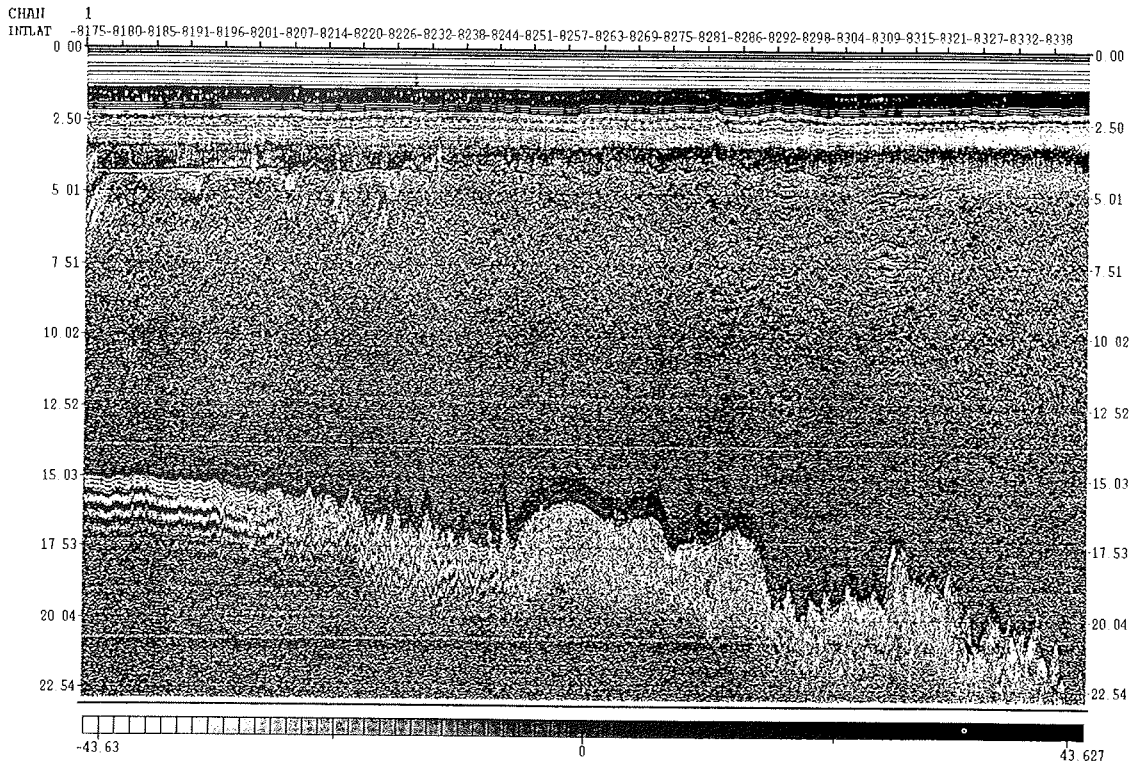


Abb. 56: Meßprofil entlang des Foundation Ice Stream. Das kräftige Signal im oberen Teil stellt die Eisoberfläche dar, das Signal zwischen 15  $\mu$ s und 20  $\mu$ s Reflexionszeit stammt von der Eisunterseite. Die Pfeile deuten auf die Punkte, an denen das Eis zum erstenmal auf dem Meer aufschwimmt (rechts) bzw. das Eis keinen weiteren Kontakt zum Fels mehr hat (links).

Fig. 56: Profile along Foundation Ice Stream. The strong signal in the upper part represents the surface of the ice, the signal between 15  $\mu$ s and 20  $\mu$ s reflection time is caused by the bottom of the ice. The arrows indicate the point where the ice starts to flow on the sea for the first time (right) and where the ice touches the bedrock for the last time (left).

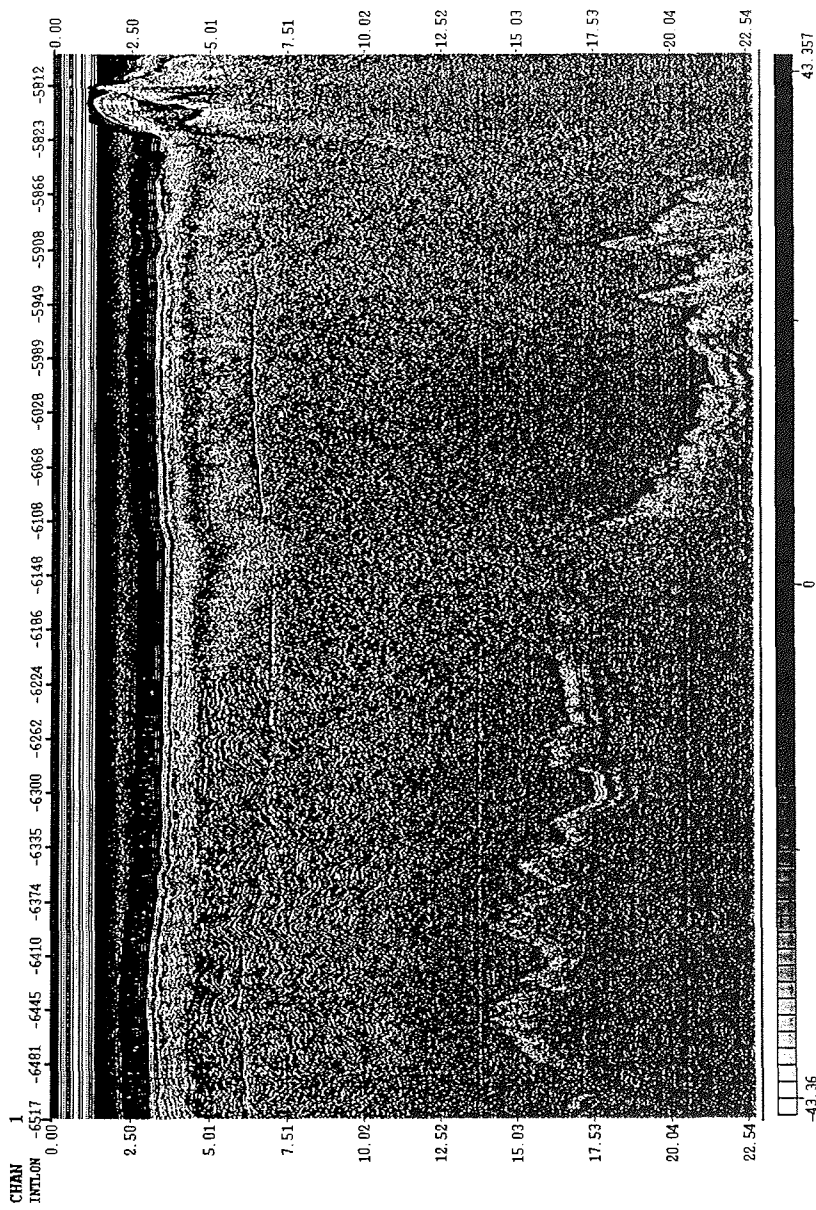


Abb. 57: Querprofil in West-Ost-Richtung über Foundation Ice Stream (rechts) und Möllereisstrom (links).

Fig. 57: Cross section in West-East direction of Foundation Ice Stream (right) and Möllereisstrom (links).

Den Schelfeisbereich zwischen der Südseite von Berkner Island und dem Dufek Massif zeigt Abb. 59. Im linken Teil ist die homogene Schichtung der Eiskappe von Berkner Island zu sehen, dessen Felsbett am Rand zum Schelfeis sehr abrupt abfällt. Daran schließt sich das Schelfeis mit seiner ebenen Oberfläche und seiner glatten Unterseite an. Dieser Übergang ist jedoch nicht im Sinne einer Grounding Line wie beim Foundation Ice Stream zu verstehen. Vielmehr zeigt die Hauptfließrichtung auf dem Schelfeis entsprechend des größten Masseneintrags von Süden an Berkner Island vorbei ins Filchnerschelfeis. Das Schelfeis hat hier eine Mächtigkeit von 900 - 1000 m und ist nur im oberen Bereich deutlich strukturiert. Aus größeren Tiefen sind keine Reflexionen zu erkennen, was darauf zurückzuführen sein wird, daß es sich um älteres Eis handelt, das im Verlauf seiner Fließgeschichte einige Male zerklüftet und wieder zusammengepreßt wurde. Darüber hingegen befindet sich neu akkumuliertes Eis, das sich gleichmäßig abgelagert hat und daher starke Reflexionssignale hervorrufen kann.

Im Süden schließlich finden sich die Ausläufer des Dufek Massif, deren Eis aufgrund der größeren Neigung des darunter liegenden Felsbetts so rasch fließt, daß sich nur bedingt homogene Schichtungen im Eis zeigen. Die Übergänge zum Schelfeis sind auf beiden Seiten von schmalen Spaltengebieten durchzogen, die sich in reflexionsarmen Kegeln im Meßprofil widerspiegeln.

Ein deutliches Bild der Eismächtigkeitsverteilung an der Grounding Line des Filchner-Ronne-Schelfeises zwischen Foundation Ice Stream und Institute Ice Stream sowie des weiteren Verlaufs der Eisströme wird eine dreidimensionale Auswertung erbringen. Diese sollte sowohl Eismächtigkeiten als auch Strukturmerkmale wie Reflexionskoeffizienten und Spalten beinhalten. Darüber hinaus werden anhand von Anomalien im Magnetfeld Aussagen über die Beschaffenheit des Felsbettes ermöglicht.

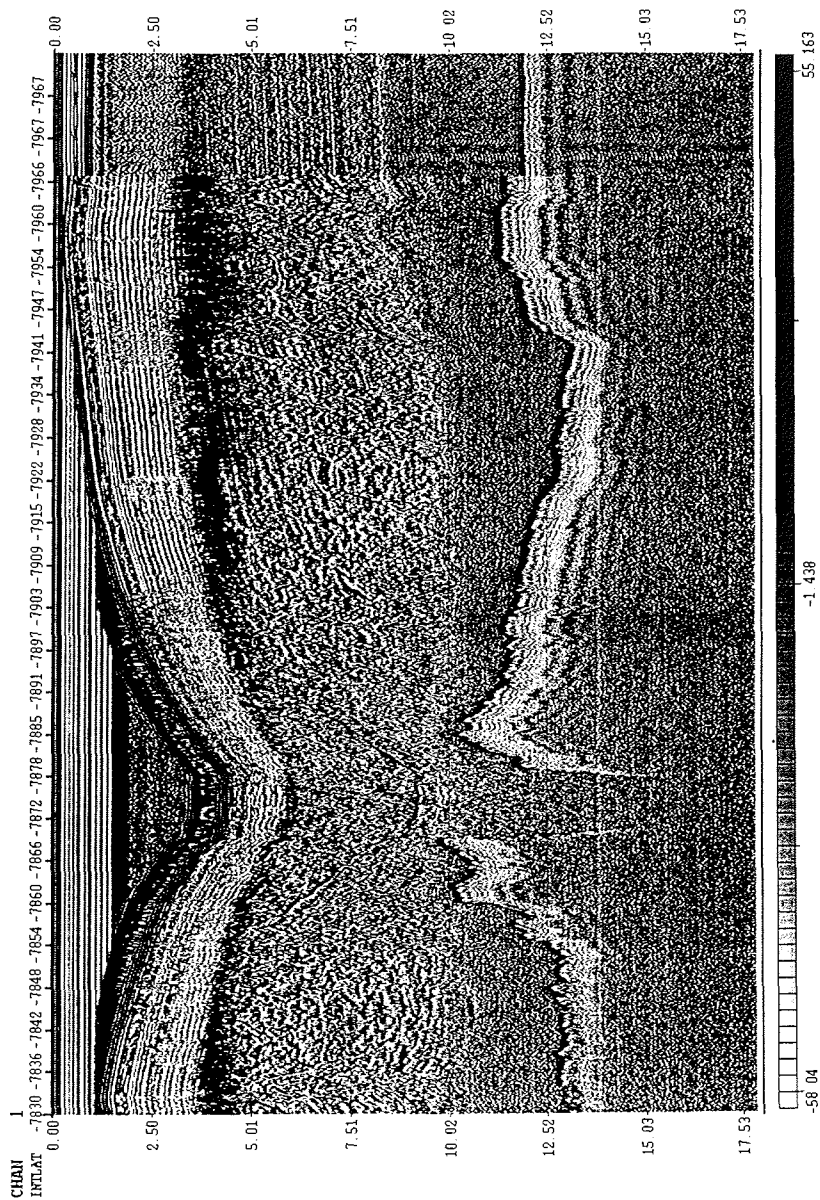


Abb. 58: Meßflug über Berkner Island, der von der Reinwarthhöhe (links) zur Thyssenhöhe (rechts) führte. Der reflexionsarme Bereich, der in ca. 700 - 800 m Tiefe beginnt, besteht aus pleistozänem Eis, das geringere Leitfähigkeiten aufweist, als holozänes Eis.

Fig. 58: Survey over Berkner Island going from the Reinwarthhöhe (left) to the Thyssenhöhe (right). The low-reflection zone in app. 700 - 800 m depth consists of Pleistocene ice that shows lower conductivity than Holocene ice.

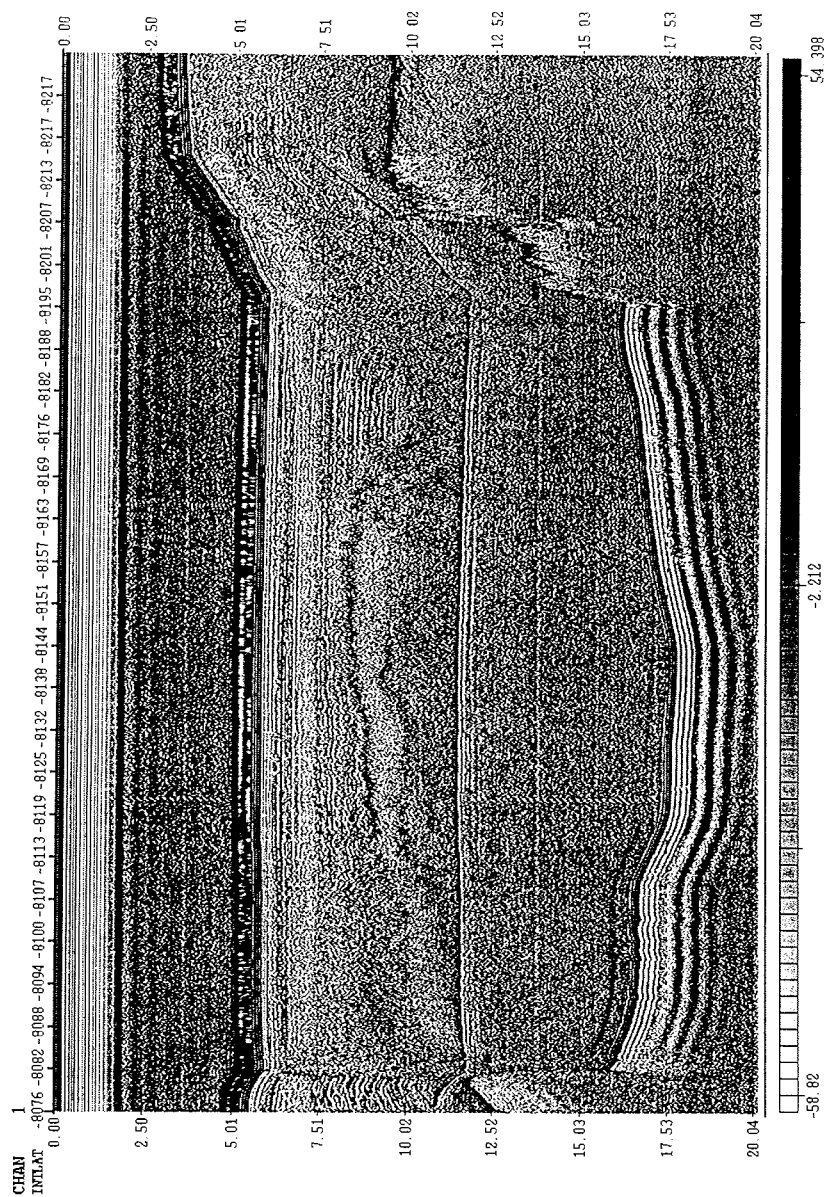
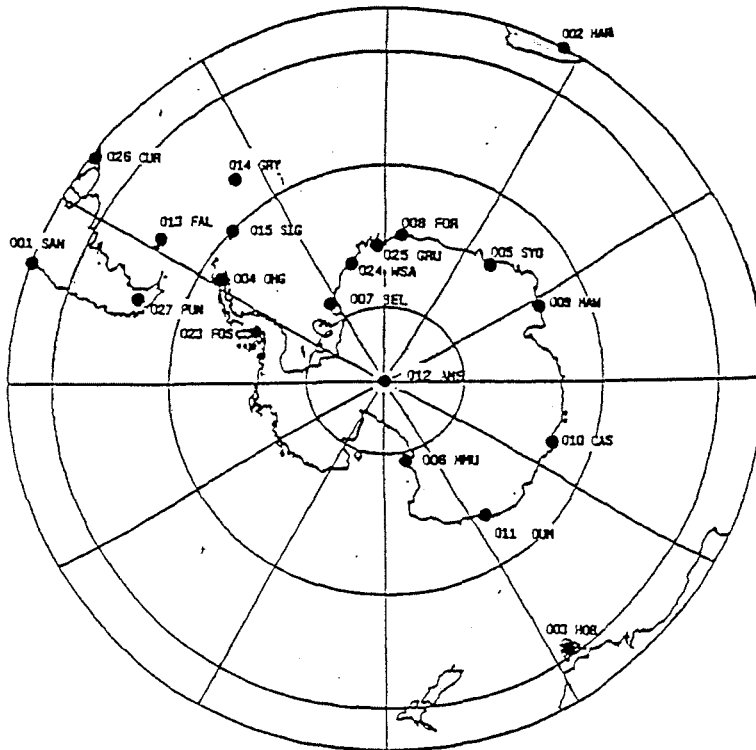


Abb. 59: Meßprofil zwischen Berkner Island (links) und dem Dufek Massif (rechts). Das Schelfeis erreicht hier Mächtigkeiten von 900 - 1000 m.  
 Fig. 59: Profile from Berkner Island (left) to the Duffek-Massiv (right). The Ice shelf is about 900 - 1000 m thick.





001 SAN	Santiago de Chile	002 HAR	Hartebeestoeck	003 HOB	Hobart
004 OHG	O'Higgins	005 SYO	Syowa	006 MMU	McMurdo
007 BEL	Belgrano 2	008 FOR	Forster	009 MAW	Mawson
010 CAS	Casey	011 DUM	Dumont d'Urville	012 AMS	Amundsen/Scott
013 FAL	Falklands	014 GRY	Grydviken	015 SIG	Signy
023 FOS	Fossil Bluff	024 WSA	Wasa	025 GRU	Grunehogna
026 CUR	Curitiba	027 PUN	Punta Arenas		

Abb. 60: Geodätisches Referenznetz Antarktis (Übersicht)

Fig. 60: Geodetic reference network for Antarctica (overview)

## 6.7.1 Einleitung

Die Anlage eines geodätischen Referenznetzes im Bereich des atlantischen Sektors der Antarktis für geokinematische Untersuchungen, das German Antarctic Project 1995 (GAP 1995), ist die Fortsetzung geodätischer Arbeiten zur Realisierung eines globalen geozentrischen Bezugssystems ITRF (International Terrestrial Reference Frame) mit cm-Genauigkeit. Der Geodäsie steht mit dem satellitengestützten Global Positioning System (GPS) ein geeignetes Meßverfahren zur Verfügung, um etwaige Verdichtungsmessungen des ITRF in der Antarktis durchführen zu können. Das Ziel dieses vom BMFT geförderten Vorhabens ist definiert, mit Hilfe des GPS "eine dreidimensionale Positionsbestimmung auf einer größeren Anzahl von Kontrollpunkten im Bereich der Antarktis vorzunehmen". Dieses Gesamtnetz umfaßt ca. 30 Punkte, mit Interstationsentfernungen in Antarktika von 100 km bis ca. 1000 km (Abb. 60). Fünf Stationen liegen im Bereich des atlantischen Sektors - Südamerika, Südafrika und Australien - deren Punktkoordinaten aus Messungen mit der Very Long Baseline Interferometry (VLBI), der SLR (Satellite Laser Ranging) und des GPS bekannt sind.

Die GPS-Beobachtungen im Bereich der Antarktischen Halbinsel werden hauptsächlich durch Projektteilnehmer vorgenommen, während die Beobachtungen auf den verbleibenden Stationen von den Stationsbetreibern selbst vorgenommen werden.

Drei wesentliche Forschungsaufgaben charakterisieren das Vorhaben, an dem die Universitäten Dresden, Hannover, Karlsruhe und Braunschweig, sowie das Institut für Angewandte Geodäsie und das Alfred-Wegener-Institut beteiligt sind:

- Einrichtung eines großräumigen Kontrollnetzes, zur Verknüpfung der Antarktischen Platte (ANT) mit den angrenzenden tektonischen Platten, zur Herleitung globaler tektonischer Bewegungsparameter.
- Einrichtung von regionalen Kontrollnetzen auf der Antarktischen Halbinsel (im Umkreis der Station O'Higgins) und im Bereich der Georg-Forster-Station.
- Untersuchungen zur Änderung von Meeresspiegel und Eishöhen in Teilbereichen der Antarktis (u.a. zur Realisierung eines Höhendatums und als Beitrag zur Global Change Forschung).

## 6.7.2 GPS-Beobachtungen auf Belgrano II

Die GPS-Beobachtungen auf der argentinischen Station Belgrano II sind eine von drei Expeditionsbeiträgen (neben den Beobachtungen auf der chilenischen Station Arturo Prat (Greenwich Island) und der britischen Station der Falkland Islands) des Instituts für Vermessungskunde an dem GAP-Forschungsvorhaben.

Die Station Belgrano II, 1979 erbaut, liegt ca. 30 km südlich der Vahsel Bucht, zwischen dem Schweizer-, Penck- und Lerchenfeldgletscher auf dem Nunatak Bertrab I. Die Besatzung der Station (19 Überwinterer) besteht hauptsächlich aus Militär. Wesentlicher Bestandteil der wissenschaftlichen Observationen sind die Erforschung der Ionosphäre und der Veränderungen in der Ozonkonzentration der oberen Luftschichten sowie laufende meteorologische Beobachtungen.

Die GPS-Messungen wurden in der Zeit vom 26.01. - 18.02.1995 auf dem - in der Filchner-Kampagne 1983/84 - vermarkten TRANSIT-DOPPLER-Punkt (Nr. 222) durchgeführt. Die im Rahmen von GAP 1995 vergebene vierzifferige Bezeichnung lautet: BEL1 mit der Punktnummer 007.

Bei dem verwendeten GPS-Empfänger handelt es sich um ein Zweifrequenzgerät vom Typ TRIMBLE 4000 SSE Geodetic Surveyor, der sowohl L1- als auch L2-P-Code Signale aufzeichnet bzw. die Kreuzkorrelationstechnik unter Anti-Spoofing (AS) verwendet. Neben der Selective Availability (SA), d.h. der künstlichen Verschlechterung der Positionsgenauigkeit auf +/- 100 m (2D rms), versteht man unter AS die Verschlüsselung des P-Codes für den unautorisierten zivilen Nutzer, indem statt des L1- und L2-P-Codes ein sogenannter Y-Code von den Satelliten ausgestrahlt wird. Mit dem TRIMBLE 4000 SSE ist es trotzdem möglich, die volle Trägerphase auf L2 (24 cm) mit dem Kreuzkorrelationsverfahren und einer differentiellen Pseudostrecke zu messen.

Die GPS-Satellitendaten wurden täglich von 0:00 bis 23:30 UTC mit einem Meßintervall von 15 s bei einer Elevation von 10° aufgezeichnet. Die verbleibende halbe Stunde wurde für die Datensicherung genutzt. Zusätzlich dienten die GPS-Beobachtungen auf Belgrano II den geodätischen Meßprogrammen auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis als Referenz für deren differentielle GPS-Beobachtungen.

Zur vorläufigen Auswertung dieser Vorhaben mußten die Koordinaten für die Station Belgrano II angehalten werden. Verschiedene Quellen geben die 3D-Koordinatensätze für Belgrano II an, wie sie in Tab. 19 aufgeführt sind. Diese Koordinaten weisen aber Differenzen sowohl in der Lage als auch in der Höhe auf, welche zum einen auf die verschiedenen Bezugssysteme (World Geodetic System-1972 (WGS-72) und WGS-84 zurückzuführen sind, aber auch auf die fehlende Anbindung an koordinatenmäßig bekannte Stationen wie z.B. der VLBI-Station O'Higgins auf der Antarktischen Halbinsel. Hieran zeigt sich beispielsweise die Notwendigkeit, ein einheitliches Koordinatenbezugssystem zu realisieren, um regionale Beobachtungen (z.B. FRISP) in einem globalen Referenzsystem zu erfassen. Das GAP-Vorhaben möchte diese Lücke mit der Berechnung eines hochgenauen, dreidimensionalen Punktfeldes (Referenznetz) in der Antarktis schließen.

Tab. 19: Verschiedene Koordinatensätze für Belgrano II nach den Quellen 1 - 5  
 Tab. 19: Several sets of coordinates for Belgrano II according to sources 1 - 5

Quelle	Breite	Länge	Höhe [m]	Bemerkung
1	S 77° 52' 29"	W 34° 37' 37"	243	Transit Doppler, single point, WGS-72
2	S 77° 52' 29,413"	W 34° 37' 36,497"	254,07	Transit Doppler, precise ephemerides, WGS-72
3	S 77° 52' 29,385"	W 34° 37' 36,943"	247,96	GPS, broadcast ephemerides, WGS-84
4	S 77° 52' 29,386"	W 34° 37' 38,253"	242,80	GPS, precise ephemerides, WGS-84
5	S 77° 52' 29,4"	W 34° 37' 36,3"	269	GPS, broadcast ephemerides, single point, WGS-84

Quellen/Sources:

1: H. Lange (1984a), 2: H. Lange (1984b), 3: C. Völksen (1993), 4: C. Völksen (1994), 5: W. Jokat, H. Oerter (1995)

Um einen ersten Eindruck von der GPS-Datenqualität zu bekommen, können tägliche Einzelstationslösungen prozessiert werden. In den Abb. 61 und 62 sind die mit dem GPS-Programmsystem TOPAS berechneten single point solutions von Belgrano II dargestellt, bei deren Berechnung die broadcast Ephemeriden genutzt wurden. Diese Graphiken dienen als Beispiel für die Unsicherheit einer 3D-Punktposition (bei nur einem Empfänger), selbst bei einer Datenaufzeichnungsrate von 12 h bzw. 24 h. Abb. 61 zeigt die Streuung der 2D-Positionen und in Abb. 62 sind die ellipsoidischen Höhen aufgetragen, die einen systematischen, wellenförmigen Verlauf aufweisen. In beiden Abbildungen sind jeweils größere Ausreißer zu erkennen. Es wurde jedoch darauf verzichtet, diese Beobachtungen für eine erste Datenaufbereitung zu verwerfen, damit der gesamte Meßzeitraum dargestellt ist.

Base BELGRANO II

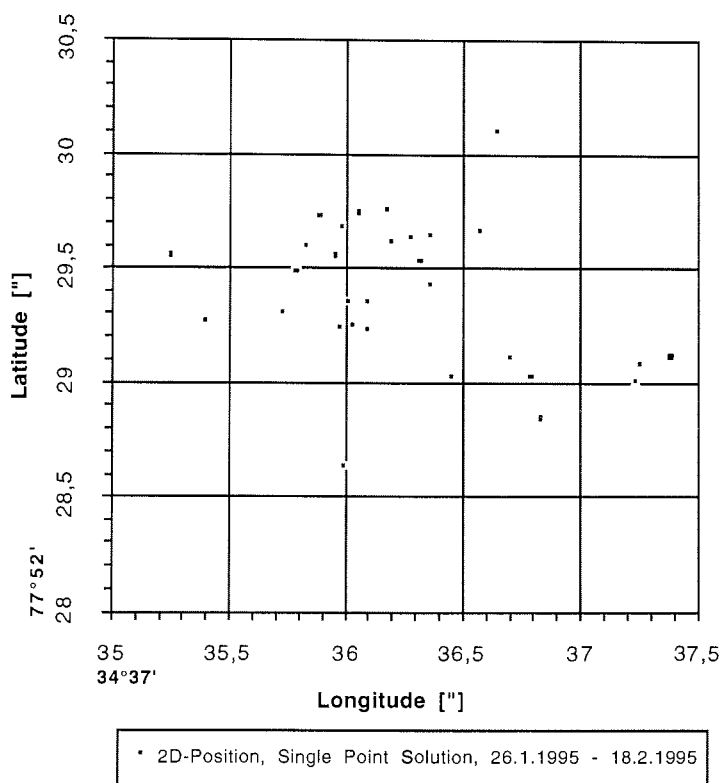


Abb. 61: Tägliche Einzelstationslösungen der GPS-Messungen an Belgrano II für Länge und Breite, 26.01.-18.02.1995.

Fig. 61: Daily single point solutions for the GPS measurements at Belgrano II, 26.01.-18.02.1995

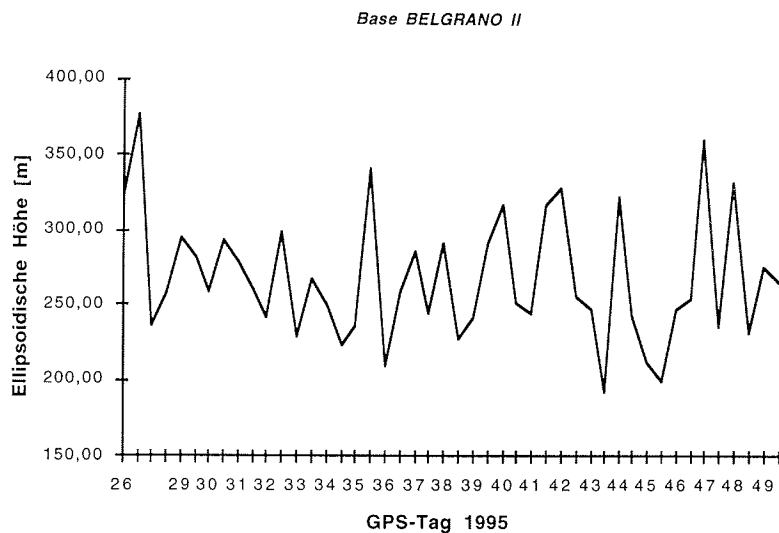


Abb. 62: Tägliche Einzelstationslösungen der GPS-Messungen an Belgrano II für die ellipsoidischen Höhe, 26.01. - 18.02.1995

Fig. 62: Daily single point solutions for the GPS measurements at Belgrano II of the ellipsoidal height, 26.01. - 18.02.1995

Die vollständige Beurteilung der Datenqualität sowie die hohe Genauigkeitsbestimmung aus den GPS-Trägerphasenbeobachtungen läßt sich jedoch erst aus der Postprozessierung aller Kontrollpunkte bzw. aller regionalen Netzpunkte ableiten. Diese Postprozessierung beinhaltet u.a. die Bereinigung der Datensätze von Cycle Slips (Signalunterbrechungen), die Modellierung atmosphärischer Refraktionseinflüsse (Ionosphäre, Troposphäre), die Nutzung von präzisen Ephemeriden (IGS-Bahnen) und die Mehrdeutigkeitsbestimmung. Somit sind die ersten vorläufigen Ergebnisse nicht vor 1996 zu erwarten.

Die Mittelwerte für die geographischen 3D-Koordinaten im (WGS-84) von Belgrano II erhält man aus den Einzelstationslösungen (1995), wie sie in Tab. 19 unter Quelle 5 aufgeführt sind.

## 7.1 Konzeption und Ziele

Die Shackleton Range nimmt geologisch eine Schlüsselposition in der Antarktis ein. Die Orientierung der Gebirgskette, im rechten Winkel zum transantarktischen Gebirge, hat Geologen seit der Entdeckung in den 50er Jahren (Stephenson, 1966) beschäftigt. Durch ihre Lage am Rand des ostantarktischen Kratons zwischen den Mobilgürteln des transantarktischen Gebirges und der stabilen Plattform von Queen Maud Land und ihrem geologischen Aufbau ist sie ein besonders geeignetes Untersuchungsobjekt

- zum Studium des pazifischen Außenrandes des ostantarktischen Kratons im Paläozoikum,
- zur Unterscheidung von subduktions- bzw. kollisionsbezogener Tektonik an diesem alten Kontinentalrand,
- zum Verständnis der Beziehungen zwischen West- und Ostantarktis,
- zur Entstehungsgeschichte Gondwanas durch Untersuchungen des wichtigen tektonischen 1000 Ma Ereignisses,
- zur Suche nach Belegen für oder gegen die jüngste SWEAT Hypothese, die eine enge Beziehung zwischen Nordamerika und Antarktis in der geologischen Vergangenheit postuliert,
- zu Untersuchungen der Block-Tektonik im Zusammenhang mit der Öffnung des Weddell-Meeress und der Trennung der Antarktis von Afrika.

Die Shackleton Range war 1987/88 das Zielgebiet der deutschen Expedition GEISHA (Geologische Expedition in die Shackleton Range) (Braun, 1995; Buggisch et al., 1994a, 1994b; Hotten, 1995; Höfle & Buggisch, 1995; Kleinschmidt & Buggisch, 1994; Roland et al., 1995; Schubert & Olesch, 1994; Spaeth et al., 1995).

Die wissenschaftlichen Ziele der Expedition EUROSHACK wurden, im Anschluß an GEISHA, erstmals auf einem gemeinsamen Workshop 1990 in Hannover entwickelt, an dem 30 Wissenschaftler aus 4 europäischen Ländern (Bundesrepublik, DDR, Großbritannien, UdSSR) teilnahmen. Trotz der ganz anderen politischen Verhältnisse zu dieser Zeit wurden schon damals Pläne für eine gemeinsame europäische Expedition in die Shackleton Range erörtert (Tessensohn & Thomson, 1990), um bestehende Unterschiede in der geologischen Interpretation auszuräumen und eine Reihe von Problemen zu bearbeiten, die durch den Workshop deutlich gemacht wurden.

Die sogenannte SWEAT-Hypothese (Southwest U.S.-East Antarctica connection) postuliert, daß die Antarktis und Nordamerika in der geologischen Vergangenheit zusammengehangen haben (Dalziel, 1991). Die Shackleton Range stellt einen der Paßpunkte dar, an dem eine Fortsetzung des nordamerikanischen Grenville Falteingürtels zu erwarten wäre. Der wichtigste Beleg hierfür wäre eine gleichzeitige und gleichartige Krustenentwicklung der beiden Regionen. Hierfür sind in der Shackleton Range moderne Altersdatierungen notwendig bei gleichzeitiger geochemisch-petrographischer Klassifizierung der kristallinen Gesteinskom-

plexe. Die Diskussion um SWEAT hat einen Punkt besonders deutlich gemacht: Nach drei Jahrzehnten schwerpunktmäßiger Erforschung des Zerfalls von Gondwana ist fast nichts bekannt über die Entstehung dieses Superkontinents. Um den hochgradig metamorphen "Grenvillischen" Orogengürteln (ca. 1000 Ma) ihre richtige Position innerhalb oder am Rande Gondwanas zuzuweisen, sind kinematische Analysen in den entsprechenden Gebieten, unter anderem in der Shackleton Range erforderlich.

## 7.2 Ablauf

EUROSHACK wurde in der Saison 94/95 mit gemeinsamer Logistik und mit gemeinsam erarbeitetem wissenschaftlichem Programm durchgeführt. Als zusätzlicher Partner ist Italien hinzugekommen. Die Teilnehmer kamen von der BGR, Hannover, dem AWI Potsdam, den Universitäten Erlangen, Würzburg, Frankfurt, Potsdam, Edinburgh, Siena, der Bergakademie Freiberg, dem British Antarctic Survey, Cambridge, und dem Institut SEVMORGEO aus St. Petersburg. Die Teilnehmer der Expedition gingen am 23.11.94 zu Beginn des Fahrtabschnitts ANT XII/2 an Bord der Polarstern. Die Überfahrt wurde zur gemeinsamen Einarbeitung in die vorliegende Literatur über die Gebirgskette und zur Planung der Feldarbeiten genutzt. Am 14.12.94 wurde die britische Station Halley erreicht, die die rückwärtige Basis für die Expeditionsarbeiten bilden sollte.

Zwischen dem 16. und 22.12. wurden die 19 Expeditionsteilnehmer mit einer Twin Otter des British Antarctic Survey in die 550 km entfernte Shackleton Range geflogen. Der Transfer-Flug der Hubschrauber erfolgte am ersten Tag mit gutem Wetter über die Theron Mountains ins Basecamp, das im nördlichen Zentrum des Gebirges östlich der Herbert Mountains auf einer 1200 m hohen Schnee-Ebene eingerichtet war. Hier war schon in der Vorsaison durch die BAS-Twin Otter ein Depot mit Ausrüstung und Treibstoff eingerichtet worden. Die Geländearbeiten begannen am 20.12. mit den ersten lokalen Hubschrauber-Erkundungsflügen. Nach einer Schlechtwetterperiode über Weihnachten wurden dann die ersten drei Field Camps für jeweils 2-4 Leute eingerichtet. In wechselnder Zusammensetzung und an wechselnden Positionen wurden diese Zeltcamps praktisch für die gesamte Saison als lokale Basen für die Geländearbeiten genutzt. Schwerpunkte der Arbeiten waren die Read Mountains als Südrand der Range, die Haskard Mountains im Westen (niedriger als der Rest des Gebirges und daher wettermäßig wärmer), die Herbert Mountains in der Nähe des Basislagers und das Pioneers Escarpment im Osten. Insgesamt gab es kaum einen Berg oder Nunatak, der nicht wenigstens kurz befahren und beprobt wurde.

Die beiden Expeditionshubschrauber waren im Basecamp stationiert und unterstützten die Geländearbeiten nach Bedarf und Wetterlage. Das Wetter war insgesamt erträglich, wenn auch längst nicht so gut wie bei der letzten Expedition GEISHA. Wir hatten es oft mit großen Wolkenfeldern zu tun, die manchmal tagelang über dem Gebirge lagen, vor allem im Umfeld des zentralen Fuchseisdoms. Und dann war da der Nebel, der bei Schönwetterlagen vom Filchner-schelfeis die großen Gletscher heraufzog. Dafür blieben wir von großen Stürmen ganz verschont. Der Januar war wettermäßig sehr instabil, der Februar insgesamt besser, dafür aber schon recht kalt (Minimum von -30 °C in den Read



Mountains). Wenn die insgesamt sehr schlechten Funkbedingungen es zuließen, konnten wir eine Wetterberatung vom Meteorologen der Polarstern erhalten. Das erleichterte insbesondere die Planung der Hubschrauberflüge. Die Twin Otter kam in unregelmäßigen, aber insgesamt etwa wöchentlichen Abständen von Halley, um weiteren Treibstoff und Lebensmittel zu bringen, weitere Depots einzurichten, Luftbildflüge durchzuführen und auf dem Rückflug jeweils Proben, leere Fässer und Müll nach Halley zurückzubringen.

Am 14.02. beflogen POLAR 2 und POLAR 4 die Shackleton Range im Rahmen eines Aeromagnetik Programms, das von Halley aus durchgeführt wurde. Die Shackleton Range ist das einzige Areal mit anstehenden Gesteinen in diesem Meßgebiet, so daß hier eine Bodenkontrolle von magnetischen Anomalien möglich ist. Damit beschäftigte sich besonders der russische Teilnehmer der Expedition. Neben der Shackleton Range selbst wurden auch die beiden benachbarten Berggruppen, die Whichaway Nunataks im Süden und die Theron Mountains im Norden, jeweils für einen Tag befahren. Der Flug zu den letzteren am 10. Februar bildete den Auftakt zur Rückführung des gesamten Camps nach Halley. Die Hubschrauber flogen nämlich nach der Unterstützung der dortigen Geländearbeiten gleich von den Theron's aus weiter. Am 15.2. brachte die Twin Otter die letzten Teilnehmer aus der Shackleton Range zurück nach Halley.

Nachdem das britische Schiff "Bransfield" am 20.03. mit der Hälfte der Expeditionsteilnehmer an Bord Halley verlassen hatte, gelang es der zurückbleibenden Gruppe noch, die geplante geologische Exkursion zu den Littlewood Nunataks bei der argentinischen Station Belgrano durchzuführen. Diese Exkursion, vor allem wegen der amerikanischen SWEAT Hypothese von Bedeutung, war schon von der Shackleton Range aus geplant, konnte aber wegen schlechten Wetters damals nicht ausgeführt werden. Am 01.03. wurde der Rest der EUROSHACK Gruppe mit den beiden Hubschraubern und dem Container mit Ausrüstung und Proben von der Polarstern an Bord genommen. Es war gerade noch eine einzige, aber ausreichend große Platte mit Meereis am Schelfrand vorhanden, um die Beladung ohne Probleme durchzuführen. Nach weiteren wissenschaftlichen Stationen des Fahrtabschnitts ANT XII/3 im südöstlichen Weddellmeer, im Drescher Inlet und bei Neumayer, erreichte die Polarstern am 19.03.95 Punta Arenas. Damit gingen vier Monate Expeditionszeit, davon zwei in der Shackleton Range selbst, zu Ende.

### 7.3 Feldergebnisse

#### Ozeanboden

Das wichtigste Ergebnis der Vorgängerexpedition GEISHA war der Nachweis von südgerichtetem Deckenbau von "Ross"-Alter auf ein im Süden gelegenes präkambrisches Basement. Jetzt wurde schwerpunktmäßig im Norden versucht, das Gebiet näher zu analysieren, wo die Decken in etwa hergekommen sein müssen. Erste Erfolge zeigten sich bereits bald, da ganz in der Nähe unseres Basis-camps in den Herbert Mountains grössere Bereiche mit Ultrabasiten, nach allen Indikationen alter Ozeanboden, gefunden wurden. Natürlich müssen Alter sowie petrographischer und geochemischer Charakter noch durch spätere Analytik in den Labors abgesichert werden, aber diese Feldbefunde sind schon recht

ermutigend.

#### Ross-Decken-Tektonik

Die durch GEISHA 1987/88 gefundenen Decken im paläozoischen Ross Orogen der Shackleton Range (Roland et al., 1988; Buggisch et al., 1990; Kleinschmidt, 1989; Kleinschmidt & Braun, 1991; Kleinschmidt et al., 1993; Buggisch et al., 1994a) konnten durch weitere Aufschlüsse von Überschiebungspunkten bestätigt werden und die zeitliche Einordnung der Tektonik an der Grenze Kambrium/Ordovizium durch neue Fossilfunde verbessert werden. Radiometrische und paläontologische Daten passen hervorragend zueinander.

#### Fossilfunde (Mt. Wegener Decke; Blaiklock Group)

In den Read Mountains im Süden der Shackleton Range wurden in schwach metamorphen Serien Blöcke von unterkambrischen Archäocyathiden Kalken gefunden. Sie untermauern das Ross-Alter der Tektonik in diesem Gebiet (Buggisch et al., 1990) und sind der erste Fund dieser, im Transantarktischen Gebirge weit verbreiteten, Fossilgruppe in der Shackleton Range. In den älteren Sedimentserien des Südrands (Clarkson, 1983; Paech et al., 1991; Weber, 1991) wurden weitere Proben auf Mikrofossilien gesammelt.

Im Norden der Shackleton Range gibt es zwei Sedimentserien, die auf die Ross-Metamorphose bezogen sicher postorogen sind. Die eine von ihnen ist durch Trilobiten als Mittelkambrium einzustufen und hat keinen direkten Kontakt zum unterlagernden Basement. Die andere, die das Basement in mehreren Aufschlüssen mit Basiskonglomeraten diskordant überlagert, war dagegen mangels Fossilien nicht stratigraphisch einzustufen (Clarkson & Wyeth, 1983; Paech et al., 1991; Buggisch et al., 1994b). Frühere Einstufungen streuen zwischen Kambrium, Ordovizium und Perm). Hier haben wir jetzt eine Fauna aus Weichkörper-Fossilien und Arthropoden (keine Trilobiten) gefunden.

#### Krustale und suprakrustale "Melange"

Der Norden der Shackleton Range ist gekennzeichnet durch einen bunten Wechsel suprakrustaler Metamorphite (Marmore, Quarzite, Amphibolite, Glimmerschiefer) mit Gesteinen tieferer Krusteneinheiten (Gneise, Migmatite) (Grigurov & Dibner, 1979; Clarkson, 1981; Marsh, 1983a, 1983b, 1984; Hofmann & Paech, 1983; Paech, 1985; Braun, 1995; Roland et al., 1995) Die bisherigen Altersbestimmungen streuen zwischen 2500 Ma und 500 Ma (Pankhurst et al., 1983). Durch die gemeinsame Bearbeitung dieser Serie durch Petrographen, Geochemiker, Geochronologen und Strukturgeologen hoffen wir auf eine Entwirrung dieser "Melange". Die Geländebefunde deuten auf eine Verfaltung eines alten Basements mit den überlagernden suprakrustalen Sedimenten und gleichzeitiger metamorpher Überprägung. Vorausgesetzt diese Überprägung hat ein Ross-Alter, so würde das Ross Orogen der Shackleton Range auf beiden Seiten von älterem Basement begrenzt und im Unterschied zum Transantarktischen Gebirge keinen aktiven Kontinentalrand markieren, sondern intrakontinental entstanden sein. Diese Befunde sind natürlich gerade hinsichtlich der SWEAT-Hypothese von Bedeutung.

#### Strukturgeologie

Neben den Arbeiten im Süden der Shackleton Range zum ross-orogenetischen

Deckenbau und dessen orthogonaler tektonischer Transportrichtung auf den antarktischen Kraton (Read-Kristallin), ergaben auch die strukturgeologischen Arbeiten im Norden interessante neue Ergebnisse. Auf der Basis der Vorarbeiten (Hofmann & Paech, 1983; Marsh, 1984; Braun et al. 1988; Kleinschmidt & Braun, 1991; Kleinschmidt et al., 1993; Kleinschmidt & Buggisch, 1994; Braun, 1995) konnten sehr gezielt strukturgeologische Detailuntersuchungen angesetzt werden. Von den Haskard Highlands über die La Grange Nunataks, die Nordhälfte des Fuchsdoms, die Herbert Mountains bis zum Pioneer Escarpment wird die Tektonik von intensiver Kompression mit Mehrfach-Faltung und komplizierter Überschiebungstektonik (Schuppenbau) beherrscht. Dies ließ sich u.a. mit Hilfe von Überschiebungszonen mit unterschiedlichen Mylonittypen sowie durch die Überlagerung relativ schwach metamorpher durch relativ stark metamorphe (und vielleicht auch ältere) Komplexe an zahlreichen Lokalitäten belegen. Die kinematische Analyse und ein kinematisch-dynamisches Modell muß jedoch auf der Basis der zahlreichen Gefügemessungen und mit Hilfe einer großen Menge orientierter Proben noch erstellt werden.

Die Spätphase des letzten orogenetischen Ereignisses ist in der gesamten Shackleton Range durch gravitativen Orogen-Kollaps /Extension (mit etwa vertikaler Paläo-Hauptnormalspannung) gekennzeichnet. Indikatoren dafür sind vor allem Mylonitzonen mit abschiebendem Charakter und abschiebende Knickbänder, beide im Grenzbereich von duktiler zu spröder Deformation entwickelt.

#### Junge Blocktektonik

Eine der wichtigsten Aufgaben der Expedition war es, Anhaltspunkte für Blocktektonik im Zusammenhang mit der Öffnung des Weddellmeeres zwischen Afrika und Antarktis zu finden. Obwohl die Störungen zwischen den Blöcken in der Regel unter dem Eis der großen Gletscher verborgen sind, können doch Aussagen über die relativen Bewegungen gemacht werden, wenn die Basis der permokarbonen terrestrischen Beacon Sedimente als Referenzfläche benutzt wird. Beacon Sedimente sind sowohl im Block nördlich (Theron Mountains) als auch südlich (Whichaway Nunataks) der Shackleton Range erhalten, und beide Gebiete wurden auch während der Expedition befahren. In der Shackleton Range selbst waren Beacon Ablagerungen bisher nicht bekannt. Dafür gibt es überall in der Gebirgskette sehr ausgeprägte diskordante flache Erosionsflächen, die bisher als glazial entstanden gedeutet wurden (Höfle & Buggisch, 1995). Wir haben nun ganz im Osten der Range glaziale Diamiktite gefunden, die wohl der permokarbonen Vereisung und damit den basalen Beacon Schichten zuzurechnen sind. Damit könnten die Erosionsflächen auch die exhumierte permische Landoberfläche darstellen. Die domförmige Anordnung der Flächen spiegelt einen beulenförmigen Uplift wider, der für eine Tektonik nach der Intrusion der jurassischen Ferrar-Vulkanite (Clarkson, 1981; Hotten, 1995; Spaeth et al., 1995) spricht, da diese Sills in den beiden benachbarten Blöcken mit verstellt sind. Eine tertiär/quartäre glazigene Überarbeitung der Flächen kann trotzdem erfolgt sein.

#### SWEAT-Hypothese

Für diese von nordamerikanischen Geologen (Dalziel, 1991) entwickelte Hypothese stellen die Shackleton Range und die an der Flanke des Filchner-Schelfeises gelegenen Littlewood Nunataks die wichtigsten Passpunkte dar. Die Shackleton Range soll demnach einem im Norden von Texas gelegenen älteren Schild ent-

sprechen, die Littlewood Nunataks dem von Ost-Canada nach Texas verlaufenden Grenvillian Fold Belt mit Altern um 1000 Ma. Am Ende unserer Kampagne haben wir deshalb von Halley aus noch die Littlewood Nunataks (bei der argentinischen Station Belgrano) befahren. Die "Grenvillian" Gesteine sind undeformierte Quarzporphyre und Granitporphyre. Es wurde ausreichend Probenmaterial für die weitere Bearbeitung genommen.

7.4 Kombinierte Aeromagnetik-Eisradar Flugzeugmessungen  
MAGRAD 94/95  
(A.Eckstaller, H.-J. Berns, H. Heller, L. Hempel, T. Janik,  
O. Krüger, M. Scherdel, C. Seidel, T. Wede, P. Wachs)

7.4.1 Geophysikalische Flugzeugmessungen zwischen Coats Land,  
Shackleton Range und westlichem Dronning Maud Land  
Abschnitt ANT XII/2 (A. Eckstaller)

#### Einführung und Zielsetzung

Eine möglichst umfassende Kenntnis der strukturellen geologischen Einheiten und deren charakteristischen Besonderheiten im Bereich des südlichen Weddellmeeres, insbesondere der angrenzenden Orogene, ist eine der wesentlichen Voraussetzungen, um die erdgeschichtliche Entwicklung der Antarktis zu rekonstruieren. Besonders für die Fragen nach der Bildung und dem Zerfall von Gondwana ist insbesondere ein möglichst umfassendes Wissen über die Geologie des Westrandes des ostantarktischen Kratons von entscheidender Bedeutung. Bei diesen Grundfragen kommt vor allem dem Gebiet der Shackleton Range eine zentrale Bedeutung zu. Die Shackleton Range wird allgemein als ehemaliges Herzstück des Gondwana-Kontinents angesehen. Durch die ausgeprägte OW-Streichrichtung der geologischen Einheiten unterscheidet sie sich deutlich von den südlich anschließenden Gebirgen, die einen generellen NS-Trend der geologischen Streichrichtungen aufweisen. Diese Sonderstellung wird auch durch aeromagnetische Messungen bestätigt (Abb. 63), die ebenfalls diesen Trend widerspiegeln. Für die Entstehungsgeschichte dieses Orogens gibt es verschiedene, kontrovers diskutierte Erklärungsversuche. Eine der meist diskutierten Thesen ist, daß die Shackleton Range als Verlängerung des Ross Orogens anzusehen ist. Dieser gegenüber steht seit einigen Jahren vor allem die Vorstellung, daß das Gebiet der Shackleton Range im Rahmen der SWEAT-Hypothese (South West US/East Antarctic Theory) die südliche Begrenzung der Grenville Front darstelle, die sich in Nordamerika fortsetzen lassen soll.

Um einer Klärung dieser zentralen Fragen näher zu kommen, müßte die Geologie des Umlandes um die Shackleton Range bekannt sein. Die mächtige Eisüberdeckung dieser Gebiete verhindert aber eine direkte geologische Kartierung.

Mit der Aeromagnetik können jedoch strukturelle geologisch-tektonische Einheiten indirekt kartiert werden. In der Shackleton Range selbst und dem nördlich daran anschließenden Teil wurden zwar schon aeromagnetische Messungen durchgeführt (Abb. 64), jedoch war deren Profil- und Meßpunkt-

stand sehr groß und damit die Auflösung relativ gering (Johnson et al., 1992). Vor allem gab es bisher keine Messungen in dem nordöstlich anschließenden Gebiet zwischen der Shackleton Range und der Heimefrontfjella im westlichen Dronning Maud Land. Aufgabe dieser Meßkampagne war es deshalb, diese Lücke zu schließen, um die auf den bisherigen Messungen basierende Isoanomalienkarte weiter zu ergänzen. Insbesondere interessierte dabei die Frage, ob sich der markante Unterschied zwischen den langgestreckten homogenen Anomalien über der Shackleton Range und den vielen kleinräumigen, pronouncierten Anomalien nördlich davon nach Osten hin fortsetzt. In der Shackleton Range selbst sollte im Zusammenhang mit der geologisch orientierten EUROSHACK Expedition eine nochmalige, jedoch detailliertere Befliegung durchgeführt werden. Parallel zur Aeromagnetik sollten auch EMR-Messungen durchgeführt werden, da die beiden Meßsysteme sich gegenseitig nicht stören. Obwohl die Priorität bei diesem Abschnitt bei der Aeromagnetik lag, sollte auf diese für die Glaziologie so wichtigen Informationen nicht verzichtet werden.

#### Meßtechnische Ausrüstung

Im folgenden sollen nur kurz die wesentlichen Sensor-Komponenten für Aero-Magnetik und EMR-Messungen aufgelistet werden, die an POLAR 2 installiert waren. Auf weitere für die Messungen noch relevante Meßgeräte soll hier nicht näher eingegangen werden (z.B. für Höhenmessung, für Messung von Roll- und Neigungswinkel, Ruderstellungen, Batterie und Generatorströme etc.).

#### Aeromagnetik

Eingesetzt wurde ein GEOMETRICS G833 Magnetometer-System mit 3 optischen Helium-Absorptionszellen-Magnetometern, mit je einem Sensor am Ende der linken, bzw. rechten Tragfläche und einem an der Spitze des "nose boom". Dieses System ist das Kernstück der ganzen Meßkonfiguration. Ergänzend dazu ist im Heck der POLAR 2 ein integrierter 3-Komponenten Flux-gate-sensor installiert. Die kontinuierlich anfallenden Signale wurden mit 20 Hz abgetastet. Bei einer typischen Meßflug-Geschwindigkeit von ca. 130 mph entspricht dies einer horizontalen Auflösung von ca. 3 - 4 Metern.

Um die erdmagnetischen Tagesvariationen aus den Daten zu eliminieren, wurde nahe der Landebahn an Halley ein Protonen-Magnetometer mit einer Abtastrate von 10 s betrieben.

#### EMR-Messungen

Sende- und Empfangsantennen der EMR-Anlage sind short-backfire Gruppenantennen, die unter dem linken, bzw. rechten Flügel angebracht sind. Die Puls-Sendeleistung beträgt 24 kW. Abgestrahlt werden 150 MHz Bursts von wahlweise 60 oder 600 ns Dauer. Die Abtastrate des Empfangssignals, das sich aus 200 gestapelten Einzelschüssen zusammensetzt, betrug ebenfalls 20 Hz.

#### Flugrouten-Planung

Ausgangspunkt für die Befliegung des vorgesehenen Meßgebietes war die britische Station Halley 5 (75° 35.5' S, 26° 24.0' W) auf dem Brunt-Schelfeis. Die besondere Lage der Station etwas außerhalb des nordwestlichen Eckpunktes des zu befliegenden Gebietes und dessen nahezu quadranten-ähnlicher Geometrie

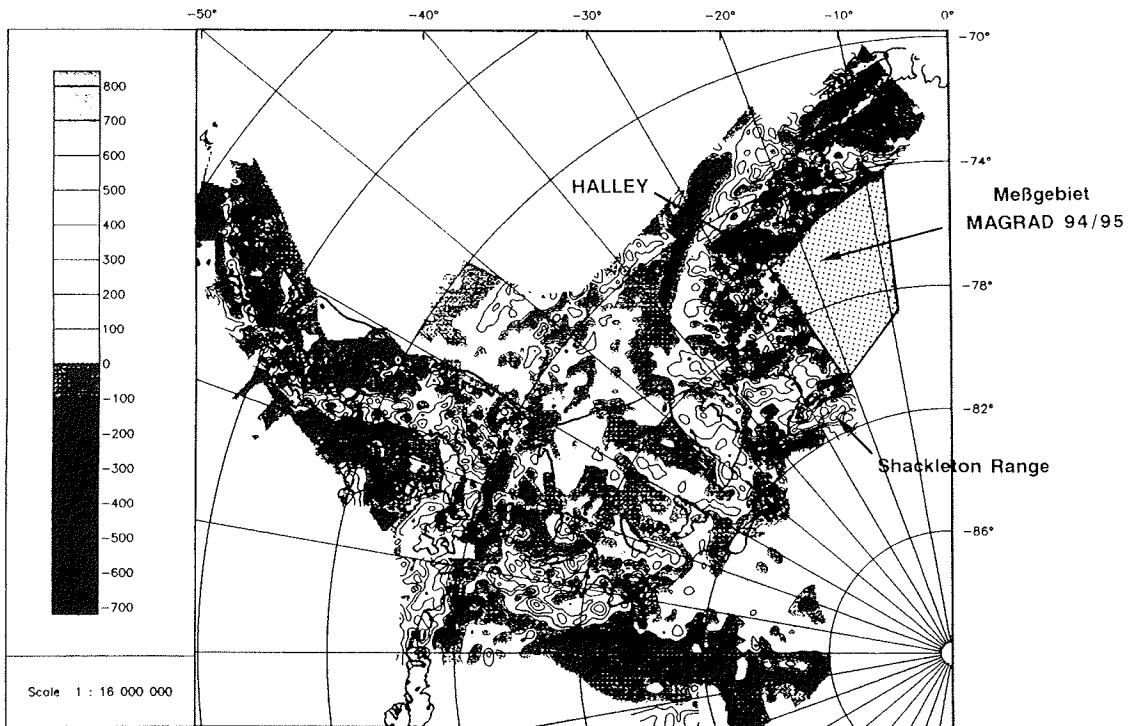


Abb. 63: Aeromagnetik-Anomalien-Karte der West-Antarktis und den angrenzenden Teilen des Ostantarktischen Kratons, basierend auf allen bisherigen aeromagnetischen Messungen (Kartengrundlage aus Johnson et al., 1992, etwas modifiziert). Gepunktet eingetragen ist das Meßgebiet der Kampagne MAGRAD-94/95.

Fig. 63: Aeromagnetic anomaly map of West Antarctica and adjoining parts of the East Antarctic craton, computed from all previous aeromagnetic measurements (map after Johnson et al., 1992, slightly modified). Hatched sector shows the area where aeromagnetic measurements were made during the MAGRAD-94/95 campaign.

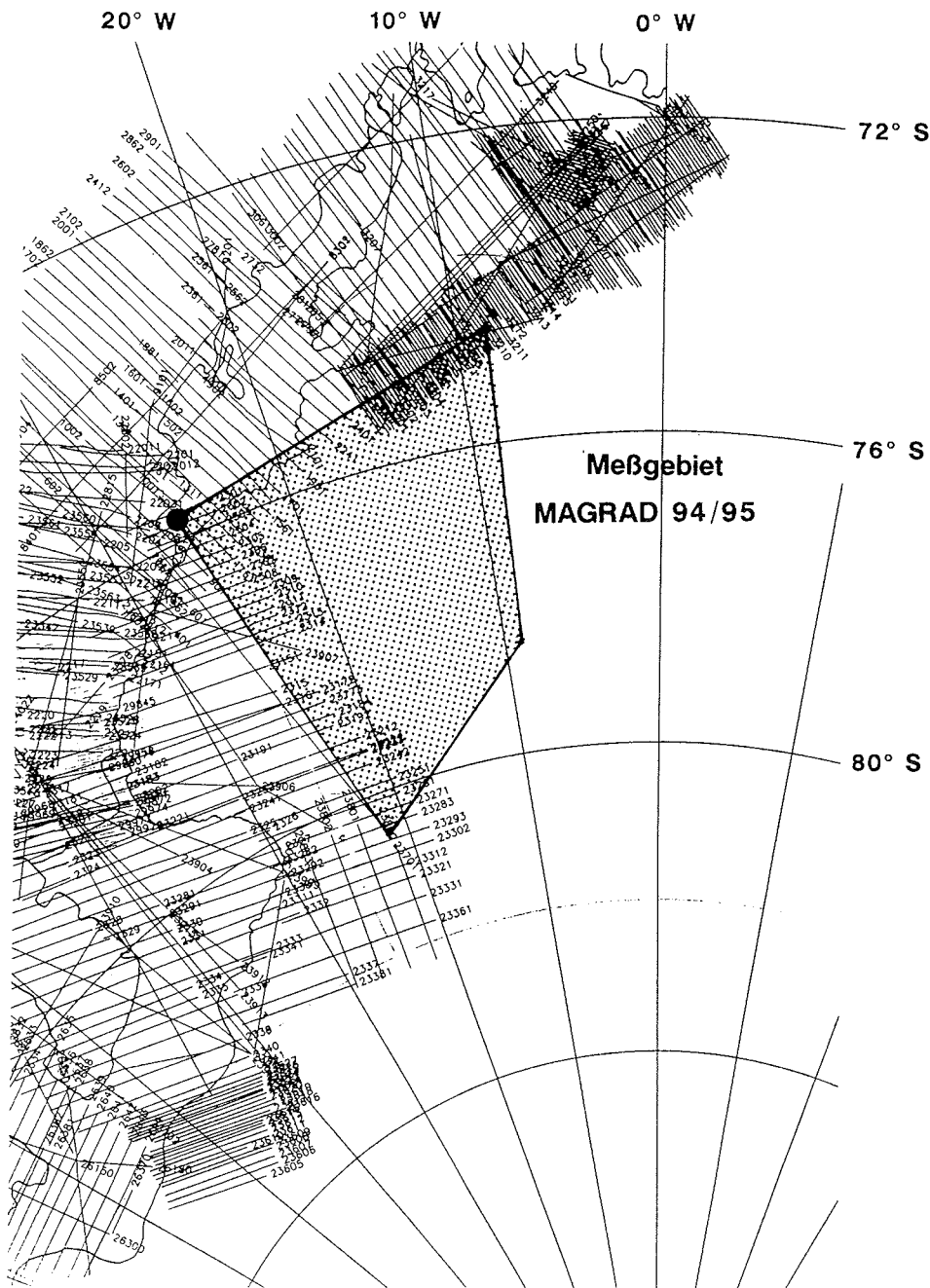


Abb. 64: Einbindung des neu bearbeiteten Gebietes in das Muster der bisher gemessenen Profile

Fig. 64: Integration of the new measured area into already flown profiles.

erforderten jedoch eine spezielle Planung der Flugrouten. Es mußte ein Kompromiß gefunden werden zwischen maximaler Reichweite, Überdeckung des Meßgebietes und zugleich gleichbleibendem Profilabstand. Die angestrebte Reichweite der Profile sollte nicht unter 300 Meilen liegen. Der minimale Profilabstand sollte nicht unter 20 km liegen (was auch dem Profilabstand früherer russischer Meßflüge entspricht). Um dieses Ziel mit der verfügbaren Menge an Treibstoff zu erreichen, wurde folgendermaßen verfahren:

Das Haupt-Meßgebiet wurde durch eine Diagonale in zwei annähernd gleich große Segmente eingeteilt (Abb. 65). Von dieser Diagonalen aus wurden dann jeweils parallele Profile im Abstand von 20 km abgeflogen (von zwei Ausnahmen abgesehen). Im ersten, südwestlich gelegenen Teilgebiet wurde von Halley aus annähernd mit Kurs SSO geflogen, im zweiten, nordöstlicheren Teilgebiet betrug der Kurs annähernd ONO. Die Profile in den beiden Abschnitten sind damit annähernd vertikal zueinander und gehen immer von der trennenden Diagonale aus. Damit können die Meßwerte der jeweiligen Flüge immer an den Meßwerten längs dieser Diagonale eingehängt werden, auf denen zudem öfters hin und zurück geflogen wurde. Dieses Vorgehen ersparte damit einige der sonst notwendigen Verbindungsflüge um die Profile untereinander zu verbinden und damit auch eine nicht unbeträchtliche Menge an Treibstoff. Es war daher möglich, in jedem Teilgebiet mit nur einer "tie-line" quer zur Mitte der jeweiligen Profile auszukommen. Um die Diagonale nicht unnötig oft abzufliegen, wurden einige Hin- und Rückflüge bis zu 40 km dazu parallel versetzt geflogen. Auch dies ergibt, neben einer guten räumlichen Überdeckung in diesem Bereich, eine hinreichend gute Anbindung, bzw. Kontrolle der Meßwerte an den jeweiligen Schnittpunkten.

Eine wesentliche Einschränkung gegenüber sonst üblicher Praxis lag darin, daß nur eine einzige Topographie-bedingte Änderung der Flughöhe pro Profil zugelassen wurde (mehr wäre in den meisten Fällen auch gar nicht notwendig gewesen). Dadurch konnte ebenfalls weiterer Treibstoff eingespart werden. Aus dem gleichen Grund wurde auch beim Profilwechsel an den Endpunkten auf einen höhenkonstanten Endanschluß der Hin- und Rückflugprofile untereinander verzichtet. Diese Einschränkungen bedeuten jedoch keinen Nachteil für die Qualität der gewonnenen Daten.

Die Flughöhen lagen geländebedingt meist bei 7000 ft bzw. 9000 ft mit nur einzelnen Flugabschnitten in 8000 ft oder 10000 ft Höhe.

Die aeromagnetischen Messungen im Bereich der Shackleton Range selbst sollten eine möglichst detaillierte und hochauflösende Erfassung auch kleinräumiger Anomalien ermöglichen. Dazu wurden Profile in Nord-Süd Richtung geflogen, also senkrecht zum generellen Ost-West gerichteten Trend der geologischen Strukturen. Der Profilabstand betrug 5 km. Diese Befliegung sollte die Arbeiten der parallel verlaufenden EUROSHACK-Expedition ergänzen und in deren Interpretation ihrer Ergebnisse einbezogen werden. Die Profillinien wurden deshalb in Zusammenarbeit mit M. B. Sergejev festgelegt (Abb. 66).

#### Zeitlicher Ablauf der Meßkampagne

Die beiden Flugzeuge erreichten die Station Halley bereits am 8.12.94. Bis zum



Eintreffen von FS Polarstern am 15.12.94 wurden während dieser Zeit neben Vorbereitungs- und Wartungsarbeiten u.a. auch Erkundungsflüge (Filchner-Station und Belgrano II) im Hinblick auf den zweiten Teil der Meßkampagne durchgeführt. Mit FS Polarstern trafen auch die noch fehlenden Teilnehmer des Teams an Halley ein. Das Entladen des Schiffes ging sehr zügig vonstatten, so daß am 15.12. abends alle Teilnehmer und auch schon ein Teil des Materials an der Station waren. Bereits am nächsten Tag konnte damit begonnen werden, die beiden Container auszustauen. Ebenso konnten gleich die ersten Vorbereitungen

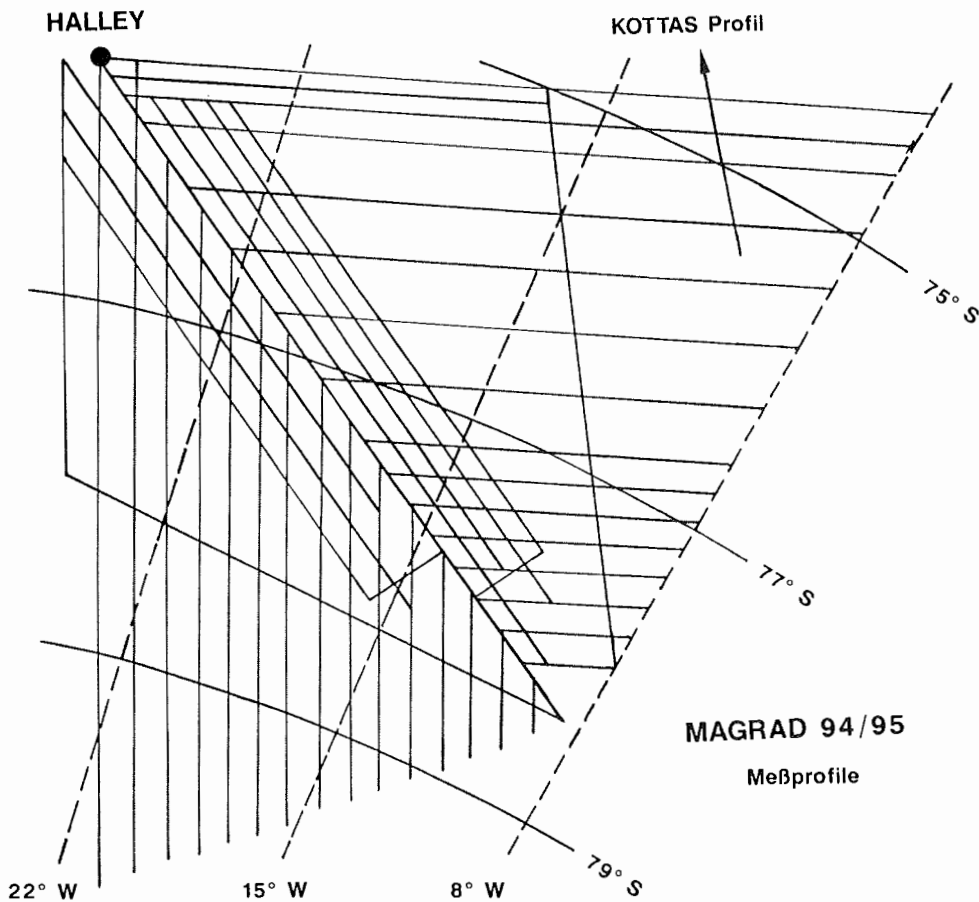


Abb. 65: Der Profilplan während MAGRAD-94/95 an Halley.  
 Fig. 65: The flight pattern during MAGRAD-94/95 at Halley.

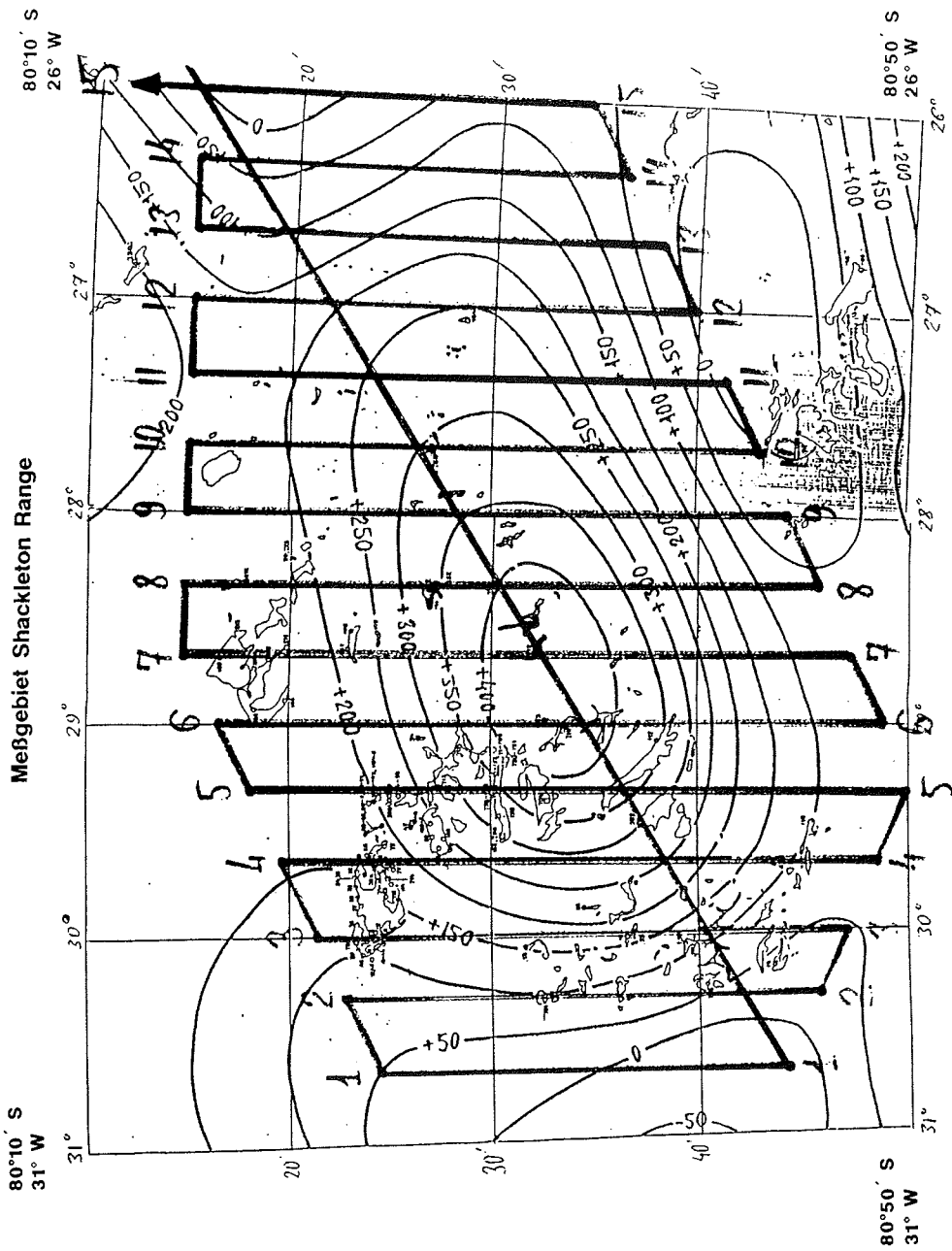


Abb. 66: Skizze der Meßprofile während der Shackleton Range Befliegung (nach M.B. Sergejev).

Fig. 66: Sketchmap of the flight pattern in the Shackleton Range (after M.B. Sergejev).

zur Aufrüstung der POLAR 2 mit der Meßausrüstung etc. getroffen werden. Der Einbau der Meßgeräte, der Anbau und Anschluß der Sensoren und Antennen erfolgte ebenfalls sehr zügig. So konnte bereits am 18.12. mit den ersten Bodenversuchen zur statischen Horizontal-Kompensation von Störfeldern im Bereich der Sensoren begonnen werden. Dabei traten zwar noch einige technische Probleme auf, die jedoch relativ schnell behoben werden konnten. Der erste Flug zur Ermittlung der Vertikal-Kompensation der Störfelder in Sensor-Umgebung konnte am 22.12. durchgeführt werden. Aufgrund teilweise starker Tagesvariationen des Erdmagnetfeldes, einiger weiterer kleinerer technischer Schwierigkeiten und wegen nicht immer günstigem Wetter verzögerte sich der Abschluß der Kompensation etwas. So mußte mit dem Beginn der Meßflüge bis zum 30.12. gewartet werden. Einen Überblick über die einzelnen Meßflüge sowie deren jeweilige Dauer gibt die Tabelle 20.

Tab. 20: Zeitliche Abfolge der Meßflüge an Halley während MAGRAD-94/95.

Tab. 20: Time schedule of the measuring flights during MAGRAD-94/95 at Halley.

**MAGRAD 94/95 -- HALLEY**

**(zeitlicher Ablauf)**

Flug Nr.	Datum	Startzeit	Dauer	Bemerkungen
1	22.12.94	14:55	4:40	1. statische Kompensation
2	23.12.94	14:25	4:15	2. statische Kompensation
3	26.12.94	11:00	3:30	3. statische Kompensation
4		18:15	1:35	4. statische Kompensation
5	30.12.94	11:35	5:15	1. Meßflug
6		18:20	4:50	2. Meßflug
7	01.01.95	17:00	4:35	3. Meßflug
8	02.01.95	10:00	4:45	4. Meßflug
9		15:35	4:40	5. Meßflug
10	03.01.95	11:05	5:20	6. Meßflug
11		16:55	5:45	7. Meßflug
12	04.01.95	10:30	5:20	8. Meßflug
13	05.01.95	10:20	4:45	9. Meßflug
14	06.01.95	10:25	5:15	10. Meßflug
15		16:20	4:15	11. Meßflug
16	07.01.95	10:15	4:30	12. Meßflug
17		15:35	1:45	dynamische Kompensation
18	13.01.95	11:55	4:15	13. Meßflug
19	14.01.95	11:15	5:15	14. Meßflug /Shackleton
		17:30	3:00	
20	16.01.95	10:25	4:25	15. Meßflug
21		15:30	5:55	16. Meßflug
		<b>gesamt</b>	<b>97:50</b>	

Es gab zwar eine Reihe von Tagen mit schlechtem Wetter, bei dem nicht geflogen werden konnte, vor allem Tage mit "white-out" Sichtbedingungen. Diese Ausfalltage konnten jedoch zu einem großen Teil dadurch aufgefangen werden, daß 2 Flugzeugbesatzungen zur Verfügung standen. Dadurch konnten bei günstigem Wetter meist 2 Meßflüge pro Tag durchgeführt werden.

Die Messungen in der Shackleton Range konnten innerhalb eines Tages durchgeführt werden (14.01.95). Hierfür mußte zusätzlich mit der POLAR 4 der notwendige Treibstoff für die POLAR 2 zu einem geeigneten Außenlandeplatz im nordwestlichen Teil der Shackleton Range geflogen werden. Für die gesamte Befliegung dieses Gebietes reichte ein einziger Meßflug.

Leider gelang es nicht völlig, den gesamten vorgesehenen Routenplan abzufliegen. Dies lag weniger in der bis zur Ankunft von FS Polarstern noch zur Verfügung stehenden Zeit, sondern vielmehr darin, daß das für die Meßkampagne zur Verfügung stehende Kontingent an Flugstunden bei weitem schon erschöpft war. Weitere Meßflüge hätten die für den zweiten Abschnitt an Filchner vorgesehenen Aktivitäten benachteiligt. So wurden einige der letzten Flüge im nordöstlichen Teil des Meßgebietes mit einem Profilabstand von 40 km geflogen. Dadurch sollte es jedoch immer noch möglich sein, einen evtl. großräumigen Trend der Anomalien zu erfassen. Die nicht mehr geflogenen Profile können jedoch evtl. bei den vorgesehenen nächsten aeromagnetischen Messungen nachträglich abgeflogen werden.

Die Meßkampagne an Halley endete am 19.01.95 mit der Rückladung der Container auf FS Polarstern und anschließendem Auslaufen des Schiffes in Richtung Filchner.

#### Datenauswertung

Die Auswertung der Aeromagnetik-Daten bis hin zur fertigen Karte erfordert ein umfangreiches Processing. Dazu müssen die Daten zuerst dynamisch korrigiert werden, d.h. es sind induzierte Störfelder je nach Flugmanöver zu beseitigen. Anschließend erfolgen eine Reduktion der Daten auf 1 Hz Abtastrate, eine Korrektur bezgl. der Tagesvariationen des Erdmagnetfeldes und eine Höhenfortsetzung der so korrigierten Daten auf ein für alle Profile gemeinsames Bezugsniveau. Erst nachdem diese Bearbeitungsschritte durchgeführt sind, kann nach einer weiteren Datenreduktion auf 0.2 Hz Abtastrate mit der Erstellung der Anomalien-Karte begonnen werden.

Da die dynamische Kompensation erst gegen Ende der Kampagne geflogen wurde, konnte das Gesamt-Processing an Halley nicht ausgeführt werden. Die Auswertung der Daten erfolgt mit dem Softwarepaket TERRATOOLS für die Aeromagnetik und FOCUS für die EMR-Daten. Beide Auswerteprogramme waren auf einer SUN-Workstation installiert, die an Halley im Funkraum aufgebaut war. Um TERRATOOLS jedoch optimal nutzen zu können, ist es unbedingt erforderlich, einige weitere Verbesserungen anzubringen. Mit der FOCUS-Software gab es keine Probleme.

Die Gesamtauswertung der Aeromagnetik-Daten beansprucht einen Zeitraum von ca. 5 Monaten. Die Daten der Shackleton-Befliegung werden davon ausge-

nommen und extra behandelt. Die EMR-Eisdickenmessungen können mit LANDMARK weitergehend analysiert werden. Die Kenntnis der Eismächtigkeiten ist auch vor allem deshalb so wichtig, da sie wesentliche Beiträge zur Abschätzung der Tiefenlage der magnetischen Störkörper liefert.

#### Flug über die Heimefrontfjella

Während des letzten Meßfluges, der in die Heimefrontfjella führte, wurde noch ein kleines Zusatzprogramm durchgeführt. Dabei wurde das refraktionsseismische Profil der Kottas-Traverse 1990 abgeflogen, einmal für die Aeromagnetik auf konstantem Flugniveau und für die EMR-Messungen im Kontur-Flug. Diese zusätzlichen Daten sind eine wertvolle Ergänzung und Hilfe für die weitere Auswertung und Interpretation der seismischen Modellrechnungen. Insbesondere die Eisdickenmessungen längs dieses Profiles (Abb. 67) erlauben damit eine exakte Berechnung der Bouguer-Schwereanomalien. Ohne die Kenntnis der Eisdicke wären die Gravimetrie-Daten der Kottas-Traverse nur relativ unsicher zu interpretieren gewesen.

#### Anmerkungen zur Logistik

Ein entscheidender Vorteil war die Verwendung von 2 Tank-Containern für den benötigten Treibstoff. Beide Container wurden von FS Polarstern mit je 15.000 Liter Kerosin betankt. Andernfalls hätten Fässer eingesetzt werden müssen, was eine wesentlich längere und mühseligere Betankung der POLAR 2 bedeutet hätte. Durch die an den Tank-Containern angebrachten elektrischen Pumpen konnte das Flugzeug mittels Druckbetankung in sehr kurzer Zeit wieder aufgetankt werden. Dies ermöglichte es, daß nach Beendigung des ersten Meßfluges des Tages innerhalb sehr kurzer Zeit der zweite Meßflug angetreten werden konnte.

Auch der Stützpunkt Halley erwies sich nicht nur aufgrund der vorhandenen ausgezeichneten logistischen Infrastruktur als ideale Basis für dieses Unternehmen. So wurde u.a. von Halley aus die Flugüberwachung durchgeführt und die aktuellen meteorologischen Daten zur Verfügung gestellt. Desweiteren wurde von Halley aus auch vorübergehend Treibstoff überlassen, als z.B. die Tankcontainer noch nicht an der Station waren. Nicht zuletzt auch durch die stete Hilfs- und Kooperationsbereitschaft der Stationsbesatzung in vielerlei Hinsicht wäre das Meßprogramm so nicht zu bewältigen gewesen.

75.50° S  
10.20° W

### KOTTAS-Traverse -- Radar-Eisdickenmessung

74.35° S  
13.50° W

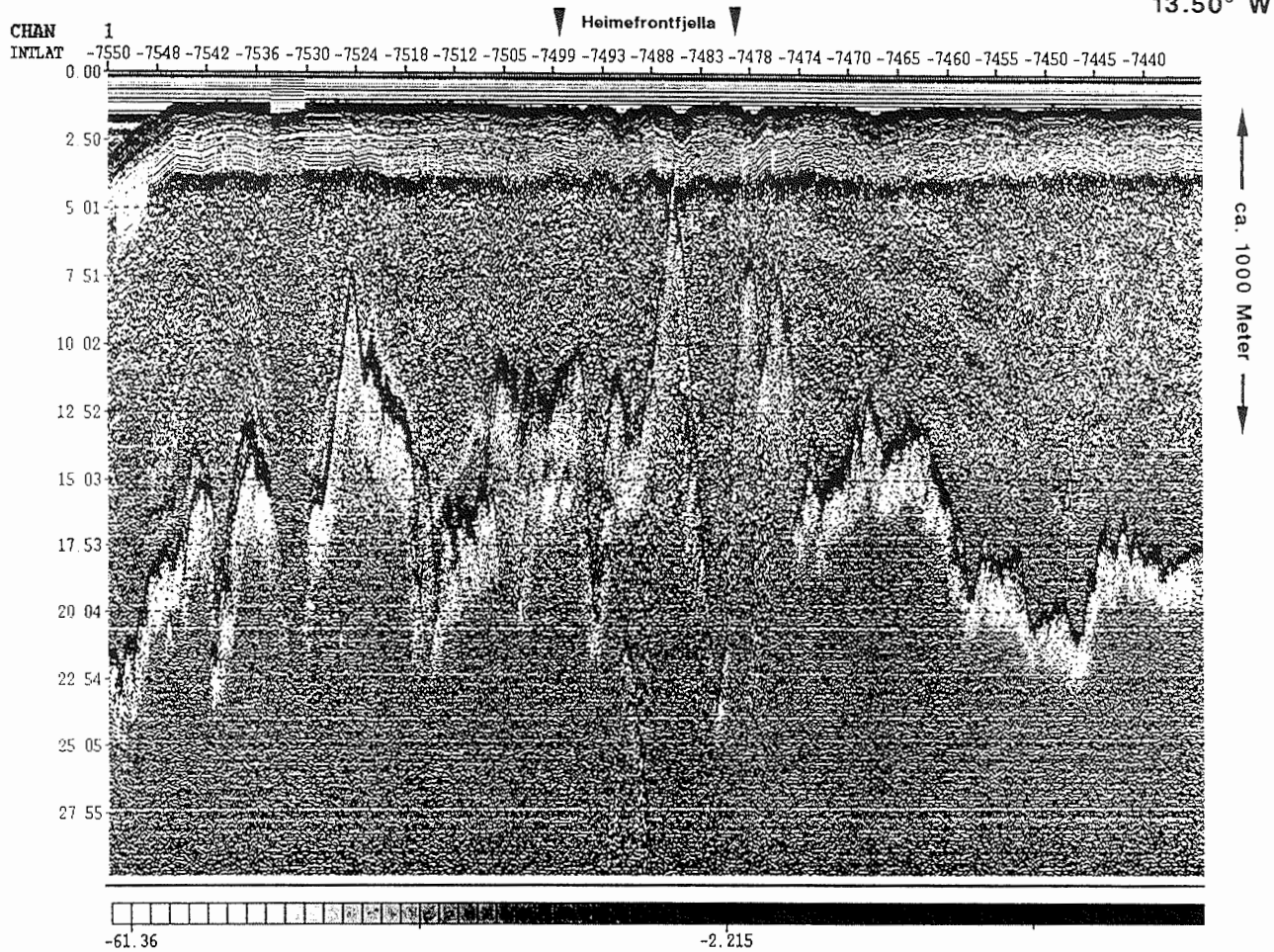


Abb. 67: Radar-Eisdickenmessung längs des Refraktions-Seismik Profils im Rahmen der KOTTAS-Traverse von 1989/90.  
Fig. 67: Radar ice thickness-measurements along the seismic refraction profile of the KOTTAS traverse in 1989/90.

### Gravimeter-Anschlußmessungen bei Boreas und Passat (C. Mayer, B. Riedel, A. Karsten)

Am 16.01.1995 wurde zwischen 17:00 und 17:20 Uhr UTC auf dem Gravimeterpunkt zwischen den Nunatakkern Boreas und Passat Anschlußmessungen mit zwei LaCoste-Romberg-Gravimetern vom Typ G durchgeführt (Abb. 68). Auf der mit Geröll übersäten Gesteinsplatte konnte auf einem darin hineinragenden Schneefeld ohne Probleme gelandet werden. Die exakte Lokation für die Schweremessung befand sich dabei auf einer flachen Platte etwa einen halben Meter südöstlich der Vermarkung. Die Position wurde aus einer C/A-Code-Lösung über 20 Minuten Beobachtungszeit mit einem Handheld-GPS-Empfänger abgeleitet. Für den Vermarkungspunkt auf der Felsplatte nordöstlich von Boreas wurden die Koordinaten  $71^{\circ}17' 45,7''$  S und  $03^{\circ}56' 31,8''$  im WGS '84 ermittelt. Der vorläufige Absolut-Schwerewert beträgt  $982630,76$  mgal. Aufgrund der extremen Spaltensituation sollte der Felsbereich nicht verlassen werden. Außerdem ist bei zukünftigen Besuchen darauf zu achten, den spärlichen Flechtenbewuchs auf den Felsen nicht zu beeinträchtigen.

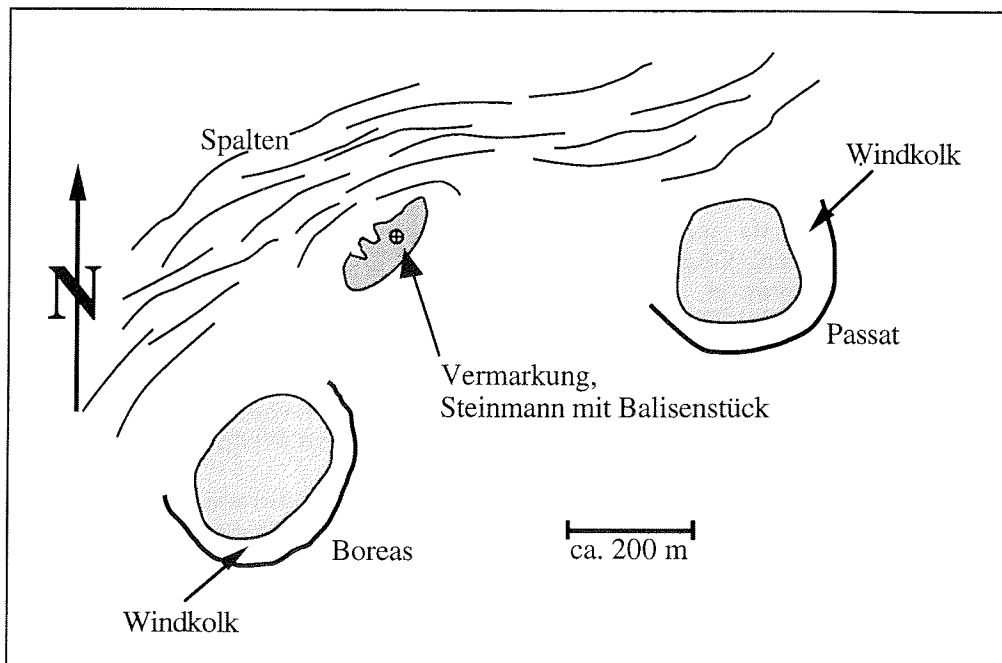


Abb. 68: Lageskizze des Absolut-Schwerpunktes zwischen Boreas und Passat.  
Fig. 68: Location map of the gravity point between Boreas and Passat.

## Literaturverzeichnis

- Braun, H.-M., Kleinschmidt, G. & Spaeth, G. (1988): Strukturgeologie der Shackleton Range. *Reports of Polar Research*, **58**: 208-217.
- Braun, H.-M. (1995): Structural investigations in Proterozoic to Lower Palaeozoic rocks in the Read Mountains and Haskard Highlands of the Shackleton Range, Antarctica. *Polarforschung*, **63** (2/3): 63 - 99, 1993 (erschienen 1995)
- Buggisch, W., Kleinschmidt, G., Kreuzer, H. & Krumm, S. (1990): Stratigraphy, metamorphism and nappe-tectonics in the Shackleton Range (Antarctica). *Geodätische und geophysikalische Veröffentlichungen, Reihe 1*, **15**: 64-86.
- Buggisch, W., Kleinschmidt, G., Kreuzer, H. & Krumm, S. (1994a): Metamorphic and structural evolution of the southern Shackleton Range during the Ross Orogeny. *Polarforschung*, **63** (1): 33-56, 1993 (erschienen 1994)
- Buggisch, W., Kleinschmidt, G., Höndorf, A. & Pohl, J. (1994b): Stratigraphy and facies of sediments and low-grade metasediments in the Shackleton Range, Antarctica. *Polarforschung*, **63** (1): 9-32, 1993 (erschienen 1994)
- Clarkson, P.D. (1981): Geology of the Shackleton Range: IV. The Dolerite Dykes. *Brit. Antarc. Surv. Bull.* **53**: 201-212.
- Clarkson, P.D. (1982): Geology of the Shackleton Range: I. The Shackleton Range Metamorphic Complex. *Brit. Antarc. Surv. Bull.* **51**: 257-283.
- Clarkson, P.D. (1983): Geology of the Shackleton Range: II. The Turnpike Bluff Group. *Brit. Antarc. Surv. Bull.* **52**: 109-124.
- Clarkson, P.D. & Wyeth, R.B. (1983): Geology of the Shackleton Range: III. The Blaiklock Glacier Group. *Brit. Antarc. Surv. Bull.* **52**: 233-244.
- Dalziel, I. (1991): Pacific margin of Laurentia and East-Antarctica-Australia as a conjugate rift pair: Evidence and implications of an Eocambrian supercontinent. *Geology* **19**: 598-601.
- Drücker, C., Oerter, H., Stadler, W. (1994): Bohrtechnik und Bohrverlauf. in: H. Miller (Hrsgb.) Die Expedition ANTARKTIS-X mit FS "Polarstern" 1992. Bericht von den Fahrtabschnitten ANT-X/1a und 2. *Ber. z. Polarforschung* **152**: 175-177.
- Fahrbach, E., Peterson, R.G., Rohardt, G., Schlosser P. & Bayer, R. (1994): Suppression of bottom water formation in the southeastern Weddell Sea. *Deep-Sea Research I*, **41**: 389-411.
- Grikurov, G.E. & Diebner, A.F. (1979): Vozrast i strukturnoe polozenie tolsk zapadnoj casti chrebt Sheklton (Antarktida). *Antarktida* **18**: 20-31.
- Grosfeld K., Blindow, N. & Thyssen, F. (1992): Bottom melting on the Fichner-Ronne Ice Shelf, Antarctica, using different measuring techniques. *Polarforschung* **62** (2/3): 71-76.
- Hammer, C.U. (1980): Acidity of polar ice cores in relation to absolute dating, past volcanism, and radioechoes. *J.Glaciology* **25**: 359-372.
- Hinze, H., Hagen, R.A., Monk, J., Niederjasper, F., Schenke, H.W., Schöne, T. 1993. Ein bathymetrisches Kartenwerk als Grundlage für Wissenschaft und Nautik in der Antarktis. Dokumentation der Beiträge zum 8. Hydrogr. Symp. d. Dt. Hydrogr. Ges., Graal-Müritz: 125-133.
- Höfle, H.C. & Buggisch, W. (1995): Glacial geology and petrography of erratics in the Shackleton Range in Antarctica.- *Polarforschung*, **63** (2/3): 183-201, 1993 (erschienen 1995)
- Hofmann, J. Kaiser, G., Klemm, W. & Paech, H.-J. (1980): K/Ar-Alter von Doleriten und Metamorphiten der Shackleton Range und Whichaway-



- Nunataks, Ost- und Südostumrandung des Filchner-Eischelfs (Antarktis). *Z. geol. Wiss.* **8**: 1227-1232.
- Hofmann, J. & Paech, H.-J. (1983): Tectonics and relationships between structural stages in the Precambrian of the Shackleton Range, eastern margin of the East Antarctic Craton. in: Oliver, R.L., James, & Jago, J.H. (eds.): *Antarctic Earth Sciences*: 183-189.
- Hoppe, H. und Thyssen, F. (1988): Ice thickness and bedrock elevation in western Neuschwabenland and Berkner Island, Antarctica. *Annals of Glaciology* **11**, 42-45.
- Hotten, R. (1995): Paleomagnetic studies on mafic dykes of the Shackleton Range, Antarctica, and their geotectonic relevance. *Polarforschung*, **63** (2/3): 123-151, 1993 (erschienen 1995).
- Hübscher, C. (1994): Krustenstrukturen und Verlauf des Kontinentalrandes im Weddell-Meer/Antarktis. *Berichte zur Polarforschung*, **147**, Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven, 233 pp.
- Johnson, A. C., Aleshkova, N. D., Barker, P. F., Golynsky, A. V., Masolov, V. N. and Smith, A. M. (1992): A Preliminary Aeromagnetic Anomaly Compilation Map for the Weddell Province of Antarctica; in: *Recent Progress in Antarctic Earth Science*, ed. Yoshio Yoshida, Katsutada Kaminuma and Kazuyuki Shiraishi, Terra Scientific Publishing Company, Tokyo
- Kleinschmidt, G. (1989): Die Shackleton Range im Innern der Antarktis - Ein Schlüsselgebiet zur Entwicklung Gondwanas; *Die Geowissenschaften*, **7**. Jg. (1): 10-14.
- Kleinschmidt, G. & Braun, H.-M. (1991): Gondwana's Pacific margin during the Early Paleozoic: The Ross Orogen and its structure in the Shackleton Range and North Victoria Land (Antarctica). *Gondwana Seven Proceedings*: 19-32.
- Kleinschmidt, G. Buggisch, W. & Flöttmann, T. (1993): Compressional causes for the early Paleozoic Ross orogen - evidence from Victoria Land and the Shackleton Range. in: *Recent Progress in Antarctic Earth Science*: 227-233.
- Kleinschmidt, G. & Buggisch, W. (1994): Plate tectonic implications of the structure of the Shackleton Range, Antarctica. *Polarforschung*, **63** (1): 57-62, 1993 (erschienen 1994).
- Kuvaas, B. & Kristoffersen, Y. (1991): The Crary Fan: a trough-mouth fan on the Weddell Sea continental margin, Antarctica. *Marine Geology*, **97**: 345-362.
- Lange, H. (1984a): Geodätische Messungen im Rahmen des Filchner-Schelfeis-Projektes 1983/84 und auf dem Ekströmschelfeis. in: H. Kohnen (Hrsg.) *Ber. zur Polarforschung 19/1984, Fahrtabschnitt ANT II/4*
- Lange, H. (1984b, unveröffentlicht): Filchner Project 1984, Doppler Satellite Measurements at BELGRANO II, Obs.Period: 16.1. bis 18. Feb 1984,
- Marsh, P.D. (1983a): The Late Precambrian and Early Palaeozoic history of the Shackleton Range, Coats Land.- in: Oliver, R.L., James, & Jago, J.H. (eds.): *Antarctic Earth Sciences*: 190-193.
- Marsh, P.D. (1983b): The stratigraphy and structure of the Haskard Highlands and Otter Highlands of the Shackleton Range.- *Brit. Antarc. Serv. Bull.* **60**: 23-43.
- Marsh, P.D. (1984): The stratigraphy and structure of the Lagrange Nunatak, northern Fuchs Dome and Herbert Mountains of the Shackleton Range. *Brit. Antarc. Serv. Bull.* **63**: 19-40.
- Minikin, A. und Kipfstuhl, S. (1992): Preliminary results of the in situ core processing of the new 320 m ice core from the central Filchner-Ronne Ice

- Shelf: ECM, AC conductivity and density. *Filchner Ronne Ice Shelf Programme (FRISP) Report 6*: 54-60.
- Moore, J.C. & Paren, J.G. (1987): A new technique for dielectric logging of Antarctic ice cores. *Journal de Physique* **48**, C1: 155-160.
- Nicholls K.W., Makinson, K. & Robinson, A.V. (1991): Ocean circulation beneath the Ronne ice shelf. *Nature*, **354**, 221-223.
- Nixdorf U., H. Oerter & H. Miller (1994): First access to the ocean beneath Ekströmisen, Antarctica, by means of hot water drilling. *Annals Glaciology*, **20**, 110-114.
- Nixdorf, U., H. Mandler, Ch. Wege & A. Ziffer (1994): Heißwasserbohrung. In: H. Miller (ed.), *Die Expedition ANTARKTIS X mit FS 'Polarstern' 1992*. Ber. Polarforsch, **152**, 191-195.
- Oerter, H., Kipfstuhl, J., Determann, J., Miller, H., Wagenbach, D., Minikin, A., Graf, W. (1992): Evidence for basal marine ice in the Filchner-Ronne ice shelf. *Nature* **358**, 399-401
- Paech, H.J. (1985): Tectonic structures of the crystalline basement in the Shackleton Range, Antarctica. *Z. geol. Wiss.* **13**: 309-319.
- Paech, H.J., Hahne, K. & Maass, I. (1991): Sedimentological and tectonical results on sedimentary rocks outcropping at the southern flank of the Shackleton Range, Antarctica. *Z. geol. Wiss.* **19**: 159-167.
- Pankhurst, R.J., Marsh, P.D. & Clarkson, P.D. (1983): A geochronical investigation of the Shackleton Range. in: Oliver, R.L., James, & Jago, J.H. (eds.): *Antarctic Earth Sciences*: 176-182.
- Roland, N.W., Kleinschmidt, G. & Buggisch, W. (1988): Geological expedition to the Shackleton Range GEISHA 1987/88, Nappe structures and a meteorite find. *BGR Circular 7*: 3-20.
- Roland, N.W., Olesch, M. & Schubert, W. (1995): Petrogenesis of the Metasediments from the Pioneer Escarpment, Shackleton Range, Antarctica. *Polarforschung*, **63** (2/3): 165-182, 1993 (erschienen 1995).
- Schenke, H.W. (1993). Fächersonarmessungen für geowissenschaftliche Untersuchungen. *ZfV* **118**: 171-187
- Schubert, W. & Olesch, M. (1994): Cordierite in the Shackleton Range: First recorded occurrence. *Polarforschung*, **63** (2/3): 153-164 (erschienen 1995).
- Spaeth, G., Hotten, R., Peters, M. & Techmer, K. (1995): Mafic dykes in the Shackleton Range, Antarctica. *Polarforschung*, **63** (2/3): 101-122, 1993 (erschienen 1995).
- Stephenson, P.J. (1966): Geology.1. Theron Mountains, Shackleton Range and Whichaway Nunataks (with a section on palaeomagnetism of the dolerite intrusion by D.J. Blundell). *Sci. Rep. Transantarct. Exped.* **8**: 1-79.
- Storey, B. C., R. J. Pankhurst & A. C. Johnson (1994): The Grenville Province within Antarctica: a test of the SWEAT hypothesis, *Journal of the Geological Society*, London, vol. 151, pp. 1-4
- Tessensohn, F. & Thomson, M.R.A. (1990): European geological initiative for the Shackleton Range.- *Antarctic Sci.* **2** (3): 265-266
- Topographische Karte des Meeresbodens und des Eisuntergrundes 1:2 000 000 Filchner-Ronne-Schelfeis/Weddell Sea, Antarktis. IfAG (1994).
- Völksen, C. (1993): Persönliche Mitteilung.
- Völksen, C. (1994): GPS-Beobachtungen auf der argentinischen Station Belgrano II. in: H. Miller (Hrsg.) *Ber. zur Polarforschung* **152/1994**, Die Expedition ANTARKTIS-X mit FS "Polarstern" 1992.

- Wagenbach, D., Graf, W., Minikin, A., Trefzer, U., Kipfstuhl, J., Oerter, H., Blindow, N. (1994): Reconnaissance of chemical and isotopic firn properties on top of Berkner Island, Antarctica. Proc. VISAG Cambridge 1993, *Annals of Glaciology* **20**; 307-312.
- Weber, B. (1991): Microfossils in Proterozoic sediments from the southern Shackleton Range, Antarctica: a preliminary report. *Z. geol. Wiss.* **19**: 185-197.

Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte
34/001	06.01.	12:00	36°35,3'	16°00,5' E	4624	210°	10,4	XBT zu Wasser
34/002		13:52	36°50,5'	15°46,8' E	4720	204°	10,8	XBT z. W.
34/003		15:52	37°06,3'	15°32,4' E	4796	206°	10,2	XBT z. W.
34/004		18:03	37°23,9'	15°17,7' E	4876	215°	11,4	XBT
34/005		19:55	37°39,7'	15°04,5' E	4918	223°	10,9	XBT
34/006		21:55	37°56,8'	14°48,0' E	4922	229°	11,3	XBT
34/007		23:57	38°15,4'	14°31,3' E	4147	219°	12,5	XBT
34/008	07.01.	01:56	38°33,2'	14°15,1' E	3905	216°	11,8	XBT
34/009		03:48	38°49,8'	13°59,9' E	3862	217°	11,3	XBT
34/010		05:58	39°08,1'	13°43,3' E	1616	215°	11,1	XBT
34/011		07:59	39°25,8'	13°27,8' E	2550	213°	11,2	XBT
34/012		09:57	39°42,0'	13°12,4' E	4251	213	11,6	XBT
34/013		11:59	39°59,8'	12°56,0' E	4852	214°	11,4	XBT
34/014		13:03	40°05,6'	12°50,5' E	4896	262°	Stop	CTD z. W. 13:34 a. T. (2363 m), 13:44 hieven
		14:40	40°04,6'	12°50,8' E	4872	258°	Stop	a. W., a. D.
34/015		15:57	40°12,6'	12°48,2' E	4858	205°	10,2	XBT
34/016		17:58	40°27,3'	12°41,0' E	4717	209°	8,0	XBT
34/017		19:57	40°41,3'	12°33,6' E	4549	208°	7,6	XBT
34/018		21:56	40°56,7'	12°26,3' E	4513	201°	9,2	XBT
34/019		23:57	41°13,5'	12°18,5' E	4518	195°	10,6	XBT
34/020	08.01.	01:56	41°31,4'	12°10,5' E	4581	203°	10,7	XBT mißlungen
34/020		03:00	41°37,8'	12°07,6' E	3391	206°	9,7	XBT
34/021		03:55	41°49,1'	12°02,2' E	2550	206°	9,9	XBT
34/022		05:57	42°07,1'	11°54,3' E	3387	206°	10,0	XBT
34/023		07:57	42°24,9'	11°45,4' E	3850	205°	9,9	XBT
34/024		09:57	42°42,7'	11°36,2' E	4831	200°	10,2	XBT
34/025		11:56	43°01,2'	11°26,8' E	4625	198°	11,1	XBT
34/026		13:53	43°20,2'	11°18,7' E	4609	201°	11,2	XBT
34/027		16:00	43°40,6'	11°08,7' E	4460	203°	11,3	XBT
34/028		18:00	44°00,6'	10°59,6' E	4244	208°	11,6	XBT
34/029		20:00	44°19,8'	10°49,5' E	4981	205°	10,5	XBT
34/030		22:00	04°38,8'	10°40,1' E	4785	204°	10,9	XBT
34/031	09.01.	00:00	44°57,0'	10°31,0' E	4731	204°	10,3	XBT
34/032		02:00	45°15,0'	10°22,0' E	5052	200°	10,6	XBT
34/033		03:58	45°33,6'	10°12,9' E	4797	200°	11,6	XBT
34/040		05:58	45°52,5'	10°03,5' E	4555	205°	10,1	XBT
34/041		07:53	46°10,2'	09°54,5' E	4822	208°	10,6	XBT
34/042		09:59	46°29,2'	09°44,3' E	4790	207°	10,6	XBT
34/043		11:57	46°47,8'	09°35,5' E	4675	210°	11,3	XBT
34/044		14:02	47°07,2'	09°24,8' E	3373	206°	10,8	XBT
34/045		16:01	47°25,1'	09°15,6' E	3889	204°	10,5	XBT
34/046		18:01	47°43,6'	09°06,1' E	4046	204°	11,4	XBT
34/047		20:01	48°02,3'	08°56,3' E	3440	205°	11,5	XBT
34/048		21:59	48°20,5'	08°46,5' E	3791	204°	9,1	XBT
34/049		23:59	48°39,4'	08°37,2' E	3693	204°	8,0	XBT
34/050	10.01.	02:01	48°57,9'	08°26,4' E	4070	210°	10,0	XBT
34/051		03:59	49°15,8'	08°16,9' E	4218	206°	9,8	XBT
34/052		06:03	49°34,3'	08°06,7' E	4407	204°	10,1	XBT
34/053		08:02	49°53,1'	07°56,6' E	4428	202°	11,3	XBT
34/054		10:03	50°12,9'	07°47,6' E		202°	11,1	XBT

Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte
34/055	10.01.	12:00	50°31,0'	07°36,0' E	4360	203°	11,2	XBT
34/056		14:00	50°50,8'	07°24,5' E	3498	208°	10,2	XBT
34/057		16:00	51°09,5'	07°14,2' E	3579	209°	10,6	XBT
34/058		18:00	51°27,1'	07°03,4' E	3626	203°	10,0	XBT
34/059		20:11	51°48,7'	06°52,1' E	3918	202°	7,9	XBT
34/060		22:05	52°06,8'	06°43,8' E	3933	203°	11,6	XBT
34/061	11.01.	00:02	52°25,1'	06°32,9' E	3835	208°	10,2	XBT
34/062		01:56	52°42,4'	06°21,7' E	3440	209°	11,1	XBT
34/063		03:56	53°00,9'	06°10,2' E	3091	203°	10,3	XBT
34/064		05:56	53°20,4'	05°59,9' E	2284	209°	11,3	XBT
34/065		07:50	53°37,8'	05°48,8' E	2373	201°	11,4	XBT
34/066		10:01	53°52,5'	05°40,2' E	1922	205°	10,4	XBT
34/067		11:57	54°10,3'	05°29,6' E	1983	205°	10,3	XBT
34/068		13:52	54°26,2'	05°19,0' E	3757	203°	9,8	XBT
34/069		16:01	54°44,3'	05°08,1' E	3678	200°	9,4	XBT
34/070		18:02	55°01,6'	04°58,0' E	3878	203°	10,6	XBT
34/071		19:55	55°17,9'	04°47,9' E	3038	202°	10,5	XBT
34/072		21:56	55°36,4'	04°36,2' E	3416	204°	11,6	XBT
34/073		23:54	55°55,5'	04°24,3' E	3243	203°	11,4	XBT
34/074	12.01.	01:58	56°15,0'	04°11,7' E	3067	201°	11,3	XBT
34/075		03:56	56°34,5'	03°59,3' E	4321	203°	11,2	XBT
34/076		05:56	56°55,3'	03°47,0' E	3511	202°	11,1	XBT
34/077		07:56	57°15,4'	03°32,0' E	4210	203°	10,6	XBT
34/078		09:56	57°33,8'	03°21,8' E	4152	205°	11,3	XBT
34/079		11:55	57°53,1'	03°09,0' E	4183	203°	10,8	XBT
34/080		13:52	58°12,9'	02°55,0' E	4631	203°	11,2	XBT
34/081		15:59	58°32,8'	02°41,3' E	4667	204°	10,9	XBT
34/082		18:00	58°52,0'	02°28,7' E	4305	205°	10,5	XBT
34/083		19:57	59°10,1'	02°15,5' E	5085	204°	10,5	XBT
34/084		22:00	59°30,3'	02°02,5' E	4977	203°	11,5	XBT
34/085		23:58	59°49,8'	01°48,7' E	5226	207°	10,7	XBT
34/086	13.01.	01:47	60°07,7'	01°35,5' E	5194	202°	11,3	XBT
34/087		03:55	60°28,9'	01°20,6' E	5233	202°	11,1	XBT
34/088		06:00	60°50,0'	01°05,0' E	5210	202°	11,2	XBT
34/089		08:04	61°11,1'	00°49,4' E	5176	205°	11,0	XBT
34/090		10:00	61°30,9'	00°35,2' E	5354	200°	11,2	XBT
34/091		12:08	61°51,8'	00°20,8' E	5381	199°	11,1	XBT
34/092		14:07	62°11,8'	00°06,2' E	5341	145°	11,7	XBT
34/093		15:53	62°28,9'	00°08,2' W	5320	201°	11,5	XBT
34/094		18:00	62°50,1'	00°25,4' W	5278	199°	11,9	XBT
34/095		19:56	63°12,0'	00°41,6' W	5242	199°	12,3	XBT
34/096		21:52	63°33,8'	00°58,7' W	5210	200°	12,8	XBT
34/097	14.01.	00:00	63°57,6'	01°17,6' W	5161	201°	12,2	XBT
34/098		01:59	64°19,8'	01°35,5' W	5125	200°	12,0	XBT
34/099		04:05	64°43,5'	01°55,1' W	5083	199°	12,4	XBT
34/100		06:05	65°05,9'	02°13,4' W	4968	203°	12,4	XBT
34/101		08:11	65°29,8'	02°34,1' W	4928	200°	12,3	XBT
34/102		09:55	65°48,1'	02°49,9' W	4772	200°	11,8	XBT
34/103		12:07	66°07,7'	03°23,2' W	4657	230°	11,7	XBT
34/104		14:05	66°22,2'	04°05,1' W	4678	229°	11,8	XBT
34/105		16:00	66°36,5'	04°46,1' W	4719	231°	11,8	XBT

Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte
34/106	14.01.	18:02	66°55,7'	05°17,5' W	4775	196°	12,4	XBT
34/105		20:06	67°18,7'	05°32,9' W	4776	199°	12,4	XBT
34/106		22:03	67°41,8'	05°48,7' W	4726	195°	12,0	XBT
34/105		23:56	68°02,5'	06°03,8' W	4697	204°	11,8	XBT
34/106	15.01.	01:55	68°24,0'	06°18,6' W	4056	195°	11,8	XBT
34/107	18.01.	12:40	72°47,4'	19°37,4' W	1117	257°	Stop	CTD z. W.; 13:04 a.T. (1134 m)
		13:46	72°47,2'	19°32,6' W	1224	251°	Stop	CTD a. W.
34/108	24.01.	12:52	76°55,6'	49°36,4' W	261		0,5	V-Aufnahme "R1" 1. Anker z. W. Anker a. Gr. 1000 m ausgesteckt hieven Anker aus d. Grund 2. Haken a. W. Anker a. W.
		13:25	76°55,8'	49°33,0' W	262			Anker z. W. Anker a. Gr.
		13:41	76°55,8'	49°34,7' W	262			1000 m ausgesteckt hieven
		13:45						
		14:04	76°55,8'	49°34,8' W	262			Anker aus d. Grund
		14:09						2. Haken a. W.
		14:38	76°55,8'	49°36,0' W	258			Anker a. W.
		14:50	76°55,0'	49°35,6' W	262			Anker z. W.
		15:00						1. Haken z. W.
		15:37	76°56,0'	49°34,6' W	259			Anker a. Gr.
		16:44	76°56,0'	49°34,0' W	259			
		17:25	76°56,0'	49°35,0' W	259			Draht a. W.
		18:10	76°56,0'	49°35,0' W	261			Anker a. W.
		18:16	76°56,0'	49°35,0' W	261			alles a. D., Abbruch
34/109	24.01.	19:56	77°02,4'	48°52,9' W	252			Hydrophon z. W. Verank. "U1"
		20:03						Ausgelöst
		20:40						2. Hydroph. z. W.
		21:15	77°02,2'	48°52,1' W	252			Suche abgebroch.
		21:24	77°01,9'	48°54,6' W	251			Hydroph. z. W. U2
		21:29						ausgelöst
		21:32						aufgeschwommen
		21:48						Benthos angepickt, a. D.
34/110		21:51	77°01,9'	48°54,2' W	251			Auslöser a. D. ULS fehlt
34/111		22:14	77°00,9'	48°52,1' W	250			Hydroph. z. W. U 3
		22:19						ausgelöst
	25.01.	00:15	77°00,3'	48°49,8' W	252			Div. Ortungsvers. a. verschied. Pos. erfolglos abgebroch
34/112		09:08	77°08,4'	45°00,0' W	335			CTD z. W. 09:14 a. T. (329 m)
		09:45	77°08,5'	45°00,2' W	334			CTD a. W.; a. D.
34/113		12:28	77°08,5'	46°20,1' W	247	095°	Stop	CTD z. W.; 12:37 a.
		13:00	77°08,7'	46°20,1' W	248	093°	Stop	T. (244m); CTD a. D.
34/114		16:11	77°03,4'	47°46,8' W	250	131°	Stop	CTD z. W. 16:25 a. T. (261 m) hieven
		16:47	77°03,3'	47°49,8' W		345°	Stop	CTD a. D.

Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte
34/115	25.01.	18:30	76°59,5'	48°49,2' W	260	011°	Stop	CTD z. W. 18:40 a. T. (273 m); 18:41 hieven
		19:06	76°59,5'	49°03,3' W	257	341°	Stop	CTD a. D.
34/116		19:43	76°59,9'	48°58,5' W	259	010°	Stop	Verankerung FR 3 Releaser u. Anker z. W.
		19:50	76°59,9'	48°58,9' W	258	345°	Stop	4 rote Bentos z. W.
		20:00	77°00,2'	49°00,1' W	255	347°	Stop	6 rote Bentos z. W.
		20:08				346°	Stop	Hydrophon z. W.
		20:10	77°00,1'	49°01,3' W	254	348°	Stop	geslipt
		20:47	76°59,0'	49°00,3' W	260	002°	Stop	Ankerkreuz geslipt
34/117		22:30	76°45,1'	48°11,5' W	288	134°	2,3	Streamer z. W.
		22:48	76°45,5'	49°09,5' W	289	123°	2,5	Streamer ausgstckt.
		22:52	76°45,6'	49°09,1' W	287	131°	3,5	GI Guns z. W.
		23:03	76°45,9'	49°05,7' W	286	134°	5,0	Kanonen a. D.
		23:07	76°46,0'	49°04,7' W	286	132°	5,0	Kanonen z. W.
	26.01.	07:09	77°01,6'	46°19,1' W	301	134°	2,0	Kanonen a. D.
		07:10	77°01,6'	46°19,0' W	301	134°	2,0	Streamer w. gehievt
		07:28	77°01,9'	46°17,8' W	305	133°	2,0	Streamer ein, alles a. D.
		09:13	77°02,3'	46°11,8' W	302	104°	1,5	Streamerkalibrier. Anfang abgebrochen
		09:48						
34/118		17:00	76°22,2'	47°04,5' W	292	123°	Stop	CTD z. W.
		17:06	76°22,2'	47°04,5' W	292	095°	Stop	CTD a. T. (282 m)
		17:28	76°22,3'	47°05,8' W	285	088°	Stop	CTD a. W., a. D.
34/119		17:38	76°22,2'	47°05,8' W	288	022°	2,5	Streamer z. W.
		18:20	76°20,8'	47°02,9' W	289	022°	3,0	Kanonen z. W.
	27.01.	02:18	75°44,1'	46°11,3' W	323	319°	2,0	Kanonen a. d. W.
		02:37	75°43,5'	46°12,6' W	321	322°	2,0	Streamer a. d. W.
34/120		02:48	75°43,3'	46°13,7' W	325	238°	Stop	CTD z. W. 02:54 a. T. (305 m),
		03:12	75°43,3'	46°13,7' W	325	238°		CTD a. W.; a. D.
34/121		03:22	75°43,1'	46°13,9' W	314	026°	2,5	Streamer z. W.
		03:46	75°42,0'	46°11,3' W	322	044°	2,6	Kanonen z. W.
		12:30	75°13,9'	43°59,5' W	337	044°	2,7	Kanonen a. W.
		12:52	75°13,3'	43°57,5' W	333	044°	2,0	Streamer a. W.
34/122		13:04	75°13,0'	43°57,8' W	332	268°	Stop	CTD z. W. 13:12 a. T. (321 m),
		13:34	75°12,9'	43°58,6' W	332	260°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/123		13:46	75°12,6'	43°59,1' W	334	047°	2,0	Streamer z. W.
		14:24	75°11,6'	43°55,4' W	334	048°	2,4	Kanonen z. W.
		22:44	74°44,8'	41°59,8' W	346	050°	2,5	hieven Streamer
		22:57	74°44,4'	41°58,2' W	350	055°	2,3	Streamer a. d. W.; a. D.
34/124		23:03	74°44,2'	41°57,7' W	353	278°	Stop	CTD z. W.
		23:12	74°44,1'	41°57,3' W	351	237°	Stop	CTD a. T. 343 m; hieven
		23:37	74°44,1'	41°57,2' W	352	239°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/125		23:42	74°44,1'	41°57,9' W	352	336°	3,0	Streamer z. W.
	28.01.	00:07	74°42,9'	41°57,0' W	354	011°	3,0	Kanonen z. W.

Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte
34/125 ff	28.01.	04:40	74°25,1'	41°40,2' W	370	090°	Stop	hieven Streamer
		04:54	74°25,1'	41°40,4' W	370	090°	Stop	Streamer u. Kanonen a.D. (wegen Eis)
		05:38	74°21,7'	41°37,9' W	381	040°	2,0	Streamer z. W.
		06:00	74°20,9'	41°36,8' W	388	033°	2,0	Kanonen z. W., Streamerbeginn
		11:11	74°04,9'	40°49,7' W	520	056°	3,0	Kanonen a. d. Bordwand, hieven Streamer
34/126		11:20	74°04,7'	40°49,1' W	518	052°	2,1	Streamer a. W.
		11:28	74°04,5'	40°48,7' W	516	313°	Stop	CTD z. W.
		11:38	74°04,6'	40°49,0' W	517	313°	Stop	CTD a. T. (506 m)
34/127		12:25	74°05,1'	40°50,1' W	510	313°	Stop	CTD a. D.
		12:30	74°05,0'	40°50,5' W	520	000°	2,5	Streamer z. W.
34/128		12:50	74°04,1'	40°49,4' W	550	035°	4,9	Kanonen z. W.
		17:12	73°49,0'	40°02,7' W	1113	040°	2,0	Hieven Kanonen u. Streamer ein
		17:34	73°48,4'	40°00,4' W	1143	040°	2,0	alles a. D.
34/129		18:38	73°51,9'	40°11,0' W	1133	279°	Stop	CTD z. W.
		18:58	73°52,0'	40°10,6' W	1092	210°	Stop	CTD a. T., hieven CTD
		19:37	73°52,0'	40°09,9' W	1075	200°	Stop	CTD a. D.
34/130		19:45	73°52,0'	40°09,7' W	1087	330°	1,0	Streamer z. W.
		20:09	73°51,3'	40°07,4' W	1062	034°	2,5	Kanonen z. W.
		29.01. 02:00	73°36,1'	40°15,9' W			2,0	Kanonen a. W., Abbruch, Streamer a. W.
34/131		04:00	73°45,0'	39°51,1' W	1305	165°	2,0	Streamer z. W.
		04:20	73°46,1'	39°50,3' W	1328	185°	3,5	Kanonen z. W.
		09:00	73°41,3'	39°49,5' W	1600	270°	2,0	Hieven Array u. Streamer ein
34/132	30.01.	09:24	73°41,5'	39°51,9' W	1441	266°	2,0	alles a. D.
		12:21	73°50,3'	39°02,7' W	1478	044°	Stop	CTD z. W. 12:47 a. T. (1462 m)
34/133		13:21	73°50,5'	39°02,3' W	1506	071°	Stop	CTD a. W.; a. D.
		12:30	74°10,9'	37°46,3' W	877	325°	Stop	CTD z. W. 12:46 a. T. (860 m);
		13:18	74°10,8'	37°45,2' W	877	325°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/134		13:25	74°10,8'	37°45,7' W	885	193°	2,0	Streamer z. W.
		14:02	74°12,3'	37°46,4' W	862	246°	3,3	Kanonen z. W.
		22:21	74°39,1'	38°02,5' W	432	119°	2,5	hieven Streamer
		22:36	74°39,2'	38°01,6' W	431	119°	2,3	Streamer a. W., a. D., 22:40 Kanonen a. D.
34/135		22:55	74°39,4'	38°00,8' W	428	201°	Stop	CTD z. W.
		23:12	74°39,4'	38°01,1' W	431	196°	Stop	CTD a. T.; hieven 417 m
34/135		23:39	74°39,5'	38°01,3' W	429	195°	Stop	CTD a. W.; a. D.
		23:46	74°39,6'	38°00,7' W	427	074°	3,0	Streamer z. W.



Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte
34/135 ff	31.01.	23:59	74°39,1'	37°59,4'	W429	038°	3,0	Streamer ausgesteckt
		00:15	74°38,1'	37°58,4'	W433	040°	5,0	Airgun z. W.
		07:26	74°27,6'	36°27,4'	W1061	050°	2,3	Airgun a. W., hieven Streamer
34/136		07:41	74°27,2'	36°26,2'	W1088	052°	1,9	Streamer ein
		08:02	74°27,1'	36°25,6'	W1082	170°	Stop	CTD a. W.
		08:18	74°26,9'	36°24,8'	W1082	172°	Stop	CTD a. T. (1094) hieven
34/137		08:57	74°26,8'	36°24,5'	W1092	188°		CTD a. W., a. D.
		10:45	74°18,6'	36°21,6'	W1530	218°	Stop	CTD z. W.
		11:11	74°18,5'	36°21,0'	W1520	220°	Stop	CTD a. T. (1506m)
34/138		11:56	74°18,3'	36°20,6'	W1549	219°	Stop	CTD a. W.; a. D.
		14:20	74°11,3'	35°43,7'	W1921	145°	Stop	CTD z. Wss.; 14:44 a. T. (1917 m)
		15:30	74°11,1'	35°42,9'	W1928	123°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/139		19:48	73°52,7'	34°39,6'	W2485	230°	Stop	CTD z. W.
		20:23	73°52,7'	34°39,1'	W2476	238°	Stop	CTD a. T. (2547 m)
		21:08	73°52,8'	34°39,5'	W2483	237°	Stop	CTD a. W., a. D.
		01:39	73°27,4'	33°24,7'	W2927	214°	Stop	CTD z. W.; 02:20 a. T. (2917 m)
34/140	01.02.	03:17	73°27,3'	33°25,2'	W2928	209°	Stop	CTD a. W., a. D.
		08:09	73°00,1'	32°00,6'	W3306	196°	Stop	CTD z. W.; 08:49 a. T. (3288 m); hieven
		09:43	73°00,4'	32°00,1'	W3301	196°	Stop	CTD a. W.; a. D.
		09:56	73°00,5'	32°01,0'	W3298	196°	Stop	CTD z. W. 10:07 gestoppt (252 m); hieven
		10:17						
34/141		10:18	73°00,7'	32°01,0'	W3296	196°	Stop	CTD z. W. 10:56 a. T. (3278); 11:23
		12:35	73°00,8'	32°00,8'	W3294	236°	Stop	hieven; CTD a. W.; a. D.
		09:30	74°05,3'	35°10,9'	W2124	100°	Stop	CTD z. W. 09:57 a. T. (2129 m)
34/142	02.02.	10:44	74°05,3'	35°12,5'	W2122	100°	Stop	CTD a. W.; a. D.
		13:38	74°14,4'	35°58,8'	W1795	100°	Stop	CTD z. W.; 02:01 a. T.; (2815 m)
34/143		14:47	74°14,1'	36°00,1'	W1805	080°	Stop	CTD a. W.; a. D.
		01:50	74°38,1'	34°07,4'	W552		Stop	Hydrophon z. W., Aufnahme
		02:02	74°37,5'	34°08,7'	W536		Stop	Hydrophon z. W., Verankerung SZ, Abbruch
34/144		06:35	75°02,4'	33°29,3'	W570	109°	Stop	CTD z. W.
		06:46	75°02,3'	33°29,5'	W569	109°	Stop	CTD a. T. (558 m)
		07:14	75°02,3'	33°30,1'	W577	109°	Stop	CTD a. D.
34/145	03.02.							Ausbringen
		07:43	75°02,3'	33°31,2'	W574	110°	Stop	Verankerung FR 2 Anker u. Releaser z. W. (ORANGE)
		07:50	75°02,3'	33°31,4'	W574	110°	Stop	1. Strömungsmssr. + 3 Benthos z. W.

Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte	
34/146 ff	03.02.	08:02	75°02,3'	33°31,4'	W575	110°	Stop	2. Strömungsmssr. + 3 Benthos z. W.	
		08:10	75°02,2'	33°32,3'	W574	110°	Stop	3. Strömungsmssr. + 4 Benthos (orange) z. W.	
		08:27	75°02,2'	33°33,3'	W573	110°	Stop	Auslöser z. W. + Strömungs ausgelöst	
		08:35	75°02,2'	33°33,3'	W573	110°	Stop	CTD z. W., 13:21 a. T. (603 m) hieven	
34/147		13:11	75°05,9'	32°23,6'	W612	132°	Stop	CTD a. D.	
		13:46	75°06,1'	32°24,1'	W611	131°	Stop	CTD z. W.	
34/148		16:17	75°01,8'	32°42,5'	W610	106°	Stop	CTD a. T. (603 m)	
		16:29	75°01,8'	31°42,7'	W610	106°	Stop	CTD a. D.	
34/149		16:54	75°01,6'	31°43,3'	W617	106°	Stop	Ausbringen Verankerung FR1 Ankerstein z. W.	
		17:02	75°01,6'	31°43,7'	W617	106°	Stop	1. Strömungsmssr. + 4 orange Benthos z. W.	
		17:14	75°01,6'	31°43,9'	W620	106°	Stop	2. Ström.mssr. + 3 or. Benthos z. W.	
		17:24	75°01,6'	31°44,4'	W617	106°	Stop	3. Ström.mssr. + 4 or. Benthos. z. W.	
		17:36	75°01,5'	31°44,9'	W610	108°	Stop.	4. Ström.mssr. + 6 or. Benthos z. W.	
		17:51	75°01,4'	31°45,5'	W611	108°	Stop	Ausgelöst Streamer z. W.	
		18:02	75°01,4'	31°45,6'	W610	108°	Stop	Streamer ausgesteckt; Kanonen z. W.	
34/150	05.02.	09:54	76°46,8'	48°43,9'	W264	095°	2,0	Überlaufen WP #23; AK	
		10:51	76°46,5'	48°36,5'	W280	095°	1,8	Kanonen a. W., Hieven Streamer	
		06.02.	03:30	76°00,6'	46°58,4'	W318	020°/071°	5,0	Streamer a. D.
34/151		08.02.	04:15	73°39,3'	38°19,2'	W2160	280°	1,0	CTD z. W.
		05:12	73°39,3'	38°21,2'	W2150	306°	1,0	CTD a. T., hieven (2156 m)	
		05:35	73°39,2'	38°21,0'	W2155	088°	Stop	CTD a. D.	
34/152		06:06	73°39,1'	38°21,2'	W2158	088°	Stop	CTD z. W.; 20:57 (404 m) a. T.; 21:00 hieven	
		06:50	73°38,9'	38°21,4'	W2162	088°	Stop	CTD a. W.; a. D.	
34/153	09.02.	20:46	75°01,2'	36°04,1'	W418	179°	Stop	CTD z. W.; 01:10 (518 m) a. T.; 01:13 hieven	
		21:19	75°01,1'	36°04,5'	W418	186°	Stop	CTD a. W.	
34/154		01:00	75°00,0'	34°44,1'	W527	195°	Stop	Aufnahme Verankerung S 2 Hydrophon z. W.	
		01:34	74°59,9'	34°43,3'	W521		Stop		
		04:41	74°37,0'	34°07,4'	W546	150°	Stop		

Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte		
34/154 ff	09.02.	04:58	74°36,7'	34°07,8' W	558	067°	Stop	Hydrophon z. W.		
		05:28	74°37,5'	34°06,5' W	557	075°	Stop	Hydrophon z. W.		
		05:57	74°37,1'	34°07,2' W	549	068°	Stop	Hydrophon z. W.		
		06:06	74°37,0'	34°07,4' W	549	068°	Stop	Ausgelöst		
		07:45	74°36,9'	34°07,9' W	540	170°	GLV	Bringen		
		08:15	74°37,1'	34°07,4' W	550	180°	2,0	Dredgegeschirr aus Ankerstein a. Grund		
		09:17	74°37,0'	34°07,2' W	549	076°	1,0	Beginnen zu hieven (4553 m ausgesteckt)		
		11:00	74°36,9'	34°07,3' W	547	189°	Stop	Grundanker a. W.		
		11:12	74°37,2'	34°07,5' W	548	065°	Stop	Hydrophon z. W., abgebrochen		
		34/155	10.02.	09:16	75°01,1'	38°40,7' W	384	248°	2,8	Streamer z. W.
10:15	75°01,7'			38°50,9' W	373	252°	2,6	Streamer ausgestckt.		
10:27	75°01,8'			38°52,6' W	370	268°	2,8	Array z. W.		
12.02.	19:24			75°50,7'	55°03,6' W	496	309°	0,4	Beenden Profilmfahrt	
	19:40			75°50,7'	55°02,5' W	497	310°	Stop	Kanonen a. W.; hieven Streamer	
34/156	13.02.	20:45	75°51,0'	55°02,5' W			Stop	Streamer a. W., a. D.		
		06:35	76°16,1'	53°17,3' W	490	108°	Stop	CTD z. W.		
		06:58	76°15,8'	53°17,4' W	489	108°	Stop	CTD a. T.: (470 m)		
		07:24	76°15,6'	53°17,8' W	490	108°	Stop	CTD a. D.		
		34/157	08.09.	08:09	76°15,1'	53°19,6' W	480	108°	Stop	Ankerstein z. W.; ausbringen
08:14	76°15,0'			53°19,6' W	480	108°	Stop	Verankerung FR 4		
08:23	76°15,0'			53°19,6' W	480	108°	Stop	Strömungsmssr. + 3 or. Benthos z. W.		
08:32	76°14,9'			53°19,7' W	480	108°	Stop	Strömungsmssr. + 6 or. Benthos z. W.		
08:33	76°14,9'			53°19,7' W	480	107°	Stop	Releaser z. W.		
08:42	76°14,9'			53°19,8' W	482	102°	Stop	ausgelöst		
09:38	76°14,1'			53°18,1' W	483	075°	Stop	Ankerkreuz u. Transponder z. W.		
34/158	12.07.			12:07	76°28,5'	53°01,7' W	421	123°	1,5	Aufnahme (Dredgen)
				12:50	76°28,5'	53°01,1' W	419	145°	0,5	Verankerung R2 a. Gr. (420 m) + 4 Suchanker
				13:02	76°28,6'	53°00,1' W	418	112°	1,2	851 m ausgesteckt; 13:20 hieven
		14:55	76°29,1'	53°00,3' W	410	350°	Stop	Ankerstein gr. a. D. + 1 Strömungsmssr.		
		15:02						1 Strömungsmssr. a. D.		
34/159	15.05.	15:05	76°28,9'	53°00,4' W				Toppboje + Benthos b		
		15:44	76°28,7'	53°00,4' W	413	300°	Stop	Alles an Deck		
		15:52	76°28,7'	53°00,4' W	413	150°	Stop	CTD z. W.		
		16:00	76°28,6'	53°00,7' W	411	140°	Stop	CTD a. T. (401 m)		
		16:24	76°28,5'	53°00,8' W	420	110°	Stop	CTD a. D.		

Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte
34/160	13.02.	19:20	76°34,1'	51°30,2'	W307	130°	Stop	CTD z. W.
		19:25	76°34,1'	51°30,2'	W306	130°	Stop	CTD a. T. (216 m)
		19:45	76°34,2'	51°30,4'	W308	130°	Stop	CTD a. D.
34/161		22:09	76°44,9'	50°20,5'	W294	154°	Stop	CTD z. W.; 22:14 a. T. (289 m)
		22:36	76°44,9'	50°20,7'	W297	154°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/162	14.02.	01:02	76°57,1'	49°09,8'	W269	138°	Stop	CTD z. W.; 01:08 a. T. (262 m)
		01:25	76°57,0'	49°09,5'	W269	140°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/163		11:22	76°05,2'	53°47,1'	W452	204°	Stop	CTD z. W.; 11:35 a. T. (445 m); hieven
34/164		11:55	76°05,2'	53°47,2'	W452	204°	Stop	CTD a. W.; a. D.
		14:16	75°54,2'	54°49,5'	W481	225°	Stop	CTD z. W.; 14:25 a. T. (475 m)
34/165		14:54	75°53,9'	54°50,3'	W484	238°	Stop	CTD a. W.; a. D.
		17:27	75°43,1'	55°56,1'	W453	265°	Stop	CTD z. W.; 17:34 a. T. (442 m); hieven
34/166		17:56	75°43,1'	55°56,3'	W452	270°	Stop	CTD a. D.
		22:30	75°30,3'	56°51,9'	W426	310°	Stop	CTD z. W.; 22:39 a. T. (409 m); hieven
34/167	15.02.	23:03	75°30,3'	56°52,2'	W436	312°	Stop	CTD a. W.; a. D.
		11:10	75°15,9'	57°47,3'	W551	016°	Stop	CTD z. W.; 11:20 a. T. (540 m); hieven
34/168		11:47	75°16,1'	57°47,6'	W551	351°	Stop	CTD a. W.; a. D.
		14:04	75°10,2'	58°33,7'	W598	093°	Stop	CTD z. W.; 14:14 a. T. (602 m); hieven
		14:39	75°09,7'	58°34,5'	W600	098°	Stop	CTD a. W.; a. D.
		15:09	75°10,2'	58°40,8'	W600	097°		Ankerstein + Releaser z. W.. FR 5
		15:15	75°10,1'	58°41,3'	W			Strömungsmssr. + 3
		15:25	75°10,0'	58°42,0'	W600			Benthos orange
		15:38	75°09,8'	58°42,9'	W601			Strömungsmssr. + 6
34/169		15:41	75°09,8'	58°43,1'	W601		Benth. or. + Transp. Releaser z. W.; 201 m gefiert	
		15:48	75°09,7'	58°43,6'	W601	097°	ausgelöst	
		17:50	75°02,9'	59°24,2'	W600	265°	Stop	CTD z. W.
		18:00	75°02,9'	59°24,2'	W599	264°	Stop	CTD a. T. (592 m)
		18:20	75°02,8'	59°24,2'	W600	270°	Stop	CTD a. D.
34/170		20:07	74°55,0'	59°53,1'	W629	320°	Stop	CTD z. W.; 20:16 a. T. (640 m); hieven
		20:42	74°55,2'	59°52,5'	W627	303°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/171		22:36	74°49,5'	60°35,2'	W632	207°	Stop	CTD z. W.; 22:48 a. T. (628 m); hieven
		23:14	74°49,6'	60°34,7'	W632	206°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/172	16.02.	08:57	74°42,1'	60°50,8'	W612	187°	Stop	CTD z. W.; 09:08 a. T. (612 m); hieven
		09:32	74°42,2'	60°50,2'	W608	188°	Stop	CTD a. W.; a. D.

Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte
34/172 ff	16.02.	09:58	74°42,4'	60°49,2' W	611	315°	Stop	Ankerstein + Releaser z. W. FR 6
		10:03	74°42,4'	60°49,1' W	611	315°	Stop	Strömungsmssr. + 3 Benthos or.
		10:31	74°42,3'	60°48,7' W	611	315°	Stop	Releaser z. W.
		10:40	74°42,3'	60°48,6' W	611	315°	Stop	Hydrophon z. W.
		10:47						
34/173								Aufnahme Verankerung R3 (Dredgen)
		16:54	74°40,9'	61°07,0' W	614	210°	GLV	Anker z. W.
		17:33	74°41,1'	61°08,6' W	607	300°	1,0	1300 m Leine gesteckt, hieven
		19:06	74°40,6'	61°08,5' W	591	292°	1,0	Abbruch
34/174		22:48	74°28,6'	60°30,7' W	604	347°	Stop	CTD z. W.; 22:58 a. T. (601 m)
		23:27	74°28,9'	60°31,7' W		347°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/175	17.02.	03:05	74°13,6'	60°18,6' W	574	311°	Stop	CTD z. W.; 03:17 a. T. (619 m); hieven
		03:45	74°13,0'	60°18,0' W	574	010°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/176		05:51	74°00,0'	60°00,4' W	648	230°	Stop	CTD z. W.
		06:02	73°59,9'	60°00,5' W	644	240°	Stop	CTD a. T. (643 m)
		06:24	73°58,8'	60°00,2' W		240°	Stop	CTD a. D.
34/177		08:08	73°59,7'	59°22,8' W	597	094°	Stop	CTD z. W.; 08:18 a. T. (590 m); hieven
		08:44	73°59,3'	59°21,9' W	593	120°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/178		10:24	74°00,2'	58°44,4' W	538	187°	Stop	CTD z. W.; 10:32 a. T. (519 m); hieven
		10:57	74°00,1'	58°44,6' W	538	187°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/179		21:31	74°46,9'	61°09,5' W	582	109°	Stop	Anker z. W.; Aufnahme
		23:03	74°41,6'	61°08,0' W				Verankerung R3 Beginn zu hieven (4497 m)
	18.02.	00:15	74°41,5'	61°07,2' W	617	085°	Stop	Auf und nieder
		00:35	74°41,6'	61°06,9' W	629	115°	Stop	Anker a. D.; Abbruch
34/180		12:10 12:20	74°46,0'	60°54,2' W	627	141°	2,0	Airgun z. W. 100 m gefiert mit Hydrophon
34/181	19.02.	00:50	75°10,8'	58°13,2' W	589	180°	3,0	Airgun a. W.
		11:30	75°21,3'	57°58,9' W	574	202°	2,0	Airgun z. W.; 200 m Hydroph. gesteckt
		14:44	75°27,6'	57°07,2' W	475	190°	2,0	2. Kanone z. W.
	20.02.	14:52	75°30,3'	56°55,0' W	438	170°	2,0	Hydrophon a. W.
		15:57	75°30,5'	56°54,8' W	437	195°	3,0	Kanone a. D.
		18:30	75°39,2'	56°32,3' W	345	145°	2,0	Kanone z. W.
		16:00	76°44,4'	50°42,8' W	291	129°	5,0	Beenden Profilfahrt
34/182		16:05	76°44,6'	50°41,5' W	295	129°	2,0	Kanonen a. W.
		16:26	76°44,7'	50°38,6' W	292	310°	2,0	alles a. D.
		22:08	75°55,1'	53°53,7' W	528	322°	2,0	Stream. z. W. 2700 m

Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte
34/182	20.02.	23:14	75°53,2'	54°01,7' W	504	330°	2,0	Kanonen (Array) z. W.
	21.02.	22:04	74°50,7'	59°57,6' W	639	308°	3,0	Kanonen a. W.; a. D.
		23:08	74°48,5'	59°59,3' W	643	330°	1,5	Streamer a. W.; a. D.
34/183	22.02.	13:25	76°01,3'	52°53,4' W	488	153°	2,0	Stream. z. W. 2700 m
		14:28	76°03,2'	52°43,6' W	499	170°	2,0	Array z. W.
	23.02.	06:00	76°53,2'	48°33,5' W	302	130°	2,0	Beenden Profilfahrt
		06:07	76°53,5'	48°32,2' W	306	130°	2,0	Kanonen a. W.; hieven Streamer
		07:06	76°54,9'	48°27,5' W	307	130°	2,0	Kanonen + Streamer ein
34/184		14:04	77°01,3'	43°32,2' W	410	149°	Stop	CTD z. W.; 14:12 a. T. (401 m)
		14:30	77°01,3'	43°32,4' W	410	149°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/185		17:02	77°12,2'	44°45,5' W	346	130°	Stop	CTD z. W.
		17:11	77°12,2'	44°45,8' W	344	127°	Stop	CTD a. T. (335 m)
		17:38	77°12,2'	44°46,0' W	343	127°	Stop	CTD a. D.
34/186		18:29	77°12,9'	45°12,7' W	317	262°	2,0	Einleiter auf 100 m
		18:48	77°13,7'	45°17,5' W	311	255°	2,0	Kanonen z. W.
		21:45	77°09,1'	46°14,6' W	253	320°	4,2	Profilende
34/187		22:01	77°09,1'	46°14,6' W	252	113°	Stop	CTD z. W.
		22:21	77°09,1'	46°14,7' W	251	113°	Stop	CTD a. T. (243 m); hieven
		22:39	77°09,0'	46°15,0' W	253		Stop	CTD a. W.; a. D.
34/188		22:50	77°08,9'	46°12,9' W	255	084°	5,0	Profilbeginn
	24.02.	03:00	77°05,9'	47°40,3' W	246	320°	4,8	Profilende
34/189		03:32	77°05,1'	47°45,5' W	241	053°	Stop	CTD z. W.; 03:38 a. T. (233 m); hieven
		03:53	77°05,0'	47°46,0' W	241	057°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/190		04:00	77°04,9'	47°46,2' W	240	290°	5,0	Profilbeginn, Einleiterkabel 200 m
		12:00	76°49,6'	50°04,6' W	287	298°	2,8	Profilende; 12:08 Einleiter a. W.
		12:10	76°49,4'	50°05,8' W	285	350°	2,8	beide Kanonen a. W.
34/191		16:47	76°55,5'	49°36,6' W	265	103°	3,0	Dredgen Verankerung R1; Ausbringen Dredgegeschirr
		16:55	76°55,5'	49°35,6' W	261	110°	1,0	Anker z. W.
		17:03	76°55,5'	49°35,4' W	261	104°	1,0	Anker a. G. (240 m); 17:38 hieven 1388 m Draht
		19:06	76°55,5'	49°31,0' W	261	120°	1,0	Abbruch Maschinen
		22:00	77°01,5'	48°51,4' W	253	270°	Stop	Maschinen ausgekuppelt; Hydrophon z. W.
		22:05						Hydrophon a. D.
		22:55	76°59,6'	48°59,8' W	259	300°	Stop	Hydrophon z. W.
		23:04	76°59,6'	48°59,8' W				Auskuppeln
		23:19	76°59,6'	48°59,9' W	258	312°	Stop	Hydrophon a. D.

## Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte
34/192	01.03.	11:23	74°59,9'	31°00,3' W	561	120°	Stop	CTD z. W.; 11:35 a. T. (555 m); hieven
		11:59	75°00,0'	31°01,1' W		120°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/193		13:26	75°00,0'	29°59,9' W	404	122°	Stop	CTD z. W.; 13:41 a. T. (396 m); hieven
		14:09	75°59,8'	29°98,2' W	404	115°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/194	02.03.	14:22	77°18,5'	35°17,2' W	649	158°	Stop	Hydrophon z. W.; 14:25 a. W.; F1
		15:30	77°18,5'	35°17,2' W		239°	Stop	Hydrophon z. W.
		15:34	77°18,5'	35°17,0' W	647	213°	Stop	ausgelöst, 15:39 Hydrophon a. W.
		16:41	77°18,4'	35°16,7' W	660	286°	GLV	fieren Dredgegeschirr z. W.
		16:47	77°18,4'	35°16,9' W	664	286°	Stop	Dredgeanker z. W.
		17:25	77°18,3'	35°18,3' W	678	220°	GLV	Abbruch u. hieven Dredgegeschirr; 17:47 alles a. D.
34/195		22:48	77°26,8'	35°04,1' W	490	254°	3,0	Streamer z. W.
		23:38	77°27,6'	35°15,4' W	492	250°	3,0	Stream. ausgestckt.
	03.03.	00:12	77°28,3'	35°21,7' W	538	249°	3,0	Array z. W.
		13:00	77°38,0'	40°31,6' W	841	280°	5,5	Profilende
		13:05	77°37,9'	40°32,9' W			2,3	Array a. W.
		14:13	77°36,3'	40°38,8' W	825	345°	1,8	Streamer a. W.
34/196		14:19	77°36,4'	40°40,7' W	800	168°	Stop	CTD z. W.; 14:45 a. T. (791 m); hieven
		15:13	77°36,4'	40°40,7' W	800	168°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/197		18:00	77°38,1'	39°07,7' W	1013	177°	Stop	CTD z. W.
		18:16	77°38,0'	39°07,6' W	1014	177°	Stop	CTD a. T. (1004 m)
		18:48	77°37,9'	39°07,6' W	1014	177°	Stop	CTD a. D.
34/198		21:27	77°36,4'	37°34,4' W	1136	189°	Stop	CTD z. W.; 21:46 a. T. (1162 m); hieven
		22:19	77°36,4'	37°34,0' W	1135	191°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/199	04.03.	00:30	77°33,3'	36°19,2' W	986	190°	Stop	CTD z. W.; 12:47 a. T. (996 m); hieven
		01:16	77°33,0'	36°19,1' W	988	190°	Stop	CTD a. W.; a. D.
34/200		03:36	77°26,6'	35°01,1' W	452	195°	Stop	CTD z. W.; 03:46 a. T. (445 m); hieven
		04:13	77°26,6'	35°00,8' W	450	197°	Stop	CTD a. D.
34/201		16:55	72°51,8'	19°07,3' W	406	198°	Stop	CTD z. W.; 17:07 a. T. (388 m)
		17:22	72°51,7'	19°07,2' W	399	198	Stop	CTD a. D.
34/202	12.03.	08:17	66°37,3'	27°07,4' W	4868	290°	Stop	Hydrophon z. W.; Aufnahme 209-3 ausgekoppelt
		08:19						eingekoppelt
		08:21						eingekoppelt
		08:40	66°37,6'	27°07,2' W				Hydrophon z. W.
		08:47						Ausgelöst
		09:25	66°37,4'	27°07,0' W	4862	055°	Stop	ULS a. D + 1 Stahlkugel
		09:33						4 Benthos + 1 seacat a. D.

Stationsliste ANT-XII/3 (05.01.1995 - 19.03.1995)

Stat. No.	Date Datum 1995	Time (UTC) Start End	Position S	Position W/E	Depth Lot-tiefe (m)	Heading Kurs	Speed (kn)	Station Work Equipment applied Arbeiten/Geräte		
34/202 ff	12.03.	09:38	66°37,4'	27°07,0' W	4862	055°	Stop	1 Strömungsmssr. + 1 Transponder a. D.		
		09:55 10:10	66°37,1'	27°07,9' W	4861	345°	Stop	Thermistor a. D. 3 Benthos + Strömungsmssr.		
		10:37	66°36,6'	27°08,3' W	4862	082°	Stop	4 Benthos + 1 Strömungsmssr.		
		11:28	66°36,1'	27°08,2' W	4862	179°	Stop	10 Benthos + 1 Strömungsmssr. + 1 Releaser		
		11:36	66°36,0'	27°08,3' W	4819	165°	Stop	CTD z. W.		
		12:46	66°36,0'	27°08,1' W	4818	180°	Stop	auf Tiefe (4829 m)		
		14:03	66°36,0'	27°08,3' W	4821	180°	Stop	CTD a. W.; a. D.		
		34/203	13.03.	11:29	65°37,0'	36°29,4' W	4794	304°	Stop	Hydrophon z. W.; Aufnahme 208-3
				11:31				304°	Stop	ausgelöst
				13:01	65°37,7'	36°29,4' W		210°	Stop	Toppboje a. D.: Ström.mssr. + Transp., ULS 3
									Benth. + 1 Ström., 1 Schim.F., 9 Benth., 1 Ström., 1 Releaser	
14:00									2 Schwi.fallen a. D.	
14:07									4 Benthos	
14:36									1 Ström.mssr.	
		14:51	65°37,6'	38°28,2' W	4766	210°	Stop	CTD z. W., 15:48 a. T. (4765 m), hieven		
		17:18	65°37,0'	36°26,5' W	4769	195°		CTD a. D.		
34/204	15.03.	14:23	60°33,0'	50°14,9' W	1526	360°	7,2	HS-Profil Start		
		17:07	60°13,0'	50°15,0' W	508	360°/270°	5,2	Kurswechsel #1		
		17:40	60°13,0'	50°20,0' W	495	270°/180°	6,2	Kurswechsel #2		
		19:36	60°33,0'	50°20,0' W	3303	180°/309°	5,6	Kursw. #3; Abbruch HS-Profil		



## Streamerprotokoll

Datum : 1. Januar 1995      Streamer : 2400m

Sektions - Abschnitt	Sektions - Nummer	Länge ( m )	Betankung ( Isopar L )	Tiefengeber Prüfung	Bird Nr. ; Position
S		50			
24	14	100	8,6	ok	
23	9	100	11		
22	30	100	23		8 ; 5m vor Ende
21	22	100	11	ok	
20	7	100	15		
19	19	100	8	ok	7 ; 5m vor Ende
18	3	100	7	ok	
17	25	100	7		
16	13	100	12		6 ; 5m vor Ende
15	1	100	8	ok	
14	5	100	8		
13	?	100	17	ok	5 ; 5m vor Ende
12	16	100	7		
11	4	100	7	ok	
10	15	100	20		4 ; 5m vor Ende
9	29	100	0	ok	
8	11	100	0		
7	8	100	0	ok	3 ; 5m vor Ende
6	26	100	0		
5	6	100	7	ok	
4	23	100	6		2 ; 5m vor Ende
3	28	100	10	ok	
2	12	100	3		
1	20	100	0	Schraube defekt	1 ; 5m vor Ende
S		50			
S		50			
S		50			

Fahrtteilnehmer/Participants

ANT-XII/3

<u>Name</u>		<u>Institut/Institute</u>
Benning	Roland	BGR
Berns	Hans Jürgen	DLR
Bornemann	Horst	AWI
Buggisch	Werner	BGR
Dimmler	Werner	HLTS
Dinkeldein	Wolfgang	HSW
Dunker	Erich	AWI
Eckstaller	Alfons	AWI
Fechner	Notker	AWI
Fickert	Jens	AWI
Frenzel	Andreas	AWI
Gerland	Sebastian	AWI
Gleitz	Markus	AWI
Günther	Sven	AWI
Goldberg	Valeri	AWI
Graffe	Dorothea	AWI
Hamann	Rudolf	AWI
Hannke	Stefan	AWI
Heidland	Klemens	AWI
Heller	H.	AED
Hempel	Ludwig	AWI
Henjes-Kunst	Friedhelm	BGR
Hoven	Holger	BGR
Janik	Thomas	AED
Janneck	Jürgen	AWI
Jockwer	Gustav	AWI
Jokat	Wilfried (Fahrtleiter)	AWI
Karsten	Achim	IfV/FHH
Kästner	Rudolf	AWI
Kehse	Ute	AWI
Klatt	Olaf	AWI
Kleinschmidt	Georg	GPI
Krüger	Olaf	DLR
Lahmann	Uwe	HSW
Lambrecht	Astrid	AWI
Lukait	Christian	AWI
Lundström	Volker	HSW
Mann	Dörte	AWI
Martens	Hartmut	AWI
Mayer	Christoph	AWI
Morgenstern	Kai	AWI
Muhle	Heiko	AWI
Müller	Christian	AWI
Niederjasper	Fred	AWI

<u>Name</u>		<u>Institut/Institute</u>
Nixdorf	Uwe	AWI
Nolting	Michael	AWI
Nygaard	Einar	GIB
Oerter	Hans	AWI
Peel	David	BAS
Plötz	Joachim	AWI
Pols	Hans	SWA
Sonnabend	Hartmut	SWA
Riedel	Björn	IfV
Rohardt	Gerd	AWI
Salbach	Holger	IfV
Scherdel	Markus	DLR
Schönhofer	Georg	AWI
Schreiber	Detlev	HSW
Schröder	Michael	AWI
Schuster	Friedrich	AWI
Schütt	Ekkehard	AWI
Seidel	Carsten	AED
Sellmann	Lutz	AWI
Sergueev	Mikhail	BGR
Spindeldreher	Christian	AWI
Steiner	Nadja	AWI
Steinhage	Daniel	IGMS
Stock	Jürgen	AWI
Strass	Volker	AWI
Studinger	Michael	AWI
Talarico	Franco	BGR
Tessensohn	Franz	BGR
Tibcken	Michael	AWI
Timmermann	Ralph	AWI
Töppe	Frank	IfAG,Leipzig
Traue	Gaby	AWI
Wachs	Peter	AED
Wagner	Knut	BGR
Wede	Tom	AED
Weigel	Ursula	AWI
Werbach	Johann	KÄSB
Whittamore	Les	BGR
Witt	Ralf	AWI
Ziffer	Albert	AWI

## RV Polarstern - Beteiligte Institutionen / Participating Institutions

Adresse/Address	Teilnehmerzahl/Participants
<u>Bundesrepublik / Federal Republic</u>	ANT XII/3
AED Aerodata Flugmeßtechnik GmbH Forststr. 33 38108 Braunschweig	2
AWI Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung 27515 Bremerhaven	51
BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Stilleweg 2 30655 Hannover	9
DLR Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e. V. Münchner Str. 20 82234 Weßling	3
FHH Fachhochschule Hamburg Fachbereich Vermessungswesen Hebebrandstraße 1 22297 Hamburg	1
GPI Geol.-Paläont. Institut J. W. Goethe-Universität Senckenberganlage 32 60054 Frankfurt	1
HLTS Hapag Lloyd Transport & Service GmbH Geo-Plate-Str. 1 27568 Bremerhaven	1
HSW Helikopter Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 22393 Hamburg	4
IfAG Institut für Angewandte Geodäsie Außenstelle Leipzig Karl-Rothe-Straße 10-14 04105 Leipzig	1

Adresse/Address		Teilnehmerzahl/Participants
IfV	Institut für Vermessungskunde TU Braunschweig Pockelstraße 4 38106 Braunschweig	3
IGMS	Institut für Geophysik der Universität Münster Corrensstraße 24 48149 Münster	1
KÄSB	Fa. Kässbohrer Service-Center Neu-Ulm Im Starkfeld 1 89231 Neu-Ulm	1
SWA	Seewetteramt Hamburg Deutscher Wetterdienst Bernhard-Nocht-Str. 76 20359 Hamburg	2
<u>Großbritannien / United Kingdom</u>		
BAS	British Antarctic Survey High Cross Madingley Road Cambridge CB3 0ET	1
<u>Norwegen / Norway</u>		
GIB	Geophysical Institute University of Bergen Allégatan 70 5007 Bergen	1

Schiffspersonal / Ship's Crew

Kapitän	H. Jonas
1. Offizier	I. Varding
Naut. Offizier	M. Block
Naut. Offizier	S. Schwarze
zusl. Offizier	M. Hüls
Arzt	Dr. B. Fleischer-Peter
Ltd. Ingenieur	K. Müller
1. Ingenieur	W. Delff
2. Ingenieur	H. Folta
2. Ingenieur	W. Simon
Elektriker	R. Erdmann
Elektroniker	K. Hoops
Elektroniker	M. Fröb
Elektroniker	A. Piskorzynski
Elektroniker	H. Pabst
zusl. Elektro.	
Funkoffizier	W. Thonhauser
Funkoffizier	J. Butz
Koch	H. Schuster
Kochsmaat/B.	M. Kästner
Kochsmaat/K.	M. Dutsch
1. Steward	A. Hopp
Stewardess/K.	V. Daute
Stewardess	R. Klemet
Stewardess	A. Neves
Stewardess	B. Amran
2. Steward	Ch. Yu
2. Steward	J. Tu
Wäscher	K. Yu
Bootsmann	R. Loidl
Zimmermann	P. Kassubeck
Matrose	H. Voges
Matrose	J. Novo-Loveira
Matrose	J. Suarez Paisal
Matrose	H. Thillmann
Matrose	H. Bloedorn
Matrose	S. Moser
zusl. Matrose	E. Dominguez Quintas
zusl. Matrose	B. Caneda Garcia
Lagerhalter	B. Barth
Masch-Wart	A. Padur
Masch-Wart	G. Fritz
Masch-Wart	M. Ipsen
Masch-Wart	T. Rosenthal
Masch-Wart	J. Schade